

Analiza sustava prikupljanja otpada u gradu Zagrebu

Kačavenda, Paula

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:614624>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA SUSTAVA PRIKUPLJANJA OTPADA U GRADU ZAGREBU

**ANALYSIS OF THE WASTE COLLECTION SYSTEM IN THE CITY OF
ZAGREB**

Mentor: izv.prof.dr.sc. Ivona Bajor

Studentica: Paula Kačavenda, univ. bacc. ing. traff.

JMBAG: 0135251411

Zagreb, 2023.

Zagreb, 28. srpnja 2023.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**
Predmet: **Povratna logistika**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7040

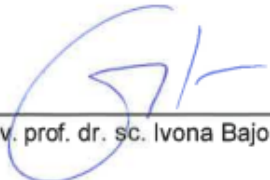
Pristupnik: **Paula Kačavenda (0135251411)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Analiza sustava prikupljanja otpada u gradu Zagrebu**

Opis zadatka:

U radu će se opisati aktivnosti povratne logistike, namijenjene prikupljanju otpada. Fokusirati će se na analizu zakonske regulative u RH i EU, te na primjere dobre prakse prikupljanja otpada u gradovima EU. Analizirati će se sustav prikupljanja u Gradu Zagrebu, te dati prijedlog načina unapređenja gospodarenja otpadom.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Ivona Bajor

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

SAŽETAK

Povratna logistika svoju funkciju ostvaruje kroz postojeći opskrbni lanac. Aktivnosti kroz koje se očituje njezino djelovanje su prikupljanje, sortiranje, prerađivanje te ponovna proizvodnja i uporaba. S obzirom na sve brži rast svjetskog gospodarstva i sve veće zahtjeve u kontekstu održivosti, logistika je kao takva nezamjenjiva funkcija. Otpad može u većoj ili manjoj mjeri štetiti okolini u koju se odlaže, naročito ako se to radi na neispravan način. Svrha i cilj ovog diplomskog rada je analizirati novi sustav odlaganja otpada u Gradu Zagrebu te prepoznati najveće nedostatke istog, a za koje će se ponuditi nekoliko rješenja. Također, analizirat će se nekoliko dobrih praksi iz zemalja Europe, koje bi mogle poslužiti kao primjer i prijedlog rješenja problema novog sustava u Zagrebu.

KLJUČNE RIJEČI

povratna logistika, otpad, odvajanje, odlaganje, odvoz

SUMMARY

Reverse logistics fulfills its function through the existing supply chain. The activities through which its actions are manifested are collection, sorting, processing and re-production and recovery. Given the increasingly rapid growth of the world economy and the increasing demands in the context of sustainability, logistics as such i san irreplaceable function. Waste can harm the environment where it is disposed, especially if it's done improperly. The main goal of this master thesis is to analyze the new waste collection and disposal system in the City of Zagreb and to identify its main drawbacks, for which several solutions will be offered. Also, several good practices from European countries will be analyzed, which could serve as an example and a proposal for solving the problems of the new system in Zagreb.

KEYWORDS

reverse logistics, waste, waste separation, waste disposal, waste collection

SADRŽAJ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. AKTIVNOSTI POVRATNE LOGISTIKE | 3 |
| 2.1. UPRAVLJANJE OTPADOM U POVRATNOJ LOGISTICI | 4 |
| 2.2. LOGISTIKA PRIKUPLJANJA OTPADA U URBANIM SREDINAMA | 5 |
| 3. PRIMJERI IZ EUROPE | 7 |
| 3.1. REPUBLIKA ITALIJA..... | 7 |
| 3.2. KRALJEVINA DANSKA..... | 10 |
| 3.3. REPUBLIKA FRANCUSKA | 13 |
| 3.4. KRALJEVINA ŠVEDSKA..... | 14 |
| 4. NOVI MODEL PRIKUPLJANJA MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA U GRADU ZAGREBU | 17 |
| 4.1. NOVI MODEL PRIKUPLJANJA OTPADA U PRAKSI | 22 |
| 4.2. ANKETA O ZADOVOLJSTVU GRAĐANA NOVIM MODELOM PRIKUPLJANJA OTPADA | 25 |
| 4.3. REZULTATI ANKETE..... | 28 |
| 4.3.1. OBITELJSKE KUĆE | 29 |
| 4.3.2. STAMBENE ZGRADE | 29 |
| 5. PRIJEDLOG RJEŠENJA | 31 |
| 5.1. PRIJEDLOG RJEŠENJA ZA PROBLEM PRETRPANOSTI SPREMNIKA .. | 32 |
| 5.2. PRIJEDLOG RJEŠENJA ZA PROBLEM SUSTAVA NAPLATE..... | 36 |
| 5.3. PRIJEDLOG RJEŠENJA ZA PROBLEM NEDOSTATKA EDUKACIJE GRAĐANA | 38 |
| 6. ZAKLJUČAK | 42 |
| POPIS LITERATURE | 46 |
| POPIS SLIKA | 49 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| POPIS TABLICA..... | 51 |
| POPIS DIJAGRAMA..... | 52 |
| POPIS PRILOGA..... | 53 |
| Prilog 1: pitanja i rezultati ankete o zadovoljstvu građana novouvedenim sustavom odlaganja i odvoza otpada | 53 |
| „Stanujem u obiteljskoj kući“ | 54 |
| „Stanujem u stambenoj zgradi“ | 58 |
| Prilog 2: karta gradskih četvrti u Zagrebu | 62 |
| IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST | 63 |

1. UVOD

Logistika kao takva funkcija je u organizaciji koja omogućuje normalno odvijanje svih poslovnih procesa unutar organizacije i služi kao potporna funkcija istima. Logistika se može podijeliti na više različitih grana, a što je u ovisnosti o ulozi, odnosno o funkciji koju ima i zadaćama koje mora ispuniti. Jedna od grana logistike koja ima nezamjenjivu ulogu i presudnu važnost kad je u pitanju normalno funkcioniranje lanca opskrbe povratna je logistika. Povratna logistika obuhvaća skup aktivnosti koji je usmjeren prema prikupljanju istrošenih proizvoda i njihovom transportu do mjesta na kojem će biti zbrinuti.

Gospodarenje otpadom sadrži niz postupaka, tehnika i tehnologija definiranih sa ciljem usmjeravanja reduciranih količina na odlagališta. Sustavnost u gospodarenju otpadom rezultira transparentnim procesiranjem i mogućnošću praćenja količina koje se oporabljaju ili usmjeravaju na odlagališta. Cilj reorganizacije sustava gospodarenja otpadom primarno je reduciranje količina usmjerenih na odlagališta. Osim na način da se navedeno provodi nakon nastanka otpada, potrebno je spriječiti nastajanje i omogućiti pravilnu uporabu i prilikom određivanja materijala za proizvodnju samog proizvoda. Za gospodarenje otpadom značajna je i edukacija stanovništva, što potvrđuju istraživanja zapadnoeuropskih država koje su uvele razne načine edukacije stanovništva.

Ovaj se diplomski rad sastoji od šest poglavlja i nekoliko potpoglavlja:

1. Uvod,
2. Aktivnosti povratne logistike,
3. Primjeri iz Europe,
4. Novi model prikupljanja miješanog komunalnog otpada u gradu Zagrebu,
5. Prijedlog rješenja,
6. Zaključak.

Za početak, u uvodu rada opisane su glavne karakteristike i aktivnosti povratne logistike. Također, opisana je aktivnost upravljanja otpadom kao aktivnost povratne logistike te prikupljanje otpada u urbanim sredinama.

Zatim, u sljedećem su poglavlju opisane dobre prakse prikupljanja, odvajanja i odlaganja otpada u nekoliko zemalja Europske unije. Na temelju njih kasnije će se dati prijedlozi za dodatno unaprjeđenje novouvedenog sustava prikupljanja i odvajanja otpada u Zagrebu.

U idućem je poglavlju detaljno opisan koncept i pretpostavke novouvedenog sustava odlaganja i prikupljanja otpada u Zagrebu. Također, provedena je anketa među građanima različitih dobnih skupina po različitim gradskim četvrtima, kako bi se detektirali najveći problemi i nedostaci sustava u praksi, nakon što je prošlo nekoliko mjeseci od uvođenja istog.

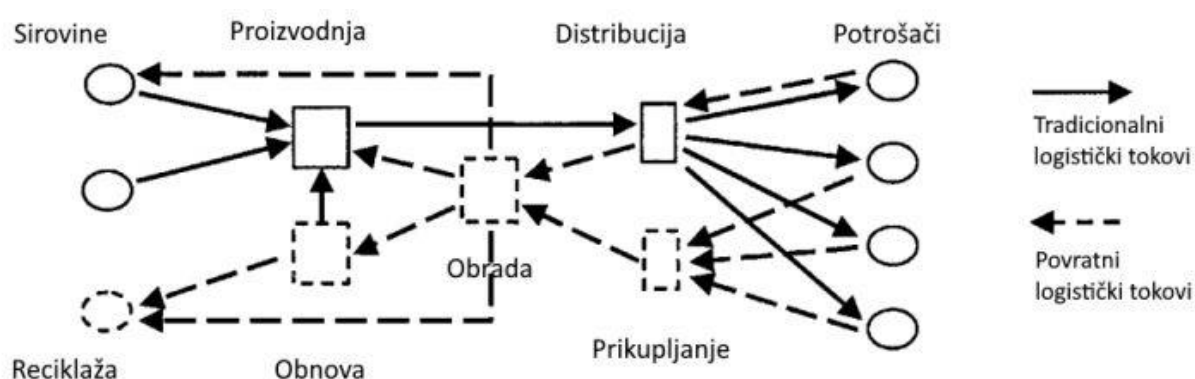
Za detektirane probleme ponudit će se nekoliko prijedloga rješenja i unaprjeđenja, a za koje se smatra da bi zaista mogli pridonijeti tome da se građanima skrene pozornost na važnost odvajanja otpada te na njihovu ulogu u samome procesu.

2. AKTIVNOSTI POVRATNE LOGISTIKE

Povratna logistika definirana je kao proces planiranja, uvođenja i kontroliranja učinkovitog, troškovno djelotvornog toka sirovina, zaliha proizvodnje u tijeku, gotovih proizvoda i s njima povezanih informacija od točke potrošnje do točke porijekla u svrhu povrata vrijednosti i pogodnog zbrinjavanja¹.

Povratna logistika omogućuje proces vraćanja proizvoda od kupca i korisnika do odgovarajućeg mjesta za odlaganje ili ponovno korištenje. Područja u kojima povratna logistika ostvaruje svoje djelovanje su recikliranje materijala, povrat novih proizvoda, povrat korištenih proizvoda te vraćanje upotrebljivih proizvoda. Povratna logistika djeluje kroz postojeći opskrbeni lanac, a organizacijska struktura povratnih sustava omogućuje sakupljanje, sortiranje, prerađivanje te ponovnu proizvodnju².

Na slici niže prikazana je shema mreže tradicionalne i povratne logistike. Vidljivi su tradicionalni logistički tokovi u jednome smjeru te oni povratni u suprotnome. Tradicionalni podrazumijevaju kretanje sirovine do proizvođača te proizvoda do krajnjeg kupca. Međutim, rapidan rast ukupnog svjetskog stanovništva, otkrivanje novih tehnologija proizvodnje, jeftinijih materijala i rast konkurencije na globalnom tržištu uzrokovali su povećanu potražnju i prema tome zahtijevali drugačiji pristup upravljanju tokovima roba. Odnosno, potaknuti su povratni logistički tokovi.



Slika 1: mreža tradicionalne i povratne logistike

Izvor: Zvone, I.: Povratna logistika, Završni rad, Pomorski fakultet, Sveučilište u Rijeci, 2022.

¹ Rogers D.S., Tibben – Lembke R.S.: Going backwards: Reverse Logistics Trends and Practices; Reverse Logistics Executive Council, Pittsburgh, SAD, 1998.

² Perković, M.: Primjena koncepta povratne logistike u sustavu zbrinjavanja glomaznog otpada Grada Zagreba, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2015.

Problem i zabrinutost krajnjeg odlaganja otpada i smeća oduvijek je bio problem u funkciji urbanizacije i sve veće gustoće naseljenosti gradskih područja. Uz industrijsku revoluciju, problemi su se pojačali zbog pojave opasnih otpada i materijala, utjecaja na okoliš, rastuće potrebe za kontrolom i raspolaganjem ljudskim i životinjskim otpadom radi zaštite zdravlja te sigurnosti stanovništva. Te su odgovornosti bile u početku usredotočene na lokalne i regionalne vlade, a kasnije su ih dopunjavale nezavisne tvrtke koje pružaju usluge uklanjanja i recikliranja otpada na temelju ugovora s vladinim organizacijama ili za dobit, temeljem nadoknadive vrijednosti smeća i otpada³.

2.1. UPRAVLJANJE OTPADOM U POVRATNOJ LOGISTICI

Upravljanje otpadom područje je povratne logistike koje osigurava provođenje aktivnosti povratne logistike sa ciljem smanjenja usmjeravanja količina otpada nepotrebno na odlagališta. Kod gospodarenja otpadom javljaju se aktivnosti povratne logistike, a to su⁴:

- prikupljanje,
- pregled,
- sortiranje,
- popravak,
- čišćenje,
- obrada.

Pod aktivnosti obrade ubrajaju se postupci uporabe i recikliranja. Oporaba je definirana kao operacija gospodarenja otpadom kojom se određenim aktivnostima povratne logistike smanjuje količina otpada usmjerenoga na odlagališta s ciljem dobivanja sirovina i energije (energetska i materijalna uporaba), a u svrhu ekonomske i/ili ekološke koristi. Bitno je istaknuti kako uporaba i recikliranje nisu isti pojmovi te kako je uporaba širi pojam od recikliranja. Recikliranje predstavlja proces

³ Blumberg, D. F.: Introduction to Management of Reverse Logistics and Closed Loop Supply Chain Processes-CRC Press , 2004.

⁴ Bajor, I.: Model organizacije sabirnih centara u sustavu povratne logistike, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2014.

koji uključuje preradu otpadnih materijala u svrhu dobivanja sirovina (materijalna oporaba) za ponovnu uporabu u proizvodnom procesu s ciljem smanjenja količine otpada koji je usmjeren na odlagališta⁵.

Pri prikupljanja otpada, organizacije moraju preuzeti otpad iz točke prikupljanja i poslati ih u objekte za obradu. Problem povratne logistike je prikupljanje sa više točaka nastanka otpada, a prihvati i obrada samo u jednoj točki isporuke, odnosno u odgovarajućem postrojenju za takve vrste otpada. Neki izvori složenosti, poput male predvidljivosti (teško je unaprijed znati brzinu punjenja spremnika za otpad), vremenskog ograničenja, zahtjeva u stvarnom vremenu, mješavina javnih i privatnih tvrtki i aktera uključeni u proces prikupljanja, mogu se identificirati kao izvori složenosti kada tvrtke rješavaju problem prikupljanja otpada. Poboľšanim načinom usmjeravanja vozila za prikupljanje otpada te pronalazak najprikladnijeg položaja odlagališta za odlaganje otpada, kao i smanjenje broja korištenih vozila pridonose smanjenju ukupnih troškova procesa prikupljanja⁶.

2.2. LOGISTIKA PRIKUPLJANJA OTPADA U URBANIM SREDINAMA

Tehnološki proces prikupljanja otpada, komunalna oprema, proces skladištenja, kao i uloga reciklažnog dvorišta, definirani su Zakonom o gospodarenju otpadom (NN 84/21). Gospodarenje otpadom temelji se na uvažavanju načela zaštite okoliša propisanih propisom kojim se uređuje zaštita okoliša i pravnom stečevinom Europske unije, načelima međunarodnog prava zaštite okoliša te znanstvenih spoznaja, najbolje svjetske prakse i pravila struke⁷.

Pronalazak optimalne rute vozila za prikupljanje otpada često je korišten pristup u planiranju prikupljanja otpada. Osim što izravno utječe na smanjenje troškova poslovanja, teži se i skraćenju vremena putovanja i zadržavanja vozila na lokacijama za prikupljanje. U velikom broju sustava prikupljanja otpada, prikupljanje otpada iz kućanstava i od vlasnika nekretnina obavlja se prema fiksnom rasporedu. To je često

⁵ Bajor, I.: Model organizacije sabirnih centara u sustavu povratne logistike, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2014.

⁶ H. Han, E. Ponce-Cueto; Waste Collection Vehicle Routing Problem, *Promet - Traffic & Transportation*, Vol. 27, No. 4, 2015.

⁷ Republika Hrvatska. Zakon o gospodarenju otpadom. Izdanje: 84. Zagreb: Narodne novine; 2021.

primjetno kod prikupljanja komunalnog otpada, a posebno na području gradova i njihove okolice. Bilo kakve promjene u datumima i vremenima prikupljanja očituju se kao nedostaci u sustavu prikupljanja. Stoga je cilj planiranja prikupljanja organizirati takav sustav da se minimiziraju udaljenosti koju vozila trebaju prijeći pri prikupljanju komunalnog otpada iz kućanstava na odabrani dan u tjednu⁸.

Potreba za redovitim uklanjanjem i odvozom otpada tim je veća s obzirom na činjenicu kako velika gustoća naseljenosti kao posljedicu ima veliku količinu generiranog otpada, a loše organiziran i postavljen sustav prikupljanja i odvoza otpada može kao posljedicu imati narušenu kvalitetu života, odnosno moguć razvoj infekcija koje bi, s obzirom na veliku gustoću naseljenosti, mogle u kratkom vremenu zahvatiti veću populaciju stanovništva. Uobičajeni sustavi odvoza otpada primjenom prometne suprastrukture sve su manje efikasni, a sve s obzirom na to da oni mogu stvoriti dodatno zagušenje u prometu prolazeći kroz strukturu gradskih ulica. Isto tako, takva vozila emitiraju znatnu količinu štetnih plinova i u pravilu znatnih su dimenzija što je također jedan od ograničavajućih čimbenika koje je potrebno uzeti u obzir⁹.

Izazov razvrstavanja otpada veći je s obzirom na ograničenja u prostoru, a razvrstavanje svih vrsta zahtijeva postavljanje pripadajućih spremnika za svaku od vrsta otpada koja se razvrstava. Organizacija mjesta prikupljanja otpada mora biti definirana tako da je u blizini područja na kojem obitava veći broj ljudi kako bi se olakšalo njegovo prikupljanje. S druge strane, postavljanje spremnika na lako dostupna mjesta može znatno olakšati proces njegovog odvoza pomoću prometne suprastrukture jer, kao što je to već bilo spomenuto, prometna suprastruktura za odvoz i prikupljanje otpada susreće se s ograničenjima kad je u pitanju manevarski prostor¹⁰.

⁸ Lutz, R.: Adaptive Large Neighborhood Search, Faculty of Engineering and -Computer Science, Ulm University, Njemačka, 2014.

⁹ Nyakaana, J. B.: Solid waste management in urban centers: The case of Kampala City – Uganda, East African Geographical Review, 1997.

¹⁰ Awomeso, J. A., Taiwo, A. M., Gbadebo, A. M., Arimoro, A.: Waste disposal and pollution management in urban areas: a workable remedy for the environment in developing countries. American Journal of Environmental Sciences, 2010.

3. PRIMJERI IZ EUROPE

Kako bi se napravila usporedba, u nastavku su dani primjeri dobrih praksi koje su primijenjene u različitim zemljama Europe.

3.1. REPUBLIKA ITALIJA

Capannori, talijanska općina u Toskani (geografski položaj prikazan na slici niže), ima jednu od najviših stopa recikliranog otpada u Europi. Dok je Republika Italija pratila trendove sjeverne Europe u spaljivanju otpada kao najbezbolnijeg načina zbrinjavanja otpada, nekolicina stanovnika Capannorija prepoznala je kako to možda i nije optimalno rješenje¹¹.

Građani su se pobunili protiv izgradnje spalionice te je projekt blokiran. Blokiranjem projekta izgradnje spalionice, potrebno je bilo ponuditi alternativno rješenje zbrinjavanja otpada. Pristup koji se nametao bio je smanjivanje otpada razvrstavanjem samog otpada i recikliranjem. Grad je 2007. godine prijavljen na „Zero Waste“ projekt koji ga je obvezao da se do 2020. odlaganje otpada na deponije svede na nulu¹².

Prikupljanje otpada „od vrata do vrata“ uvedeno je u fazama između 2005. i 2010. Započeto je od malih sela, gdje su se greške mogle odmah identificirati i ispraviti, a zatim je prošireno na cijelu općinu 2010. Do tada su već postignuti znatni rezultati od čak 82% razvrstanog otpada u samom kućanstvu, što ostavlja samo 18% ostalog otpada koji se odlaže na deponiju¹³.

U 2012. godini, u većini je sela uvedena tarifa, tj. način naplate gospodarenja otpadom na sljedeći način: učestalost i količina prikupljenog otpada mjeri se pomoću mikročipova na vrećicama za smeće koje skenira čitač u kamionu kojim se prikuplja otpad. Taj je način naplate potaknuo stanovnike da još više i bolje razvrstavaju otpad

¹¹ The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

¹² The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

¹³ The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

u svojim kućanstvima, što je podiglo stopu razvrstavanja otpada u nekim dijelovima Capannorija na čak 90%¹⁴.



Slika 2: položaj Capannorija u Republici Italiji
Izvor: <https://www.google.com/maps> (23.5.2023.)

Također, ono što je dodatno doprinijelo postizanju visoke stope razvrstavanja otpada su organizirana okupljanja stanovnika na javnim mjestima gdje su se održavale edukacije i savjetovanja o odvajanju otpada te njegovim učincima. Svim su stanovnicima podijeljene edukativne brošure te nekoliko tjedana prije uvođenja samog sustava, volonteri su podijelili kućanstvima besplatne komplete za odvajanje otpada koji su uključivali kante i vrećice potrebne za učinkovito odvajanje otpada.

¹⁴ The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

Volonteri koji su sudjelovali u programu bili su dovoljno educirani kako bi mogli odgovoriti na sva pitanja stanovnika¹⁵.

Naknadno je istraživanje pokazalo kako 99% stanovnika Capannorija odvaja otpad te zadovoljstvo stanovništva sustavom od 94%. Bitno je naglasiti kako 98,6% stanovnika Capannorija posjeduje edukativni materijal o gospodarenju otpadom, njih 46% aktivno sudjeluje na sastancima, a čak 91% je upoznato s tim gdje se obratiti za informacije o prikupljanju otpada¹⁶.

2010. u Capannoriju je osnovan prvi „Zero waste“ istraživački centar u Europi, gdje stručnjaci proučavaju što se i dalje baca kao mješoviti otpad koji se odlaže na deponije. Ono što su identificirali kao najčešće odbačeni nerazvrstani predmet su kapsule za kavu. S tim saznanjem, znanstvenici su se obratili tvrtkama poput Nespressa i Illy-ja kako bi došli do rješenja, odnosno kako bi se uveli biorazgradivi i reciklirani materijali u proizvodnju kapsula. Osim kapsula za kavu, najčešće odbačeni nerazvrstani predmeti su jednokratne dječje pelene. Kao rješenje, općina je ponudila roditeljima stanovnicima subvencije za kupnju perivih višekratnih pelena¹⁷.

Osim na recikliranje, naglasak je stavljen i na ponovno upotrebu. Općina je otvorila vlastiti „Centar za ponovnu upotrebu“ u selu Lammari 2011. Tamo se predmeti poput odjeće, obuće, igračaka, električnih uređaja i namještaja mogu popraviti ili prepraviti te prodati po povoljnijim cijenama, čime se smanjuje njihov udio na odlagalištima, a istovremeno ih se čini pristupačnijima onima kojima je to potrebno. Također, Centar pruža edukacije u vještinama šivanja, presvlačenja namještaja i stolarije te na taj način promovira vrijednosti i praksu ponovne upotrebe koliko je god to puta moguće¹⁸.

Općinsko vijeće dalo je porezne poticaje lokalnim malim proizvođačima za nabavu sirovina za proizvodnju sapuna i deterdženata koji se potom prodaju u rinfuzi, gdje kupac dolazi s vlastitom ambalažom tj. spremnicima. Osim sapuna i deterdženata, stanovnici mogu kupiti tjesteninu, vino, ulje i ostale potrepštine u rinfuzi i kući ih

¹⁵ The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

¹⁶ The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

¹⁷ The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

¹⁸ The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

ponijeti u ambalaži koju su donijeli sa sobom. Na taj se način smanjuje potreba za ambalažom u koju bi se namirnice i potrepštine pakirale i u njoj se prodavale¹⁹.

3.2. KRALJEVINA DANSKA

Kraljevina Danska prati trendove u gospodarenju otpadom i materijalima, sa sveobuhvatnim sustavom tokova materijala i upravljanja svojim zelenim nacionalnim računovodstvom. Zeleno nacionalno računovodstvo slijedi međunarodne smjernice kao što je Središnji okvir UN-ovog sustava ekološko-ekonomskog računovodstva. Oni bilježe tokove prirodnih resursa, materijala i otpada kao i informacije o zalihama prirodnih resursa i pokazateljima zelene ekonomije²⁰.

Kraljevina Danska je dugo bila predvodnik u OECD-u (Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj) po pitanju smanjenja količine odloženog otpada i gledanja na otpad kao na važan resurs. Ima sveobuhvatnu kombinaciju regulatornih mjera (zabrana odlaganja otpada koji se može spaliti, obvezna revizija zgrada koje treba rušiti kako bi se olakšalo uklanjanje polikloriranih bifenila [PCB]), ekonomskih instrumenata (porezi na odlaganje otpada, spaljivanje otpada i ambalaža, porez na ekstrakciju sirovina, proširena odgovornost proizvođača i programi povrata depozita za boce za piće), mjera potpore tržištu i inovacijama (financiranje inovacija i zelene javne nabave) i informativni programi (promocija eko-oznake)²¹.

Kraljevina Danska je postigla impresivna postignuća u smislu uporabe i recikliranja većine tokova otpada. Konkretno, upravljanje otpadom od građenja i rušenja među najboljim je praksama OECD-a. Recikliranje kućnog otpada, međutim, ostaje iznimka. Velika javna ulaganja u spaljivanje za obradu komunalnog otpada stvorila su ovisnost visokih razina proizvodnje komunalnog otpada. Općine, glavni vlasnici postrojenja za spaljivanje otpada, suočavaju se s viškom kapaciteta za spaljivanje otpada. Ali zato je zemlja dobro opremljena energetske postrojenjima za otpad. Ima 23 spalionice otpada (uključujući dva posebna postrojenja za obradu opasnog i drugog otpada) i ukupni kapacitet od 4,3 milijuna tona. Postojeća postrojenja za

¹⁹ The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.

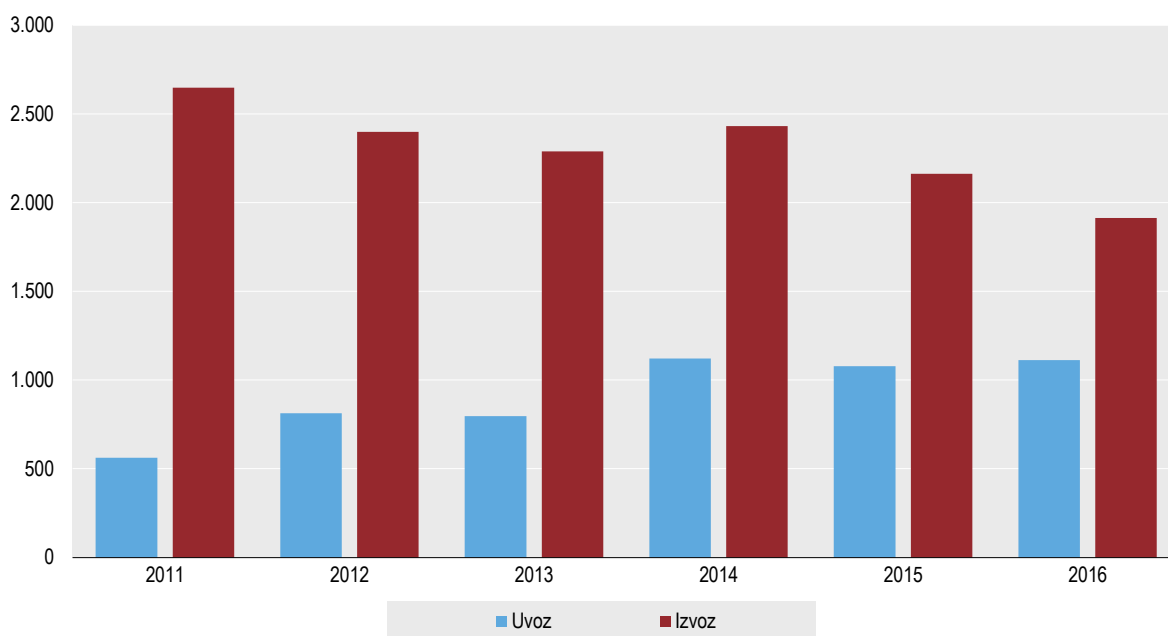
²⁰ <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (23.5.2023.)

²¹ <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (23.5.2023.)

spaljivanje otpada proizvode oko 20% centralnog grijanja u zemlji i 5% potrošnje električne energije. Kako Kraljevina Danska ide prema više recikliranja i manjem spaljivanju, doživljava višak kapaciteta spaljivanja. To je problematično, jer se troškovi spaljivanja značajno povećavaju, ako se preradi manje otpada nego što je postrojenje projektirano. Stoga Kraljevina Danska uvozi velike količine otpada za spaljivanje²².

Što se tiče prekograničnog prometa otpada, Kraljevina Danska uglavnom trguje otpadom sa susjednim europskim zemljama i Turskom. Željezo, papir i karton su među glavnim izvoznim kategorijama, što odražava ograničeni domaći kapacitet recikliranja ovih tokova otpada. Kraljevina Danska nema čeličanu koja koristi otpad, te nekoliko relativno malih tvornica papira i kartona. Glavne odredišne zemlje za izvoz su Njemačka, Turska, Norveška i Švedska. Uvoz otpada značajno je porastao od 2011., uglavnom zbog povećanja uvoza otpada pogodnog za spaljivanje, ali se stabilizirao od 2014., odražavajući višak kapaciteta spaljivanja, a što je vidljivo na grafu niže²³.

Dijagram 1: uvoz i izvoz otpada od 2011. do 2016. u Kraljevini Danskoj
Izvor: EPA, 2018, Affaldsstatistikken 2016, Waste Statistics 2016



²² <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (23.5.2023.)

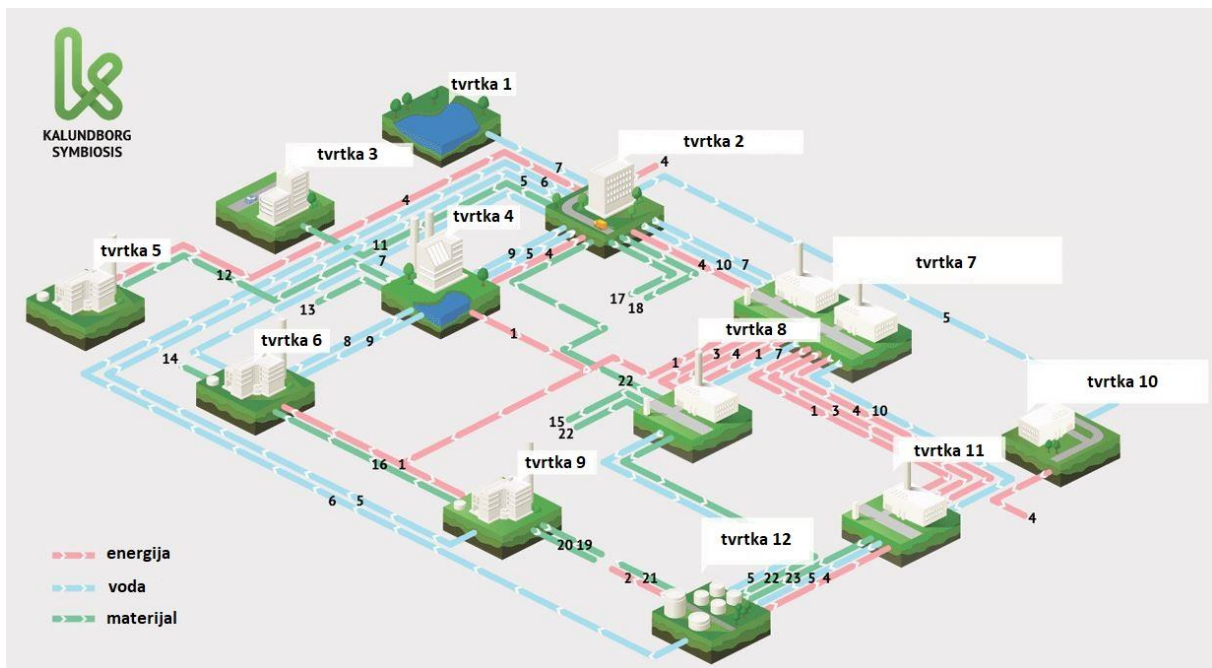
²³ <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (23.5.2023.)

„Danska bez otpada II“ je strategija prevencije otpada pokrenuta 2015. za razdoblje 2015.-2027. Identificira dvije teme koje se međusobno prožimaju (podržavanje učinkovitosti resursa među poduzećima i zelena potrošnja) i pet područja djelovanja (otpad hrane, građevinarstvo, tekstil, električna i elektronička oprema te ambalaža). Strategija ima sedam kvalitativnih ciljeva u kombinaciji s devet kvantitativnih pokazatelja za praćenje napretka u svim temama i područjima djelovanja, kao što su broj poduzeća s certificiranim sustavom upravljanja okolišem, broj proizvoda s ekološkim oznakama i stvaranje otpada u određenim industrijskim sektorima i u kućanstvima. Postoji i strategija kružnog gospodarstva usvojena u rujnu 2018. Strategija uključuje ulogu privatnih tvrtki kao pokretačke snage za prijelaz na kružno gospodarstvo, predviđajući dobrovoljnu predanost privatnog sektora za povećanje produktivnosti resursa za 40% između 2014. i 2030. i povećanje recikliranja na 80% ukupnog otpada (isključujući mineralni otpad)²⁴.

Jedan od najzanimljivijih projekata je *Kalundborg Symbiosis* (Kalundborg park). *Kalundborg Symbiosis* (slika niže) je partnerstvo između devet javnih i privatnih tvrtki u Kalundborgu u Kraljevini Danskoj. Od 1972. razvijaju prvu industrijsku simbiozu na svijetu s kružnim pristupom proizvodnji. Glavno načelo je da ostatak iz jedne tvrtke postaje resurs u drugoj, od koristi i okolišu i gospodarstvu. Takva simbioza stvara rast na lokalnom području i podržava napore tvrtki u društveno odgovornom poslovanju i ublažavanje klimatskih promjena. Partneri *Kalundborg Symbiosis* surađivali su od 1960-ih, što je rezultiralo suradničkim pristupom i otvorenosću za nove mogućnosti simbioze. Zajedničkim radom i razmjenom materijala, vode i energetske tokove između partnera, *Kalundborg Symbiosis* povećava otpornost i ekonomske dobitke, dok istovremeno smanjuje utjecaj na okoliš i troškove. Izgradnja funkcionalne industrijske simbioze ne znači zajednički rad za dobrobit jedni drugih i okoliša, već stalna potraga za boljim načinom poslovanja. Projekti dovršeni tijekom godina kreću se od postrojenja za proizvodnju algi do proizvodnje bioetanol, a neki se projekti već provode u većim razmjerima²⁵. Na slici niže prikazan je primjer toka resursa između tvrtki koje su dio Kalundborg parka.

²⁴ <https://www.oecdilibrary.org/sites/d1eaaba4en/index.html?itemId=/content/component/d1eaaba4-en> (23.5.2023.)

²⁵ <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (23.5.2023.)



Slika 3: povezivanje subjekata u Kalundborg parku

Izvor: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (23.5.2023.)

3.3. REPUBLIKA FRANCUSKA

Svake godine 10 milijuna tona hrane se izgubi ili odbaci u zemlji, što Francuze košta okvirno 16 milijardi eura. Negativan utjecaj na okoliš također je šokantan. U Republici Francuskoj otpad od hrane ispušta 15,3 milijuna tona CO₂, što predstavlja 3% ukupne emisije CO₂ u zemlji. Ove brojke izazivaju zabrinutost, ali dobra vijest je da Republika Francuska poduzima mjere za smanjenje bacanja hrane²⁶.

Sada je recikliranje obvezno za sve tvrtke, uključujući i one u ugostiteljstvu, koje proizvode najmanje 10 tona organskog otpada godišnje. To predstavlja otprilike 33 kilograma dnevno, što je za restoran koji poslužuje 150 obroka dnevno ekvivalent 50% svih njihovih restorana²⁷.

Republika Francuska je 2018. postala prva zemlja na svijetu koja je zabranila supermarketima da bacaju ili uništavaju neprodanu hranu. Umjesto toga, prisiljava ih da doniraju višak hrane dobrotvornim organizacijama i bankama hrane. Prema

²⁶ <https://blog.winnowsolutions.com/4-ways-france-is-leading-the-food-waste-agenda> (23.5.2023.)

²⁷ <https://blog.winnowsolutions.com/4-ways-france-is-leading-the-food-waste-agenda> (23.5.2023.)

francuskoj regulativi, veliki supermarketi više ne smiju bacati kvalitetnu hranu koja se približava datumu isteka roka proizvoda²⁸.

Francuska zabrana bacanja viška hrane u supermarketima zahtijeva od svake trgovine veće od 4305 m² da potpiše ugovore o donacijama s neprofitnim organizacijama. Ako to ne učine, može doći do kazne do 75.000 eura ili dvije godine zatvora. Maloprodajnoj industriji olakšava i ubrzava doniranje svojih viškova proizvoda izravno dobrotvornim organizacijama i bankama hrane²⁹.

Usluge zbrinjavanja kućnog otpada u Republici Francuskoj vode lokalne vlasti, a za svaku vrstu otpada postoje različiti zahtjevi i propisi. Pariz je pokrenuo inicijativu za recikliranje biootpada kako bi potaknuo kućanstva da recikliraju svoj otpad od hrane umjesto da ga bacaju u smeće. Sada, francuske glavne vlasti distribuiraju komplete za razvrstavanje otpada koji sadrže kutiju za recikliranje od sedam litara i vodič. Inicijativa bi trebala omogućiti 120 000 stanovnika Pariza da svoju hranu odbace u kantu za recikliranje biološkog otpada³⁰.

3.4. KRALJEVINA ŠVEDSKA

Kraljevina Švedska čvrsto drži status zemlje s najboljim sustavima i procesima prikupljanja, recikliranja i uporabe otpadnog materijala. Kraljevina Švedska je do 2020. postigla nivo gotovo nulte razine otpada, što znači da reciklira 99% lokalnog otpada te je uvezla oko 2 milijuna tona smeća iz drugih europskih država. Razlog tomu je u prvom redu savjesnost i educiranost stanovnika Kraljevine Švedske, a tek potom su tu sofisticirane tehnike prikupljanja i obrade otpada kao i podrška vlasti³¹.

Kraljevina Švedska to, naravno, nije postigla „preko noći“. Iza toga stoje godine rada, truda, želje i velikih financijskih sredstava koja primarno stižu od švedskih vlasti. Njihov je prioritet u startu prilagoditi proizvode i procese koji će proizvode činiti ekološki prihvatljivim u svim fazama njihova životnog ciklusa. Prema legislativi ove

²⁸ <https://blog.winnowsolutions.com/4-ways-france-is-leading-the-food-waste-agenda> (23.5.2023.)

²⁹ <https://blog.winnowsolutions.com/4-ways-france-is-leading-the-food-waste-agenda> (23.5.2023.)

³⁰ <https://blog.winnowsolutions.com/4-ways-france-is-leading-the-food-waste-agenda> (23.5.2023.)

³¹ Nilsson, K.: Integrated waste management, A Swedish municipal case study, Athens Center of Ekistics, 1993.

države, sve su općine odgovorne za rukovanje komunalnim otpadom kao i onim iz pojedinog kućanstva. U mnogim slučajevima gdje je gustoća naseljenosti veća, općine ugovaraju vanjske tvrtke koje se bave prikupom i transportom otpada da taj posao obavljaju za njih. Što se tiče postrojenja za obradu otpada, njima uglavnom upravljaju općine ili tvrtke koje su u vlasništvu općina. Nadalje, kako bi cijeli menadžment otpada bio unificiran u cijeloj državi, švedski odbor za zaštitu okoliša propisao je smjernice koje sve općine moraju pratiti i ispuniti³².

U Kraljevini Švedskoj se kod upravljanja otpadom posebna važnost pridodaje odvajanju otpada kod njegovog izvora, odnosno cijeli se sustav oslanja na pravilno sortiranje ondje gdje taj isti otpad nastane (npr. kućanstvo). Engleski naziv „source separation“ teži razvrstavanju opasnih proizvoda u svrhu dobivanja „čišćeg“ otpada koji je ujedno i pogodan za reciklažu. U tom smislu, opasni kućanski otpad (kao što su ostaci sredstava za čišćenje ili stare baterije) sakuplja se na određenim lokacijama za odlaganje koje u najvećoj mjeri čine benzinske pumpe. Nadalje, recikliranje materijala za kućanstva i industriju uključuje odvajanje papira, stakla, željeznog otpada, drva, tekstila i neke plastike. Prikup pojedinačnog materijala drukčije je organiziran – za neke se koriste *drop-off* centri, za neke je to klasični kamionski prikup uz prilaz kuće, dok je u nekim gradovima razvijena podzemna mreža kanala kojoj imaju pristup sva kućanstva i koja pomoću struje zraka prikuplja otpad³³.

Već 1993. u jugozapadna je švedska regija Scania koristila većinu kućnog otpada i dio industrijskog kao gorivo u centralnoj spalionici koja je na taj način proizvodila toplu vodu kapaciteta oko 500 GWh na godinu. Ta je energija služila za grijanje oko 25% Malmoa. 20 godina kasnije ta je brojka narasla na 1,4 TWh topline koje služe za opskrbu grijanja 60% svih potreba Malmoa i Burlova, kao i 250 GWh električne energije³⁴.

Još jedan dobar primjer upravljanja otpadom dolazi iz grada Lunda gdje je razvrstavanje omogućeno dvjema kantama koje su podijeljene u četiri odjeljka. Pa je tako prva kanta namijenjena odvajanju plastike, obojanog stakla, ostataka hrane i

³² Nilsson, K.: Integrated waste management, A Swedish municipal case study, Athens Center of Ekistics, 1993.

³³ Nilsson, K.: Integrated waste management, A Swedish municipal case study, Athens Center of Ekistics, 1993.

³⁴ Nilsson, K.: Integrated waste management, A Swedish municipal case study, Athens Center of Ekistics, 1993.

kućanskog otpada, dok je druga kanta namijenjena za papir, prozirno staklo, metale i karton (slika niže). Shodno tome, razvijena su i vozila čiji je teretni dio podijeljen u, također četiri odjeljka, kako bi se mogao prikupiti otpad jedne kante istovremeno (slika niže). Također, ta su teretna vozila pogonjena bioplinom koji je nastao iz ostataka hrane³⁵.



Slika 4: primjer kante za odvajanje otpada (lijevo) i teretnog vozila za prikup otpada (desno)
Izvor: Efternamn, F.: Case studies – two Swedish good examples on waste management, Avfall Sverige, 2012.

Drugi primjer dolazi iz grada Linkkopinga na jugu Kraljevine Švedske. Sustav odvajanja otpada napravljen je tako da korisnici koriste samo jednu kantu za sav otpad, no da se razvrstavanje ipak odvija i to uz pomoć različitih boja vrećica. Prednost ovog sustava je da je rješenje jeftino, jer nisu potrebni dodatni spremnici za otpad, a i vozila koja prikupljaju teret, također ne zahtijevaju posebne preinake. Nakon što se prikupe vrećice s otpadom, kreće optičko sortiranje kojim se točno i efikasno odvaja pojedina skupina otpada. Taj se otpad u konačnici reciklira, koristi kao gorivo ili se prikuplja u bioplinskom reaktoru gdje idu otpaci hrane koji su prethodno obrađeni, te se zatim ostavljaju u reaktoru za proizvodnju bioplina kako bi se razgrađivali³⁶.

³⁵ Efternamn, F.: Case studies – two Swedish good examples on waste management, Avfall Sverige, 2012.

³⁶ Efternamn, F.: Case studies – two Swedish good examples on waste management, Avfall Sverige, 2012.

4. NOVI MODEL PRIKUPLJANJA MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA U GRADU ZAGREBU

1. listopada 2022. godine u Zagrebu je uveden novi model prikupljanja i naplate miješanog otpada. U odvozu i zbrinjavanju otpada koji se reciklira (papir, plastična, metalna i staklena ambalaža te biootpad) nije bilo promjena, dok su za miješani komunalni otpad predviđene posebne vrećice, tzv. ZG vrećice (slika niže)³⁷.



Slika 5: ZG vrećice

Izvor: <https://www.poslovni.hr/hrvatska/zg-vrecice-stigle-na-vise-od-500-prodajnih-mjesta-u-zagrebu-evo-gdje-ih-kupiti-4353587> (7.6.2023.)

Kao razlog uvođenja novog modela prikupljanja i naplate, navodi se pravednija naplata. Naplata kroz novi model sakupljanja miješanog komunalnog otpada ukida dosadašnji način naplate po broju ukućana u kućanstvu i kvadraturi stana te se zamjenjuje naplatom po količini stvarno generiranog miješanog komunalnog otpada. Građani na ovaj način uslugu zbrinjavanja miješanog komunalnog otpada plaćaju

³⁷ <https://zgvrecice.cistoca.hr/> (7.6.2023.)

ovisno o tome koliko su otpada stvorili, čime se dodatno stimuliraju na razdvajanje svog otpada koji je moguće reciklirati³⁸.

Osim toga, dostupne su infografike te postavljeni plakati također u svrhu poticanja građana na razvrstavanje otpada u što većoj mjeri (vidljivo na slici niže).



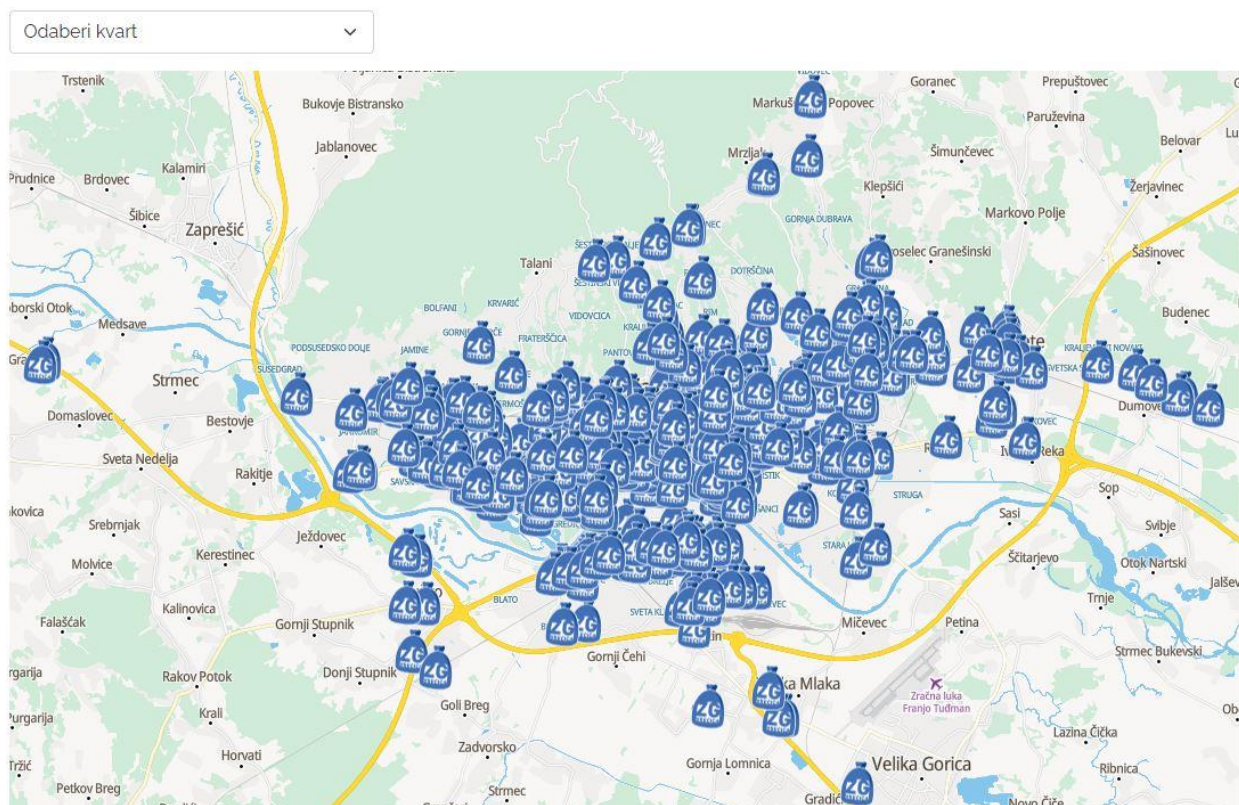
Slika 6: plakat „Kad se zgužva, nije gužva“
Izvor: autorica, 22.1.2023.

Prema novom modelu, korisnici usluge plaćaju fiksnu mjesečnu naknadu za odvoz otpada, odnosno minimalnu cijenu fiksne javne usluge kako propisuje Zakon o gospodarenju otpadom, odnosno s njime usklađena Odluka o načinu pružanja javne usluge sakupljanja komunalnog otpada na području Grada Zagreba, dok se

³⁸ <https://zgvrecice.cistoca.hr/zg-vrecice/11> (7.6.2023.)

zbrinjavanje miješanog komunalnog otpada plaća kroz kupnju za to namijenjenih, specijaliziranih vrećica volumena 10, 20 ili 40 litara³⁹.

Vrećice su dostupne na više od 600 prodajnih mjesta u gradu, uključujući trgovine, trgovačke centre, kioske, poslovnice Zagrebačkog holdinga i druga mjesta. Također, na stranicama Zagrebačkog Holdinga postoji interaktivna karta, na kojoj je moguće pronaći najbliže prodajno mjesto gdje je moguće kupiti vrećice (slika niže)⁴⁰.



Slika 7: interaktivna karta s lokacijama prodajnih mjesta na kojima je moguće kupiti ZG vrećice
Izvor: <https://zgvrecice.cistoca.hr/lokacije/71> (7.6.2023.)

Cijena obvezne minimalne javne usluge (fiksni dio) iznosi 5,97 € (45 kn) mjesečno za korisnike usluge iz kategorije kućanstvo, odnosno 11,95 € (90 kn) mjesečno za pravne osobe i obrtnike. Fiksnom iznosu treba dodati cijenu utrošenih vrećica i tako

³⁹ <https://zgvrecice.cistoca.hr/sto-se-mijenja/10> (7.6.2023.)

⁴⁰ <https://zgvrecice.cistoca.hr/lokacije/71> (7.6.2023.)

dolazimo do mjesečnog troška za odvoz otpada⁴¹. Cijene vrećica nalaze se u tablici niže.

Tablica 1: pregled cijena ZG vrećica
Izvor: <https://zgvrecice.cistoca.hr/> (12.6.2023.)

| Volumen | Cijena po komadu | Komada u pakiranju | Cijena pakiranja |
|---------|------------------|--------------------|------------------|
| 10 L | 0,26 € (2 kn) | 10 | 2,60 € (20 kn) |
| 20 L | 0,53 € (4 kn) | 10 | 5,30 € (40 kn) |
| 40 L | 1,06 € (8 kn) | 10 | 10,60 € (80 kn) |

Za razliku od dosadašnjeg sustava naplate odvoza otpada koji nije poticao građane na razdvajanje korisnog otpada, cilj novog modela sakupljanja miješanog komunalnog otpada je smanjenje količina odloženog otpada i povećanje količina korisnog otpada⁴².

Osim načina naplate koji se zasniva na količini stvorenog otpada, neke od prednosti novog sustava koje se navode, uključuju čišći grad, njegovu ljepšu vizuru u kojoj će moći uživati i građani i gosti grada, uklanjanje većeg dijela spremnika za otpad koje se nalaze na gradskim ulicama te postupno daljnje smanjivanje količine miješanog komunalnog otpada koji se mora odvoziti na odlagalište otpada Jakuševac (slika niže)⁴³.

⁴¹ <https://zgvrecice.cistoca.hr/sto-se-mijenja/10> (7.6.2023.)

⁴² <https://zgvrecice.cistoca.hr/zg-vrecice/11> (7.6.2023.)

⁴³ <https://zgvrecice.cistoca.hr/zg-vrecice/11> (7.6.2023.)



Slika 8: infografika „Odvajanje otpada u kućanstvu“
Izvor: <https://zgvrecice.cistoca.hr/> (7.6.2023.)

4.1. NOVI MODEL PRIKUPLJANJA OTPADA U PRAKSI

Na stranicama Zagrebačkog holdinga navodi se kako se učestalost odvoza pojedinih vrsta otpada razlikuje ovisno o dijelovima grada i tipovima stambenih objekata (obiteljske kuće ili višestambene zgrade). Učestalost odvoza otpada prilagođena je potrebama korisnika na pojedinom području, a informacije o terminima odvoza otpada dostupne su na stranicama Čistoće i aplikaciji Razvrstaj MojZG. Aplikacija Razvrstaj MojZG omogućuje i slanje obavijesti korisnicima dan prije odvoza pojedine vrste otpada, čime korisnici mogu značajno smanjiti pretrpavanje smetlarnika, a to mogu činiti i korištenjem zelenih otoka i reciklažnih dvorišta⁴⁴.

Prema trenutnom se rasporedu u naseljima izvan centra grada mješoviti otpad i biootpad odvoze jednom tjedno, dok se papirnati i plastični otpad odvoze jednom u dva tjedna naizmjenice. Na slici niže prikazan je isječak sa stranice Čistoće gdje je dostupna tražilica u koju se unese adresa te se prikaže raspored odvoza otpada.

Provjerite dan odvoza otpada upisivanjem naziva ulice/trga i kućnog broja.

| Ulica Božidara Magovca, Novi Zagreb - Istok, Travno | 109 | Pretražite |
|-----------------------------------------------------|-----|------------------------------|
| Tip | Dan | Učestalost |
| Papir | Sri | Plavi tjedan (28. 06. 2023.) |
| Mješoviti | Uto | Svaki tjedan |
| Plastika | Sri | Žuti tjedan (05. 07. 2023.) |
| Bio | Uto | Svaki tjedan |

Slika 9: tražilica rasporeda odvoza otpada prema adresi i kućnom broju

Izvor: <https://www.cistoca.hr/usluge/skupljanje-i-odvoz-otpada-22/odvoz-otpada-iz-kucanstva/1307> (26.6.2023.)

S obzirom na trenutni raspored odvoza otpada, spremnici su često pretrpani. Naročito je to vidljivo na spremnicima za plastični i papirnati otpad, koji se odvoze naizmjenice svaki drugi tjedan. Navedeno je vidljivo na nekoliko fotografija niže, snimljenih u različitim naseljima u Zagrebu.

⁴⁴ <https://zgvrecice.cistoca.hr/cesta-pitanja/35> (12.6.2023.)



Slika 10: pretrpan spremnik u naselju Trnava
Izvor: autorica, 8.12.2022.



Slika 11: pretrpani spremnici u naselju Odra
Izvor: autorica, 27.1.2023.



Slika 12: pretrpan spremnik u naselju Zapruđe
Izvor: autorica, 20.2.2023.



Slika 13: pretrpan spremnik u naselju Utrina
Izvor: autorica, 12.6.2023.

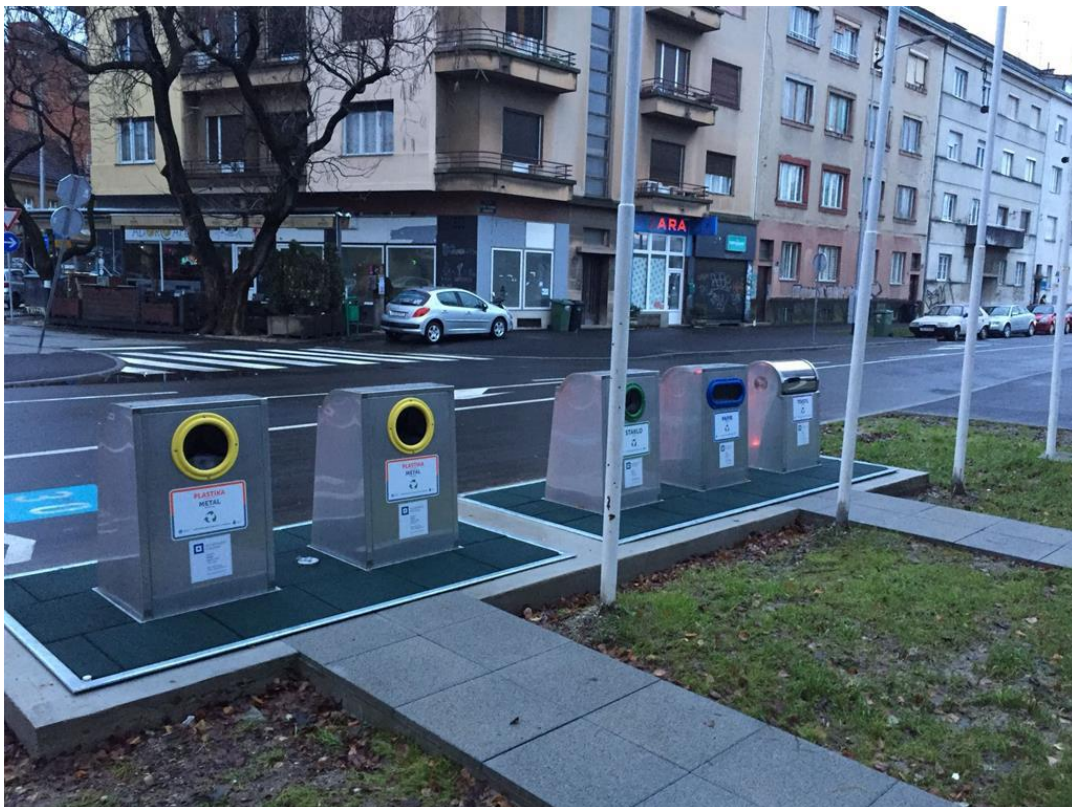
4.2. ANKETA O ZADOVOLJSTVU GRAĐANA NOVIM MODELOM PRIKUPLJANJA OTPADA

U svrhu analize realnog stanja među građanima, provedena je anketa u obliku Google obrasca. Anketa je provedena u razdoblju od 30.4.2023. do 28.6.2023.

Pitanja koja se odnose na sve građane odnose se na njihovu dob, gradsku četvrt u kojoj stanuju te razina razumijevanja razloga uvođenja ZG vrećica. Sva pitanja ankete i njezini rezultati nalaze se u Prilogu 1.

S obzirom da stanovnici obiteljskih kuća imaju vlastite spremnike za miješani komunalni otpad, papirni otpad i biootpad, pitanja oko odlaganja i odvoza otpada se razlikuju u odnosu na stanovnike stambenih zgrada.

Stanovnici stambenih zgrada, ovisno o lokaciji, otpad odlažu u različite spremnike. Na slikama niže prikazani su podzemni spremnici, zasebni spremnici, smetlarnici te zeleni otoci.



Slika 14: podzemni spremnici

Izvor: <https://www.cistoca.hr/info-centar/aktualnosti/2018/prvi-podzemni-spremnici-za-odvojeno-sakupljanje-otpada/1806> (12.6.2023.)



Slika 15: zasebni spremnici
Izvor: autrica, 12.6.2023.



Slika 16: smetlarnik
Izvor: autrica, 27.6.2023.

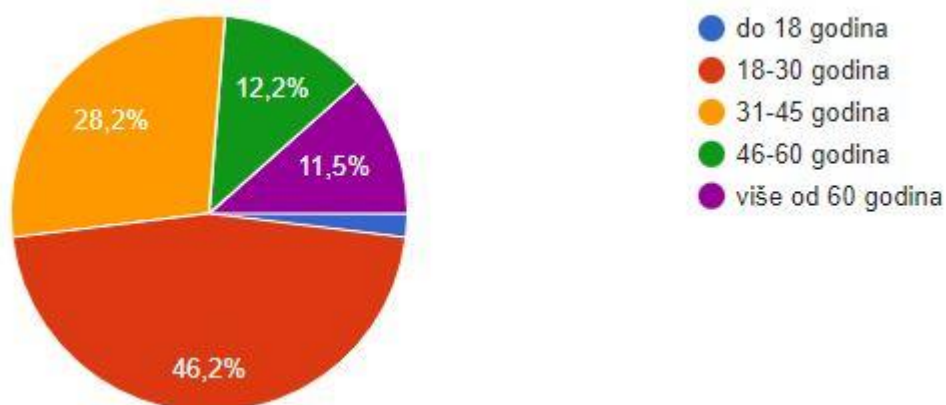


Slika 17: zeleni otok
Izvor: autorica, 12.6.2023.

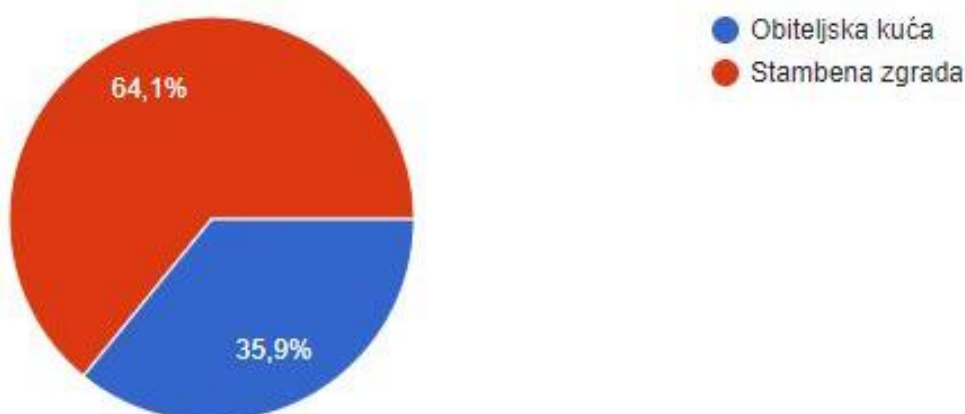
4.3. REZULTATI ANKETE

Na anketu je odgovorilo 156 ispitanika, njih nešto manje od 50% pripada dobnoj skupini 18-30 godina. Dobna struktura svih ispitanika prikazana je na grafu niže. Prema gradskoj četvrti u kojoj stanuju, ispitanici su podjednako raspoređeni po cijelome gradu (karta gradskih četvrti priložena pitanju nalazi se u Prilogu 2). Od ukupnog broja ispitanika, njih 64% stanuje u stambenim zgradama, dok ostali stanuju u obiteljskim kućama. S obzirom da se pitanja razlikuju za ispitanike stambenih zgrada i obiteljskih kuća, tako će biti i podijeljeni rezultati.

Dijagram 2: dobna struktura ispitanika



Dijagram 3: vrste stambenih objekata u kojima stanuju ispitanici



4.3.1. OBITELJSKE KUĆE

Od ukupnog broja ispitanika, 84% ispitanika koji stanuju u obiteljskim kućama navodi da upotrebljavaju ZG vrećice za odlaganje miješanog komunalnog otpada. Jedna petina, odnosno 20% ispitanika navodi da su i prije uvođenja ZG vrećica skoro u potpunosti odvajali otpad, dok se nakon uvođenja ZG vrećica taj postotak popeo na 45%. Više od 30% ispitanika navodi kako novi sustav naplate odvoza otpada ne smatra pravednijim od prethodnog.

Ispitanici smatraju da se miješani komunalni otpad ne odvozi dovoljno često, kao ni ostale vrste otpada. Na pitanje što bi ispitanike potaknulo na odvajanje otpada u većoj mjeri, najviše ih odgovara kako bi to bio učestaliji odvoz otpada i kolektivna osviještenost građana o recikliranju.

Također, ispitanici su bili u mogućnosti navesti i svoje prijedloge, a neki od njih su: „Ukidanje skupih, potencijalno koruptivnih ZG vrećica i uvođenje sustava plaćanja prema količini proizvedenog/odvezenog otpada pomoću kartice koja otvara spremnik za otpad, a koja je u posjedu isključivo članova kućanstva.“, „Čuvanje okoliša.“

4.3.2. STAMBENE ZGRADE

Više ispitanika živi u stambenim zgradama te većina odlaže otpad u zasebne spremnike i smetlarnike koji se nalaze u sklopu stambene zgrade ili u njezinoj neposrednoj blizini. Njih 66% ispitanika navodi da uvijek koriste ZG vrećice za odlaganje miješanog komunalnog otpada. Samo 20% ispitanika navelo je da prije uvođenja ZG vrećica nisu uopće odvajali otpad, dok ih nakon uvođenja ZG vrećica preostaje tek 8%. Također, postotak onih koji gotovo u potpunosti i u potpunosti odvajaju otpad prije i poslije uvođenja ZG vrećica se povećao za duplo.

Kao i ispitanici koji stanuju u obiteljskim kućama, i ispitanici koji stanuju u stambenim zgradama složni su u tome da novi sustav naplate odvoza otpada nije pravedniji od onog prethodnog. Miješani otpad se, prema mišljenju ispitanika, odvozi najmanje redovito te stvara najveće probleme. Miješani otpad slijedi onaj plastični, za koji 35% ispitanika smatra da se ne odvozi dovoljno često. Oko 30% ispitanika složno je kako

se niti papirnati i biootpad ne odvoze dovoljno često, no ipak smatraju kako je raspored odvoza primjereniji nego što je to slučaj kod miješanog i plastičnog otpada.

Većina ispitanika navodi kako jako često nailaze na pune spremnike prilikom odlaganja otpada te da bi u većoj mjeri odvajali otpad, odnosno kako bi bili više motivirani za isto kada spremnici ne bi bili pretrpani prilikom odlaganja. Na pitanje što bi ih potaknulo na odvajanje otpada u većoj mjeri, više od 60% ispitanika odgovorilo je kako je to kolektivna osviještenost građana o recikliranju, s obzirom da je vrlo demotivirajuće kada se pojedinci trude razvrstavati otpad i koristiti ZG vrećice, dok ostali niti razvrstavaju otpad, niti koriste ZG vrećice, a prolaze bez sankcija.

Neki od prijedloga za poticanje građana na odvajanje otpada u većoj mjeri ispitanika su: „Bolja organizacija cjelokupnog procesa i opravdanost ciljeva.“, „Kada se ne bi prisilom tjeralo građane na odvajanje otpada i to novčanim kaznama, pritom znajući da sav otpad završi na istoj hrpi na Jakuševcu.“, „Mogućnost da grad stvarno sve reciklira, a ne samo određene stvari.“, „Kada proizvodi ne bi imali miješane ambalaže, npr. ambalaža od papira i plastike.“, „Stvar je problematična zbog niske kulture i osviještenosti građana koji se ponašaju kao da smeće magično nestaje i ne doprinose koliko bi stvarno mogli.“, „Više marketinga i promocije o otpadu, recikliranju i konzumerizmu, s obzirom da veći konzumerizam akumulira više smeća.“

5. PRIJEDLOG RJEŠENJA

Nakon provedene ankete može se zaključiti kako postoji nekoliko većih problema koji smetaju većini građana te utječu na kolektivnu svijest o važnosti odvajanja otpada. Uočeni problemi su:

- pretrpanost spremnika, odnosno prerijedak raspored odvoza otpada;
- subjektivni osjećaj nepravедnosti sustava naplate;
- nedostatak edukacije građana o važnosti odvajanja otpada.

Za prva dva problema predlažu se rješenja integracijom pametnih sustava koji se sastoje od ultrazvučnih senzora te mobilnih i programskih aplikacija za optimizaciju rute i rasporeda odvoza.

Ultrazvučni senzori su elektronički uređaji koji emitiraju ultrazvučne valove te tako prepoznaju udaljenost od definiranog predmeta u prostoru. Kada se takav senzor pričvrsti na poklopac spremnika za otpad, s unutarnje strane, senzor detektira razinu popunjenosti spremnika, odnosno preostali neispunjeni kapacitet. Umrežavanjem senzora i povezivanjem s mobilnim i programskim aplikacijama, može se optimizirati raspored i rute prikupljanja svih vrsta otpada⁴⁵.

Na konkretnom primjeru Zagreba, to bi značilo da ne bi postojao fiksni raspored odvoza otpada, kao što je to trenutno slučaj, već bi se papirnati i ostale vrste otpada, odvozile prema potrebi, odnosno kada se spremnici popune. Navedeno bi doprinijelo tome da se prorijede situacije kada građani dolaze odložiti otpad te nailaze na pretrpane spremnike te moraju svoj otpad odložiti pokraj samog spremnika.

Univerzalno i opipljivo rješenje za posljednji navedeni problem nedostatka edukacije građana ne postoji. Na edukaciji i podizanju svijesti o važnosti pravilnog odlaganja i odvajanja otpada mora se raditi kontinuirano, kako s djecom „od malih nogu“, tako i s odraslima koji često odbijaju prilagoditi se novim sustavima i učiti o novim tehnologijama.

⁴⁵ <https://waste.solutions/blog/sensors-changing-the-way-we-manage-waste-recycling/> (25.7.2023.)

5.1. PRIJEDLOG RJEŠENJA ZA PROBLEM PRETRPANOSTI SPREMNIKA

Kao rješenje za problem pretrpanosti spremnika i neadekvatnog rasporeda odvoza otpada, predlaže se primjena sustava za daljinsko mjerenje popunjenosti kontejnera za otpad i optimizaciju ruta za sakupljanje i odvoz otpada.

U Zagrebu je trenutno na snazi raspored odvoza otpada koji je izrađen na pretpostavci koliko se brzo nakuplja otpad i pune spremnici. Procjene se temelje na veličinama spremnika i broju stanovnika određenog područja. S obzirom na broj ispitanika provedene ankete o zadovoljstvu novouvedenim sustavom odlaganja i prikupljanja otpada u Zagrebu, a koji su naveli kako vrlo često nailaze na pretrpane spremnike prilikom odlaganja otpada, ovaj se sustav čini kao optimalno rješenje.

Sustav čine senzori koji se postavljaju na poklopce spremnika za otpad, mobilna aplikacija koja vozačima izdaje radne naloge, kreira rute za prikupljanje otpada te omogućava komunikaciju s dispečerima te programska aplikacija⁴⁶.

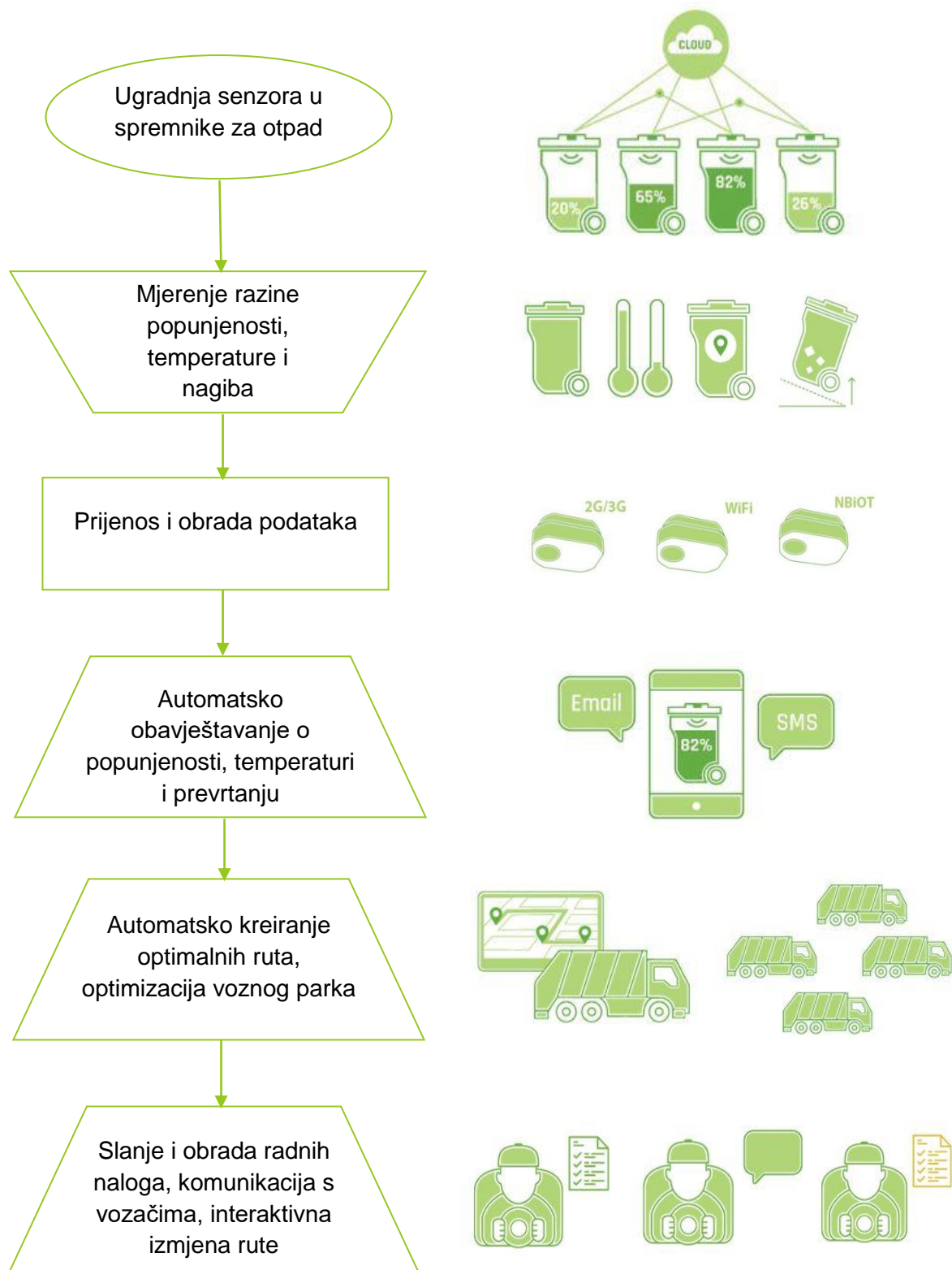
Programska aplikacija kombinira podatke o popunjenosti kontejnera s podacima o statusu i kretanju komunalnih vozila, sustav automatski kreira optimalne rute za obilazak kontejnera i sakupljanje otpada što u konačnici dovodi do smanjenja broja odvoza, a time i značajnog smanjenja svih troškova transporta i radnih sati djelatnika, kao i zagušenje gradskih prometnica⁴⁷.

Kontinuiranim korištenjem, sustav obrađuje zabilježene razine otpada kroz vrijeme te na temelju njih izračunava prosječno vrijeme koje je potrebno kako bi se spremnik napunio te određuje vrstu i broj vozila potrebnih za obilazak rute⁴⁸. Dijagram toka funkcioniranja sustava za nadzor popunjenosti kontejnera prikazan je na slici niže.

⁴⁶ <https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste#> (25.7.2023.)

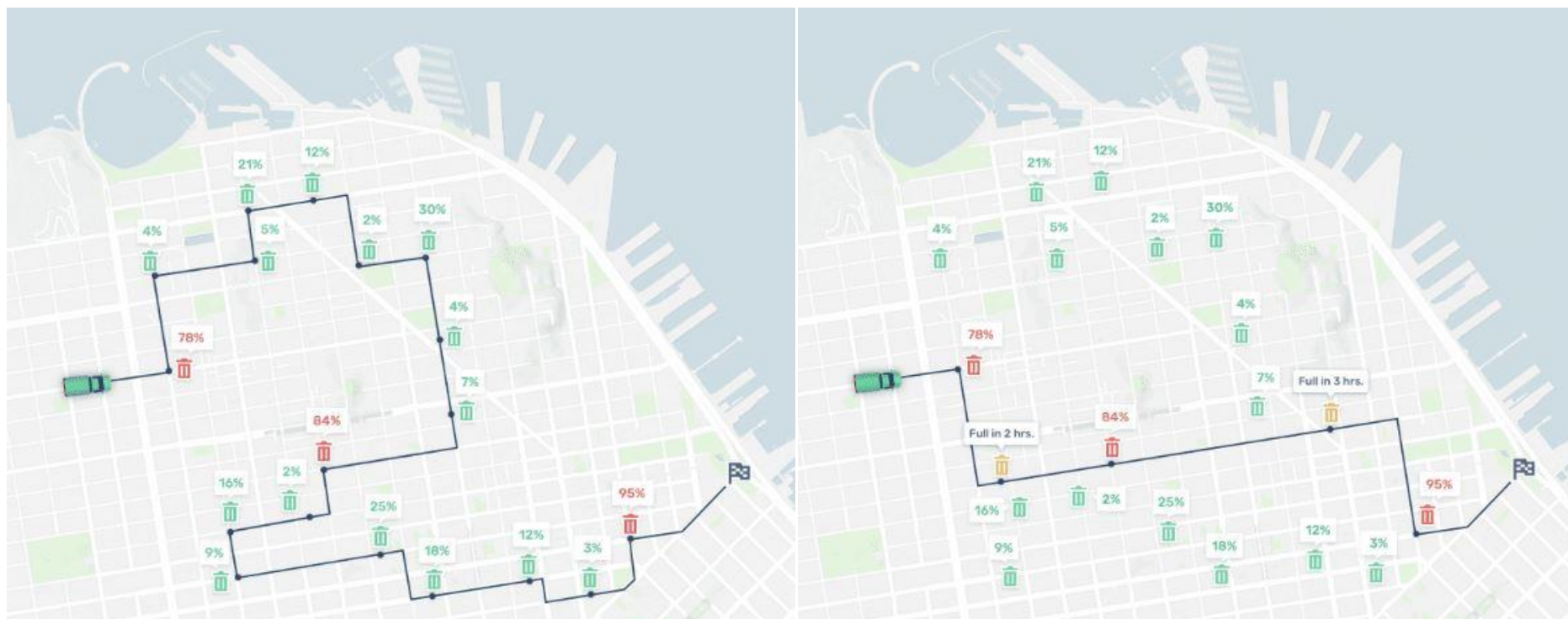
⁴⁷ <https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste#> (25.7.2023.)

⁴⁸ <https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste#> (25.7.2023.)



Slika 18: dijagram toka sustava za nadzor popunjenosti kontejnera
 Izvor: izradila autorica prema <https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste#> (21.7.2023.)

Na slici niže prikazan je uobičajeni sustav prikupljanja otpada, odnosno prikupljanje prema ustaljenoj ruti, bez obzira jesu li spremnici popunjeni ili nisu. Na slici nakon prikazana je ruta kretanja vozila, kako bi trebala izgledati, za prikupljanje otpada uz primjenu sustava nadzora popunjenosti spremnika. Vidljivo je kako je ruta puno kraća te se ne obilaze i ne prazne spremnici koji nisu popunjeni.



Slika 19: ruta prikupljanja prije (lijevo) uvođenja sustava nadzora popunjenosti spremnika i ruta prikupljanja (nakon) uvođenja sustava nadzora popunjenosti spremnika

Izvor: <https://nordsense.com/the-ultimate-guide-to-smart-waste-management/> (25.7.2023.)

Eco Mobile d.o.o. je informatička tvrtka sa sjedištem u Zagrebu, specijalizirana za razvoj, proizvodnju i implementaciju naprednih informacijsko-komunikacijskih (ICT) rješenja za potporu procesima u gospodarenju otpadom. Eco Mobile d.o.o. je standard partner tvrtke Hrvatski telekom d.d. za razvoj i implementacije specijaliziranih ICT rješenja za potporu procesima u gospodarenju otpadom kao i partner Nokia Corporation na globalnom tržištu u Smart City rješenjima⁴⁹.

Eco Mobile je u potpunosti razvijen i proizveden u Republici Hrvatskoj te nudi proizvode i rješenja poput pametnih kontejnera, sustava za elektronsku evidenciju odvoza otpada, nadzor popunjenosti kontejnera, automatizaciju prolaza na odlagalištima te obradu i prikaz podataka o kontejnerima⁵⁰.

Na slici niže prikazan je senzor popunjenosti spremnika za otpad tvrtke Eco Mobile. Senzori, osim što ultrazvučnom tehnologijom mjere razinu popunjenosti spremnika, također nadziru i temperaturu spremnika te tako službe mogu na vrijeme biti obaviještene i pravovremeno reagirati ukoliko dođe do zapaljenja spremnika. Osim toga, senzori mogu pratiti i stupanj nagiba samog spremnika i njegovu lokaciju te detektirati promjenu nagiba i poslati obavijest kroz sustav ukoliko se isti prevrnuo ili ako je spremnik izmješten iz predviđenog područja⁵¹.



Slika 20: senzor popunjenosti spremnika za otpad
Izvor: <https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste#> (21.7.2023.)

⁴⁹ <https://www.ecomobile.hr/hr/o-nama> (21.7.2023.)

⁵⁰ <https://www.ecomobile.hr/hr/> (21.7.2023.)

⁵¹ <https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste#> (21.7.2023.)

5.2. PRIJEDLOG RJEŠENJA ZA PROBLEM SUSTAVA NAPLATE

Kao rješenje problema sustava naplate s kojim većina građana, a koji su sudjelovali u provedenoj anketi, nije zadovoljna, predlaže se primjena RFID (engl. *Radio Frequency Identification*) tehnologije.

RFID je oblik bežične komunikacije koji uključuje korištenje elektromagnetskog ili elektrostatičkog povezivanja u radiofrekvencijskom dijelu elektromagnetskog spektra za jedinstvenu identifikaciju predmeta, osoba, tereta i sl. RFID tehnologija ima široku primjenu, a neki od primjera su: praćenje vozila i robe, kontroliranje ulaza i izlaza zaposlenika u poslovne zgrade, praćenje stanja zaliha, navigacija skladišnih radnika tijekom komisioniranja i sl.⁵²

Osnovni RFID sustav čine tri komponente: čitač, antena i računalni program, odnosno baza podataka u koju se prikupljaju informacije⁵³.

Vrlo često se spremnici za odlaganje otpada nalaze na javnim površinama te u njih, pravilno ili nepravilno, zapravo svatko može odložiti svoj otpad. To je još jedan dio problema s kojima se susreću građani, s obzirom da, iako se većina trudi odvajati i odlagati otpad ispravno, bilo tko drugi, tko i ne stanuje na tome području ili zgradi, može odložiti otpad neispravno.

U ovome slučaju, na primjeru odlaganja i prikupljanja otpada, bravica s RFID čitačem postavlja se na spremnik za otpad te se stanarima dijele tzv. čipovi s kojima otvaraju spremnike te na taj način ne bi moglo dolaziti do neovlaštenog pristupa i odlaganja otpada.

Sve informacije o tome koliko puta je tko odložio otpad i u koji spremnik, automatski se prikupljaju u sustav te se prema tome vrši obračun za komunalne usluge odvoza. RFID čip vrlo je jednostavan za korištenje, s obzirom da dolazi u obliku privjeska za ključeve te ga korisnik samo treba prisloniti na RFID čitač koji potom otvara bravicu. Niže je prikazan dijagram toka primjene RFID bravice za kontrolirani pristup spremnicima za otpad.

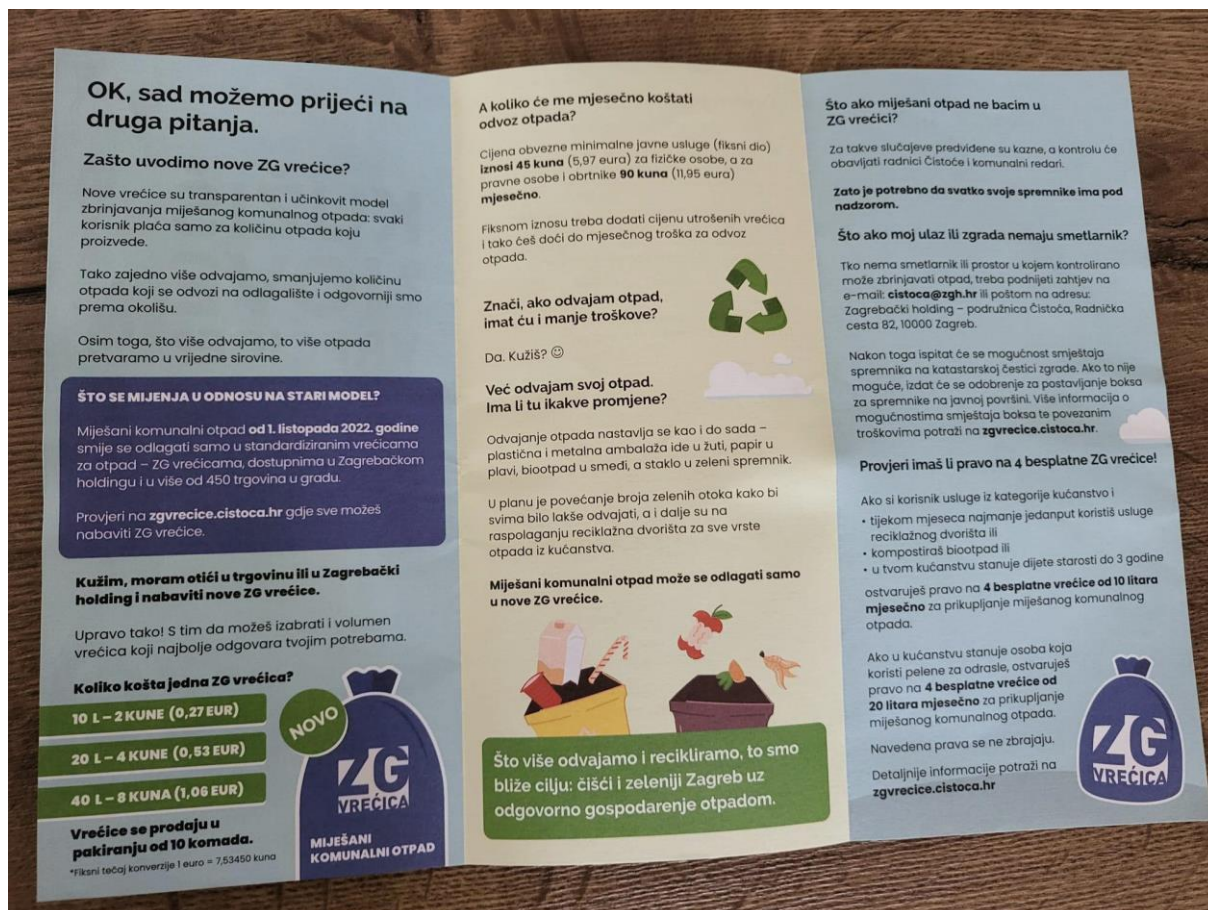
⁵² <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/RFID-radio-frequency-identification> (27.7.2023.)

⁵³ <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/RFID-radio-frequency-identification> (27.7.2023.)

5.3. PRIJEDLOG RJEŠENJA ZA PROBLEM NEDOSTATKA EDUKACIJE GRAĐANA

Na problem nedostatka edukacije građana, moglo bi se primijeniti rješenje koje se pokazalo uspješnim na ranije navedenom primjeru talijanskog gradića Capannorija. Ono što je Capannoriju pridonijelo prilikom edukacije građana bila su organizirana okupljanja na javnim mjestima, gdje su se održavale edukacije i savjetovanja o odvajanju otpada te njegovim učincima.

U Zagrebu su prilikom uvođenja novog sustava podijeljene brošure prikazane na slici niže. Također, brošure su dolazile i uz mjesečne račune.



Slika 22: brošura ZG vrećice

Izvor: https://www.reddit.com/r/croatia/comments/xbkl7v/zg_vre%C4%87ice_mi%C5%A1ljenje/ (19.7.2023.)

Također, u Capannoriju su prije i za vrijeme uvođenja novog sustava podijeljeni besplatni kompleti za odvajanje otpada koji su uključivali kante i vrećice potrebne za učinkovito odvajanje otpada.

U Zagrebu to nije bio slučaj, a vrećice za plastiku i biootpad koje dijele djelatnici Čistoće, zadnji su put podijeljene u listopadu 2022., iako se na stranicama Zagrebačkog holdinga navodi kako se podjela besplatnih vrećica vrši svakih pola godine⁵⁴. Grad Zagreb i Čistoća tako ponovno navode građane da kupuju jednokratne plastične vrećice kako bi imali u što odložiti plastičnu i metalnu ambalažu.

Ono što građani samostalno rade, bez inicijative grada i Čistoće, je pokretanje Facebook grupa u kojima se razmjenjuju rabljene stvari. Osim toga, organiziraju se tzv. buvljaci, koji su ponekad podržani od strane većih grupacija, poduzeća i sl.

Jedna od akcija koje su pokrenuli građani u suradnji s Kliničkim bolničkim centrom Zagreb je „Igračkom do dječjeg osmijeha“. Ideja akcije bila je donacija plišanih igračaka odjelu pedijatrije KBC-a Zagreb, kako bi djeci koja dolaze na preglede i liječenje barem malo uljepšali boravak u bolnici. Pokazalo se i potvrdilo kroz ovu akciju da darivanje potiče domino efekt, s obzirom da su ubrzo sva spremišta KBC-a napunjena plišanim igračkama, slikovnicama itd. (slika niže).



Slika 23: igračke donirane KBC-u Zagreb
Izvor: <https://www.kbc-zagreb.hr/igrackom-do-djecjeg-osmijeha.aspx> (19.7.2023.)

⁵⁴ <https://sada.zgh.hr/informacije-o-odvajanju-otpada> (19.7.2023.)

Također, jedna od grupa za razmjenu stvari je „Sharing is caring“. Na slici niže izdvojeno je nekoliko objava iz navedene grupe. Građani si zapravo međusobno rade usluge, netko se želi riješiti određenog namještaja, igračaka, kozmetike i sl., a netko drugi proizvod dobiva besplatno, sve što treba napraviti je doći ga pokupiti na dogovorenom mjestu. Na taj način se predmetima daje „druga šansa“ te smanjuje količina potencijalnog otpada na odlagalištima.

Poklanjam s uvjetom da se ga se sutra može pokupiti u razdoblju od 17:30 do 19:30h jer se selim. Stol je na prvom katu, lifta nema. Ladice su odvojene od stola i poklanjam ih skupa sa stolom. Trešnjevka, kod placa



Pozdrav,
poklanjam sve sa slike.
Razne kreme/losioni za tijelo, otvoreni, ali ne odgovaraju mi.
Puno šminke, sjenila uglavnom i ruževi, sjajila (nisu korišteni)
pegla za kosu Remington, stara 100 godina, ali i dalje radi bez problema
i ostatak sa slike vidljiv, ako kome treba.
Uvijet je osobno preuzimanje, Vrbani



Poklanjam sve posuđe sa slike. Volovčica.



Poklanjam dječije igracke, preuzimanje na Savici.



Slika 24: objave u grupi „Sharing is caring“ na Facebook-u
Izvor: autorica, 14.7.2023.

Vidljivo je kako je zapravo većina građana zainteresirana za razmjene rabljenih stvari, donacije i sl. Ovakve i slične akcije imaju potencijal postati još uspješnijima ako se organiziraju na razini grada. Također, po uzoru na Capannori predlaže se organizirati, primjerice, tijekom vikenda radionice „uradi sam“ projekata, kompostiranja i sl.

6. ZAKLJUČAK

Upravljanje otpadom može se definirati kao jedno od bitnijih područja djelovanja povratne logistike. Ono osigurava provođenje aktivnosti povratne logistike: prikupljanje, pregled, sortiranje, popravak, čišćenje i obradu. Najveći izazov povratne logistike pri upravljanju otpadom svakako je organizacija prikupa, s obzirom da se prikup vrši na više točaka gdje otpad nastaje, a odlaganje i obrada na jednoj točki.

S obzirom da je teško unaprijed predviđati brzinu punjenja spremnika za otpad, u velikom se broju sustava prikupljanja otpada, prikupljanje otpada iz kućanstava i poslovnih objekata obavlja prema fiksnom rasporedu. Potreba za redovitim uklanjanjem i odvozom otpada tim je veća s obzirom na činjenicu kako velika gustoća naseljenosti kao posljedicu ima veliku količinu generiranog otpada, a loše organiziran i postavljen sustav prikupljanja i odvoza otpada može kao posljedicu imati narušenu kvalitetu života, odnosno moguć razvoj infekcija koje bi, s obzirom na veliku gustoću naseljenosti, mogle u kratkom vremenu zahvatiti veću populaciju stanovništva. Uobičajeni sustavi odvoza otpada primjenom prometne suprastrukture sve su manje efikasni, s obzirom na to da oni mogu stvoriti dodatno zagušenje u prometu prolazeći kroz strukturu gradskih ulica te smanjen manevarski prostor.

U talijanskoj općini Capannori u razdoblju između 2005. i 2010. godine, uvođenjem sustava prikupljanja otpada „od vrata do vrata“, postignuti su rezultati od 82% razvrstanog otpada u samom kućanstvu. Do 2012. taj se postotak popeo na 90%. Svijest stanovnika o važnosti odvajanja otpada podignuta je održavanjem javnih edukacija i savjetovanja, dijeljenjem edukativnih brošura i besplatnih kompleta za odvajanje otpada. Iz ovog je primjera vidljivo kako je edukacija najvažniji segment u razvrstavanju otpada na njegovom izvorištu, što kasnije uvelike doprinosi mogućnostima recikliranja i uporabe.

Na primjeru Kraljevine Danske ističe se pogled na otpad kao na važan resurs. Sveobuhvatna kombinacija regulatornih mjera (zabrana odlaganja otpada koji se može spaliti, obvezna revizija zgrada koje treba srušiti i sl.), ekonomskih instrumenata (porezi na odlaganje otpada, spaljivanje otpada i ambalaža, porez na

ekstrakciju sirovina, programi povrata depozita za boce za piće...), mjera potpore tržištu i inovacijama (zelena javna nabava) i informativni programi (npr. eko-oznake).

Republika Francuska je 2018. postala prva zemlja u svijetu koja je supermarketima zabranila da bacaju ili uništavaju neprodanu hranu. Zabrana bacanja viška hrane u supermarketima zahtijeva od svake trgovine veće od 4305 m² da potpiše ugovore o donacijama s neprofitnim organizacijama, u protivnom riskiraju kazne do 75.000 eura te kaznu zatvora. Na taj se način ubrzava proces doniranja viškova hrane dobrotvornim organizacijama i bankama hrane.

Kraljevina Švedska je do 2020. postigla nivo gotovo nulte razine otpada, što znači da reciklira 99% domaćeg otpada te je uvezla oko 2 milijuna tona smeća iz drugih europskih država. U prvom je redu navedeno zasluga educiranosti i savjesnosti stanovnika Kraljevine Švedske, a tek nakon toga slijede sofisticirane tehnike prikupljanja i obrade otpada, kao i podrška vlasti. Cijeli se sustav oslanja na pravilno sortiranje ondje gdje otpad nastaje, npr. u kućanstvu. Prikup različitih vrsta otpada vrši se na više načina – za neke se koriste tzv. drop-off centri, za neke klasični kamionski prikup uz prilaz kuće ili stambene zgrade, dok je u nekim gradovima razvijena podzemna mreža kanala kojoj imaju pristup sva kućanstva i koja pomoću struje zraka prikuplja otpad.

Ideja sustava uvedenog 1. listopada 2022. u Zagrebu, za odlaganje i prikupljanje miješanog komunalnog otpada, pravednija je naplata. Prema novouvedenome sustavu, građani dobivaju mjesečni račun s fiksnim dijelom iznosa komunalne usluge, a varijabilni dio plaćaju kroz vrećice koje potroše za odlaganje miješanog komunalnog otpada. Ideja je bila tako potaknuti građane na odvajanje otpada u većoj mjeri, kako bi varijabilni trošak komunalne usluge sveli na minimum. Također, kao jedan od razloga uvođenja ovog sustava, navedeno je kako će grad u cjelini biti čišći.

Nakon ankete, provedene među građanima, o zadovoljstvu novouvedenim sustavom odvajanja i naplate odvoza otpada, vidljivo je kako većina građana nije zadovoljna s istim. Većina građana navela je kako novi sustav naplate odvoza otpada ne smatra pravednijim u odnosu na onaj prethodni. Također, većina građana izjasnila se kako smatra da bi učestaliji odvoz otpada i kolektivno podizanje svijesti o važnosti recikliranja i odvajanja uvelike doprinijeli motivaciji građana za odvajanje otpada,

recikliranje, oporabu i sl. U mišljenjima su složni i građani koji žive u stambenim zgradama te oni koji žive u obiteljskim kućama.

Anketa je dala uvid u stav građana prema novouvedenom sustavu te definirala najveće probleme istog. Istaknuli su se problemi pretrpanosti spremnika, odnosno raspored odvoza koji nije u skladu s razinom popunjenosti spremnika, zatim osjećaj kako je sustav naplate nepravedan te nedostatak edukacije građana o važnosti odvajanja otpada. Za svaki navedeni problem ponuđeno je rješenje koje se smatra najjednostavnijim za implementaciju te lako razumljivo građanima.

Kao prijedlog rješenja za problem pretrpanosti spremnika, ponuđeni su ultrazvučni senzori koje je potrebno ugraditi na poklopac spremnika s unutrašnje strane. Senzor u spremniku za otpad mjeri razinu popunjenosti, njegovu temperaturu i nagib te tako sprječava veće požare ili izmještanje spremnika iz njegovog zadanog područja. Senzori se 2G/3G mrežom, WiFi-jem i sl. povezuju s mobilnom aplikacijom te programskom aplikacijom. Mobilna aplikacija može automatski slati obavijesti o razini popunjenosti, naglom povećanju temperature spremnika i promjeni nagiba, dok programska aplikacija kreira rute za prikupljanje otpada, izdaje radne naloge vozačima, komunicira s dispečerima itd. Senzori su dobavljeni na području Republike Hrvatske, s obzirom da ih proizvodi domaća tvrtka te se sustav može implementirati na području Zagreba.

RFID tehnologija mogla bi poslužiti kao rješenje za problem sustava naplate. Sustav za identifikaciju sastoji se od RFID „čipa“, čitača i računalnog programa. Navedeno bi moglo riješiti problem neovlaštenog pristupa spremnicima za otpad te bilježiti svako otvaranje spremnika i odlaganje otpada. Navedene se informacije prikupljaju u bazu podataka, odnosno računalni program, prema čemu se onda vrši naplata komunalne usluge, odnosno izračunava naknada za odvoz otpada. RFID bravice i čitači, kao i senzori popunjenosti, mogu se ugraditi na spremnike za sve vrste otpada.

Za rješenje problema nedostatka edukacije građana potrebno je izdvojiti i uložiti vrijeme. Građanima je potrebno na dobrim primjerima pokazati kako se stvari koje se više ne koriste mogu ponovno „vratiti u život“ ili prenamijeniti. Također, potrebno je građanima pokazati da se njihov trud zaista isplati te da se različite vrste otpada nakon prikupa ne odlažu na isto mjesto. Iako građani sami pokreću akcije prikupljanja

igračaka, odjeće i sl. kada za to postoji potreba, sudjelovanje grada u spomenutim akcijama svakako bi dodatno motiviralo građane.

POPIS LITERATURE

Knjige, skripte, znanstveni radovi

1. Zvone, I.: Povratna logistika, Završni rad, Pomorski fakultet, Sveučilište u Rijeci, 2022.
2. Rogers D.S., Tibben – Lembke R.S.: Going backwards: Reverse Logistics Trends and Practices; Reverse Logistics Executive Council, Pittsburgh, SAD, 1998.
3. Perković, M.: Primjena koncepata povratne logistike u sustavu zbrinjavanja glomaznog otpada Grada Zagreba, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2015.
4. Blumberg, D. F.: Introduction to Management of Reverse Logistics and Closed Loop Supply Chain Processes-CRC Press , 2004.
5. Bajor, I.: Model organizacije sabirnih centara u sustavu povratne logistike, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2014.
6. H. Han, E. Ponce-Cueto; Waste Collection Vehicle Routing Problem, *Promet - Traffic & Transportation*, Vol. 27, No. 4, 2015.
7. Republika Hrvatska. Zakon o gospodarenju otpadom. Izdanje: 84. Zagreb: Narodne novine; 2021.
8. Lutz, R.: Adaptive Large Neighborhood Search, Faculty of Engineering and - Computer Science, Ulm University, Njemačka, 2014.
9. Nyakaana, J. B.: Solid waste management in urban centers: The case of Kampala City – Uganda, *East African Geographical Review*, 1997.
10. Awomeso, J. A., Taiwo, A. M., Gbadebo, A. M., Arimoro, A.: Waste disposal and pollution management in urban areas: a workable remedy for the environment in developing countries. *American Journal of Environmental Sciences*, 2010.
11. The story of Capannori, Case study, Zero Waste Europe, 2018.
12. EPA, 2018, Affaldsstatistikken 2016, Waste Statistics 2016
13. Nilsson, K.: Integrated waste management, A Swedish municipal case study, Athens Center of Ekistics, 1993.

14. Efternamn, F.: Case studies – two Swedish good examples on waste management, Avfall Sverige, 2012.

Web izvori

1. <https://www.google.com/maps> (23.5.2023.)
2. <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (23.5.2023.)
3. <https://www.oecdilibrary.org/sites/d1eaaba4en/index.html?itemId=/content/component/d1eaaba4-en> (23.5.2023.)
4. <https://blog.winnowsolutions.com/4-ways-france-is-leading-the-food-waste-agenda> (23.5.2023.)
5. <https://www.poslovni.hr/hrvatska/zg-vrecice-stigle-na-vise-od-500-prodajnih-mjesta-u-zagrebu-evo-gdje-ih-kupiti-4353587> (7.6.2023.)
6. <https://zgvrecice.cistoca.hr/> (7.6.2023.)
7. <https://zgvrecice.cistoca.hr/zg-vrecice/11> (7.6.2023.)
8. <https://zgvrecice.cistoca.hr/sto-se-mijenja/10> (7.6.2023.)
9. <https://zgvrecice.cistoca.hr/lokacije/71> (7.6.2023.)
10. <https://www.cistoca.hr/usluge/skupljanje-i-odvoz-otpada-22/odvoz-otpada-iz-kucanstva/1307> (26.6.2023.)
11. <https://zgvrecice.cistoca.hr/cesta-pitanja/35> (12.6.2023.)
12. <https://www.cistoca.hr/info-centar/aktualnosti/2018/prvi-podzemni-spremnici-za-odvojeno-skupljanje-otpada/1806> (12.6.2023.)
13. <https://waste.solutions/blog/sensors-changing-the-way-we-manage-waste-recycling/> (25.7.2023.)
14. <https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste#> (25.7.2023.)
15. <https://nordsense.com/the-ultimate-guide-to-smart-waste-management/> (25.7.2023.)
16. <https://www.ecomobile.hr/hr/o-nama> (21.7.2023.)
17. <https://www.ecomobile.hr/hr/> (21.7.2023.)
18. <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/RFID-radio-frequency-identification> (27.7.2023.)
19. <https://transit-solutions.co.za/product/rfid-tag/> (27.7.2023.)
20. <https://sensoneo.com/waste-access-control/> (27.7.2023.)

21. https://www.reddit.com/r/croatia/comments/xbkl7v/zg_vre%C4%87ice_mi%C5%A1ljenje/ (19.7.2023.)
22. <https://www.kbc-zagreb.hr/igrackom-do-djecjeg-osmijeha.aspx> (19.7.2023.)
23. <https://sada.zgh.hr/informacije-o-odvajanju-otpada> (19.7.2023.)

POPIS SLIKA

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: mreža tradicionalne i povratne logistike Izvor: Zvone, I.: Povratna logistika, Završni rad, Pomorski fakultet, Sveučilište u Rijeci, 2022..... | 3 |
| Slika 2: položaj Capannorija u Republici Italiji Izvor: https://www.google.com/maps (23.5.2023.) | 8 |
| Slika 3: povezivanje subjekata u Kalundborg parku Izvor: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production (23.5.2023.)..... | 13 |
| Slika 4: primjer kante za odvajanje otpada (lijevo) i teretnog vozila za prikup otpada (desno) Izvor: Efternamn, F.: Case studies – two Swedish good examples on waste management, Avfall Sverige, 2012. | 16 |
| Slika 5: ZG vrećice Izvor: https://www.poslovni.hr/hrvatska/zg-vrecice-stigle-na-vise-od-500-prodajnih-mjesta-u-zagrebu-evo-gdje-ih-kupiti-4353587 (7.6.2023.)..... | 17 |
| Slika 6: plakat „Kad se zgužva, nije gužva“ Izvor: autorica, 22.1.2023. | 18 |
| Slika 7: interaktivna karta s lokacijama prodajnih mjesta na kojima je moguće kupiti ZG vrećice Izvor: https://zgvrecice.cistoca.hr/lokacije/71 (7.6.2023.) | 19 |
| Slika 8: infografika „Odvajanje otpada u kućanstvu“ Izvor: https://zgvrecice.cistoca.hr/ (7.6.2023.) | 21 |
| Slika 9: tražilica rasporeda odvoza otpada prema adresi i kućnom broju Izvor: https://www.cistoca.hr/usluge/skupljanje-i-odvoz-otpada-22/odvoz-otpada-iz-kucanstva/1307 (26.6.2023.) | 22 |
| Slika 10: pretrpan spremnik u naselju Trnava Izvor: autorica, 8.12.2022. | 23 |
| Slika 11: pretrpani spremnici u naselju Odra Izvor: autorica, 27.1.2023..... | 23 |
| Slika 12: pretrpan spremnik u naselju Zapruđe Izvor: autorica, 20.2.2023. | 24 |
| Slika 13: pretrpan spremnik u naselju Utrina Izvor: autorica, 12.6.2023..... | 24 |
| Slika 14: podzemni spremnici Izvor: https://www.cistoca.hr/info-centar/aktualnosti/2018/prvi-podzemni-spremnici-za-odvojeno-skupljanje-otpada/1806 (12.6.2023.) | 25 |
| Slika 15: zasebni spremnici Izvor: autorica, 12.6.2023..... | 26 |
| Slika 16: smetlarnik Izvor: autorica, 27.6.2023. | 26 |
| Slika 17: zeleni otok Izvor: autorica, 12.6.2023. | 27 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 18: dijagram toka sustava za nadzor popunjenosti kontejnera Izvor: izradila autorica prema https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste# (21.7.2023.)... | 33 |
| Slika 19: ruta prikupljanja prije (lijevo) uvođenja sustava nadzora popunjenosti spremnika i ruta prikupljanja (nakon) uvođenja sustava nadzora popunjenosti spremnika Izvor: https://nordsense.com/the-ultimate-guide-to-smart-waste-management/ (25.7.2023.) | 34 |
| Slika 20: senzor popunjenosti spremnika za otpad Izvor: https://www.ecomobile.hr/hr/proizvodi/smart-waste# (21.7.2023.) | 35 |
| Slika 21: dijagram toka upotrebe RFID bravice za kontrolirani pristup spremnicima za otpad Izvor: izradila autorica prema https://sensoneo.com/waste-access-control/ (27.7.2023.) | 37 |
| Slika 22: brošura ZG vrećice Izvor: https://www.reddit.com/r/croatia/comments/xbkl7v/zg_vre%C4%87ice_mi%C5%A1ljenje/ (19.7.2023.) | 38 |
| Slika 23: igračke donirane KBC-u Zagreb Izvor: https://www.kbc-zagreb.hr/igrackomdo-djecjeg-osmijeha.aspx (19.7.2023.)..... | 39 |
| Slika 24: objave u grupi „Sharing is caring“ na Facebook-u Izvor: autorica, 14.7.2023. | 40 |

POPIS TABLICA

Tablica 1: pregled cijena ZG vrećica Izvor: <https://zgvrecice.cistoca.hr/> (12.6.2023.)

..... 20

POPIS DIJAGRAMA

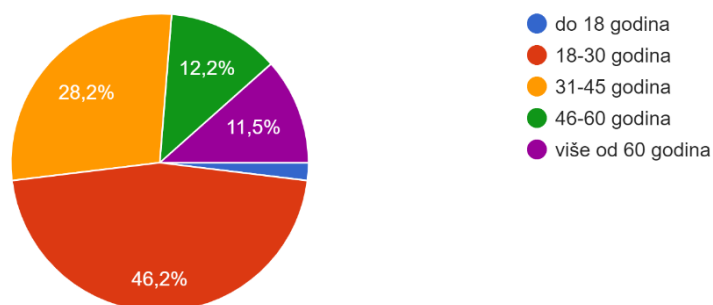
| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dijagram 1: uvoz i izvoz otpada od 2011. do 2016. u Kraljevini Danskoj Izvor: EPA, 2018, Affaldsstatistikken 2016, Waste Statistics 2016..... | 11 |
| Dijagram 2: dobna struktura ispitanika | 28 |
| Dijagram 3: vrste stambenih objekata u kojima stanuju ispitanici | 28 |

POPIS PRILOGA

Prilog 1: pitanja i rezultati ankete o zadovoljstvu građana novouvedenim sustavom odlaganja i odvoza otpada

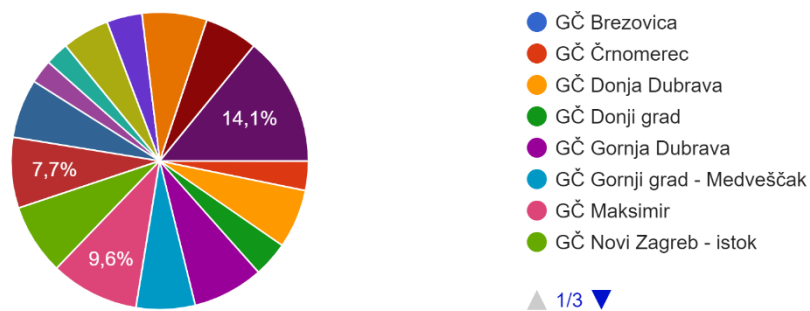
Odaberite dobnu skupinu kojoj pripadate.

156 odgovora



Odaberite gradsku četvrt u kojoj stanujete. Na slici niže možete provjeriti kojoj gradskoj četvrti pripada Vaše mjesto stanovanja.

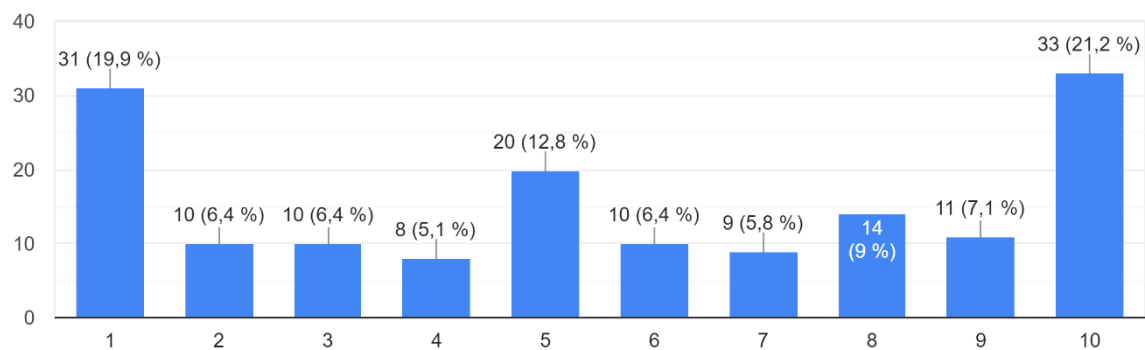
156 odgovora



▲ 1/3 ▼

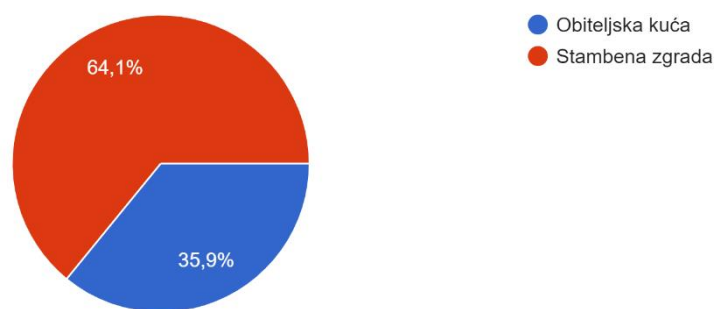
Kako biste ocijenili svoju razinu razumijevanja razloga uvođenja ZG vrećica?

156 odgovora



Odaberite vrstu stambenog objekta gdje stanujete.

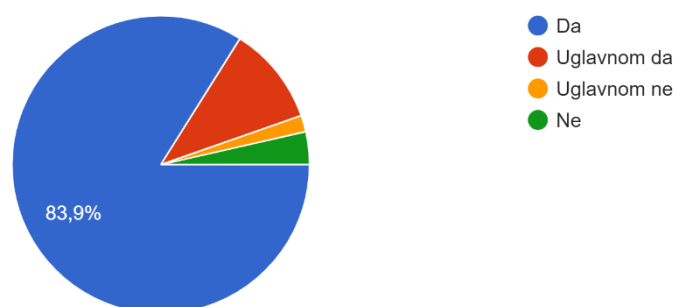
156 odgovora



„Stanujem u obiteljskoj kući“

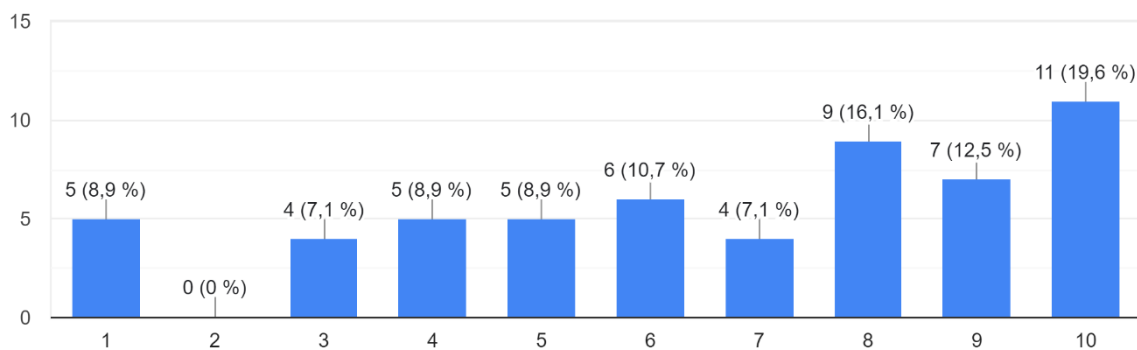
Upotrebljavate li ZG vrećice?

56 odgovora



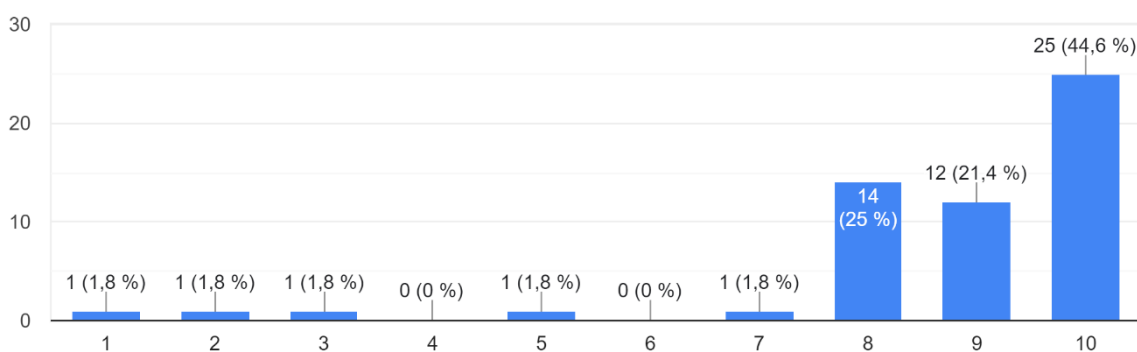
U kojoj ste mjeri odvajali otpad prije uvođenja ZG vrećica?

56 odgovora



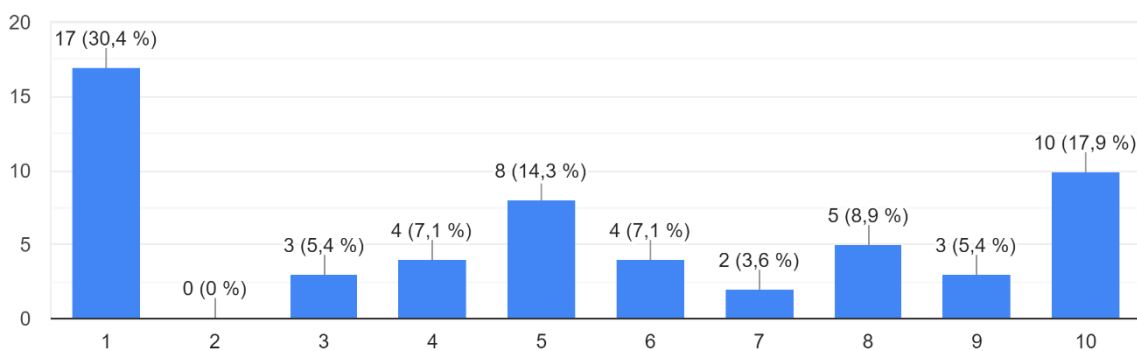
U kojoj mjeri odvajate otpad nakon uvođenja ZG vrećica?

56 odgovora



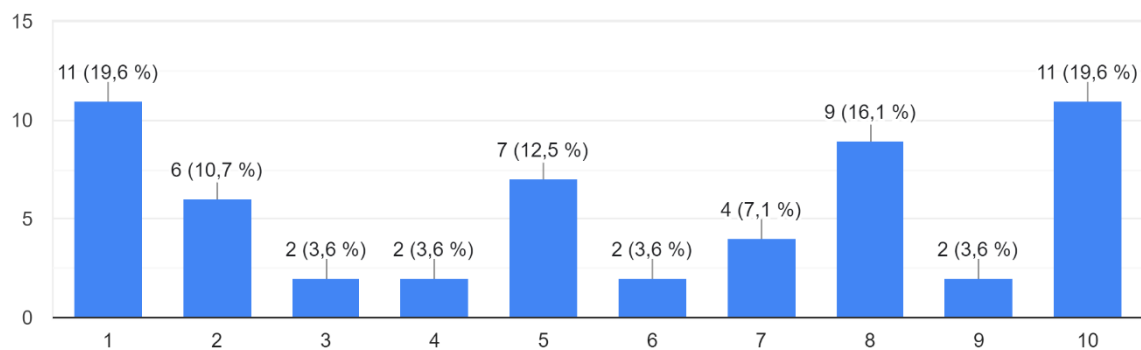
Smatrate li novi sustav naplate odvoza otpada pravednijim od prethodnog?

56 odgovora



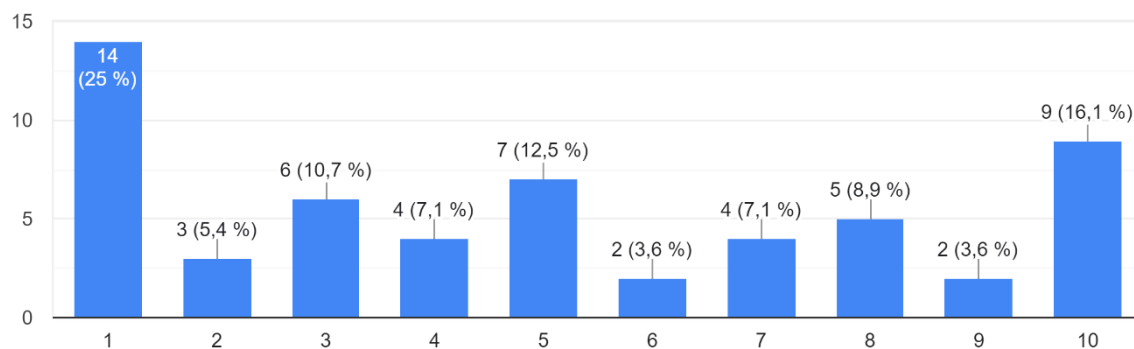
Smatrate li da se miješani otpad odvozi dovoljno često?

56 odgovora



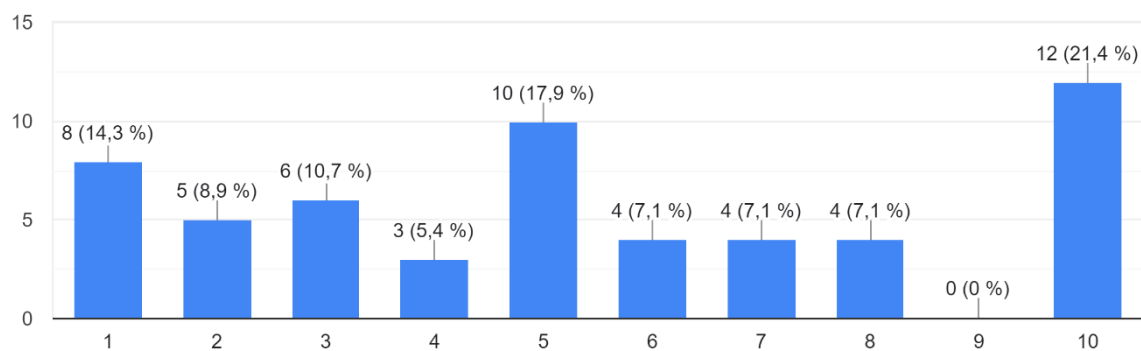
Smatrate li da se plastični otpad odvozi dovoljno često?

56 odgovora



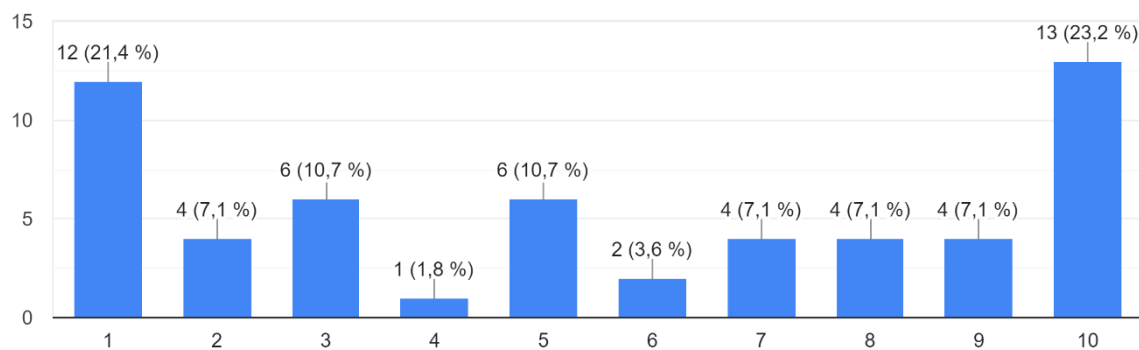
Smatrate li da se papirni otpad odvozi dovoljno često?

56 odgovora



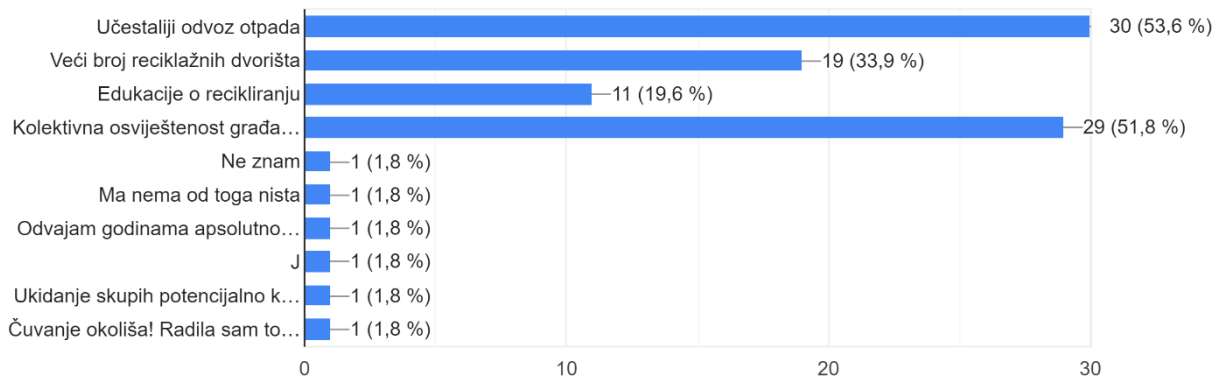
Smatrate li da se biotpad odvozi dovoljno često?

56 odgovora



Što bi Vas potaknulo na odvajanje otpada u većoj mjeri?

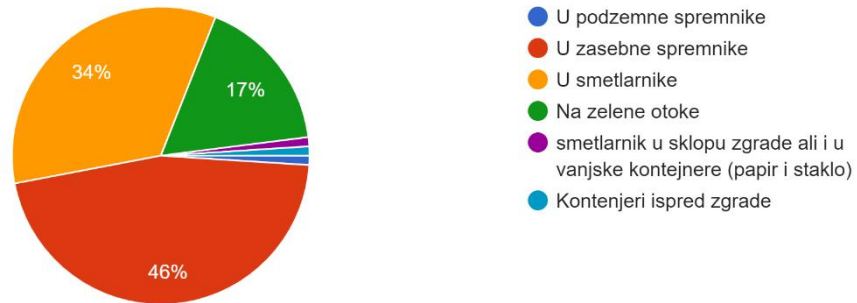
56 odgovora



„Stanujem u stambenoj zgradi“

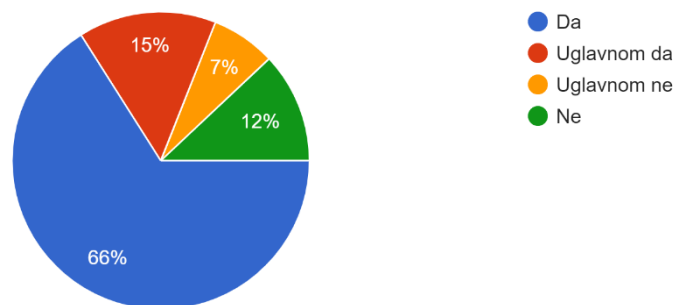
Na koji način odlažete otpad?

100 odgovora



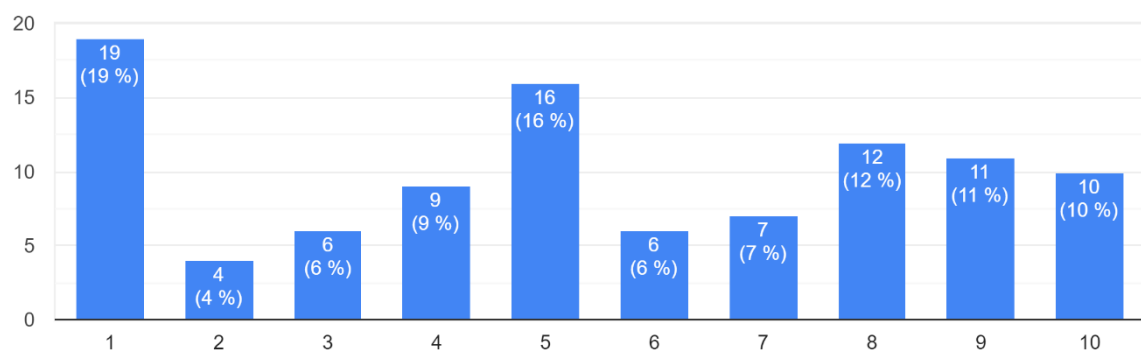
Upotrebljavate li ZG vrećice?

100 odgovora



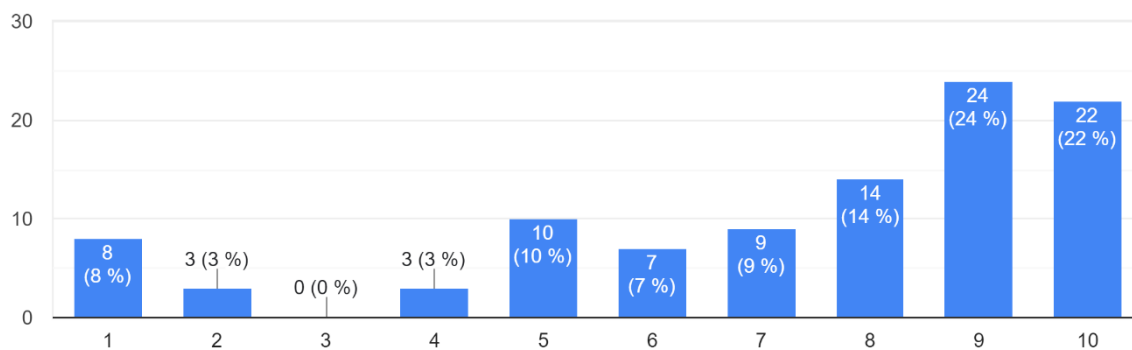
U kojoj ste mjeri odvajali otpad prije uvođenja ZG vrećica?

100 odgovora



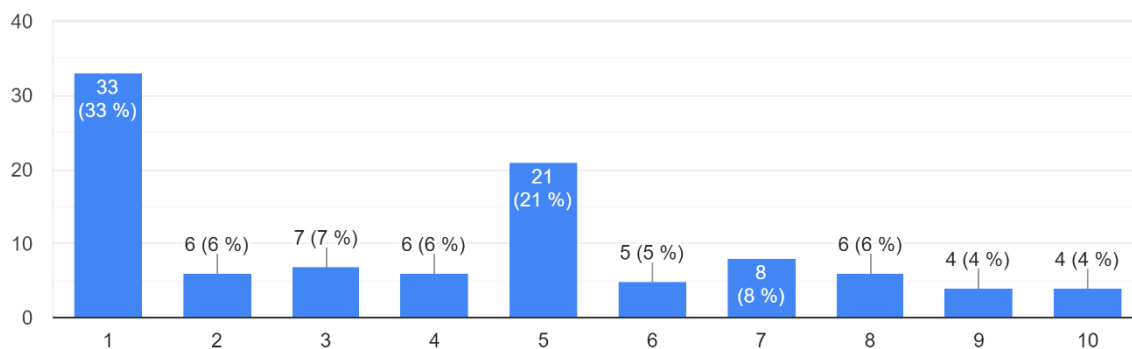
U kojoj mjeri odvajate otpad nakon uvođenja ZG vrećica?

100 odgovora



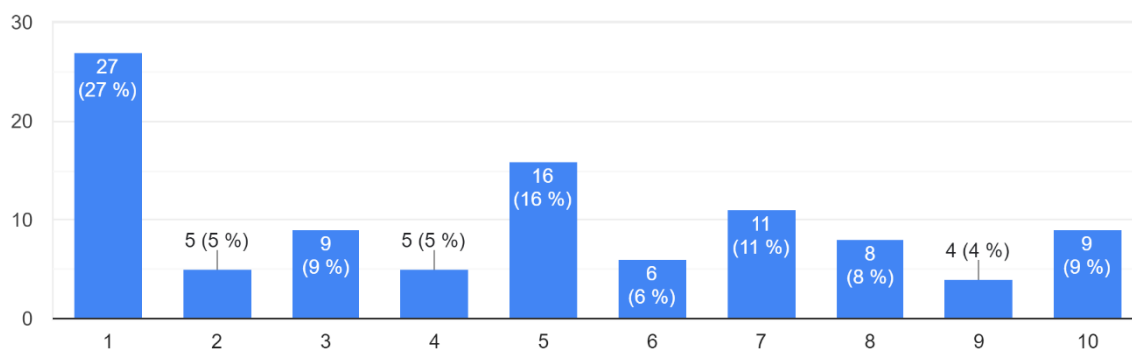
Smatrate li novi sustav naplate odvoza otpada pravednijim od prethodnog?

100 odgovora



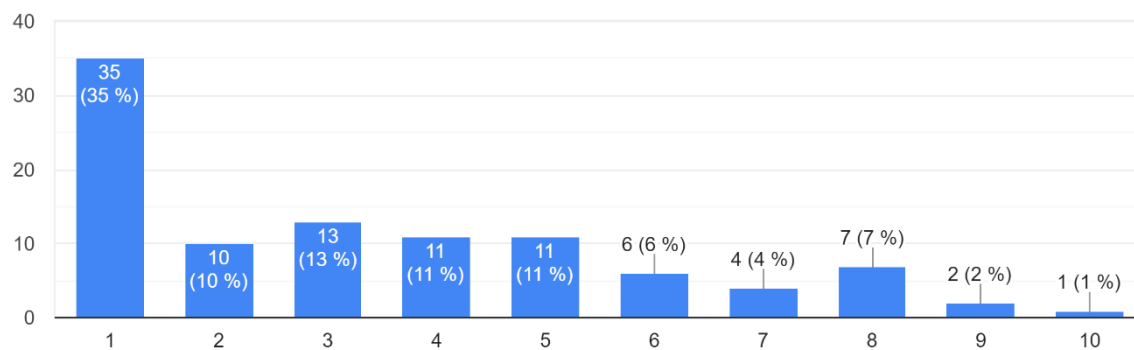
Smatrate li da se miješani otpad odvozi dovoljno često?

100 odgovora



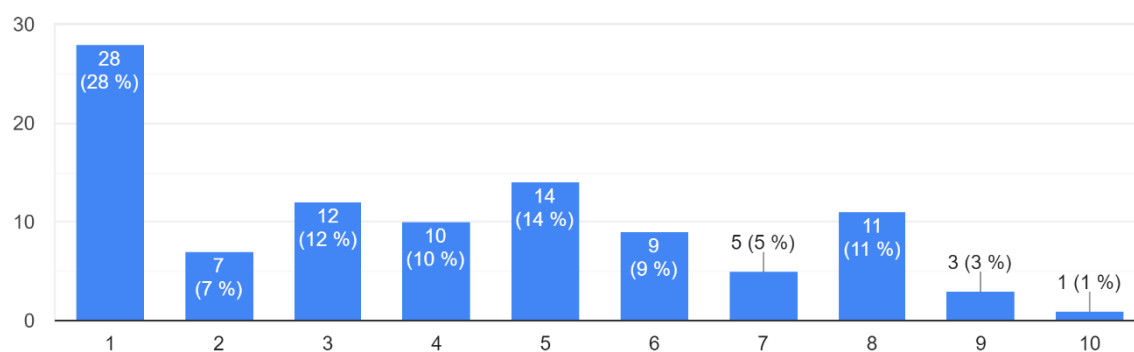
Smatrate li da se plastični odpad odvozi dovoljno često?

100 odgovora



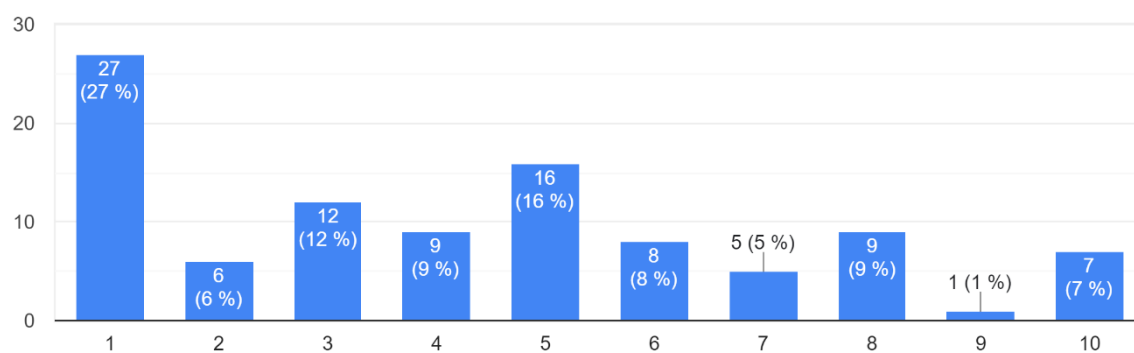
Smatrate li da se papirnati odpad odvozi dovoljno često?

100 odgovora



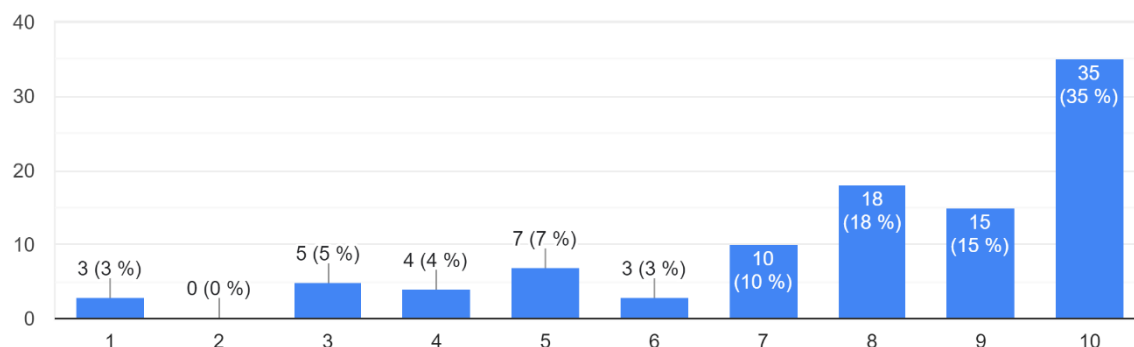
Smatrate li da se biootpad odvozi dovoljno često?

100 odgovora



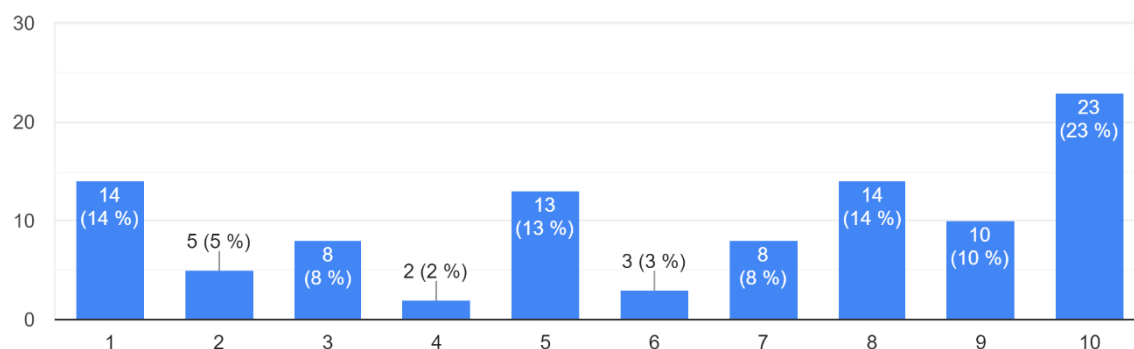
Koliko često nailazite na pune spremnike prilikom odlaganja otpada?

100 odgovora



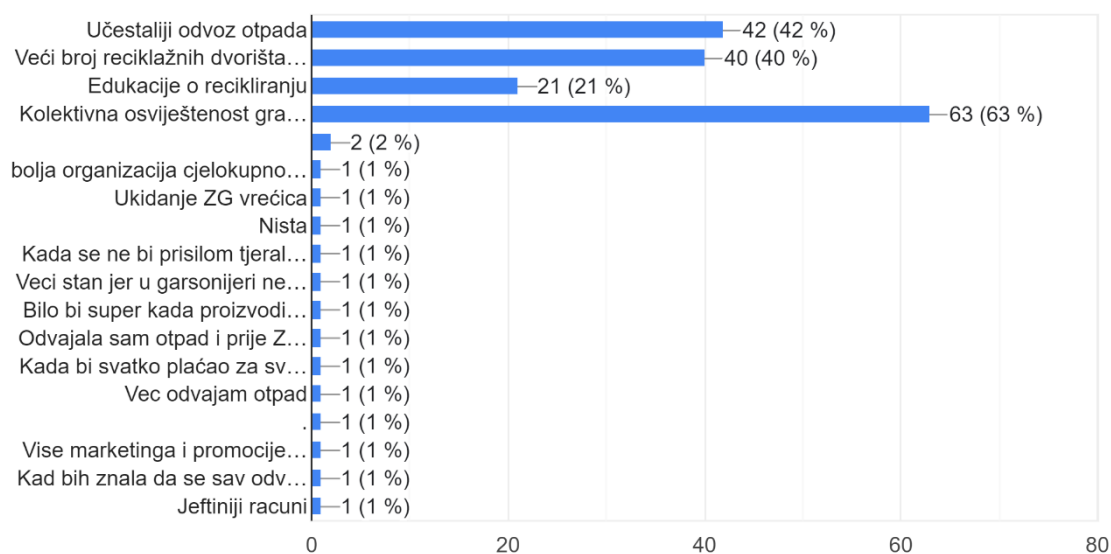
Smatrate li da biste u većoj mjeri odvajali otpad kada spremnici ne bi bili pretrpani?

100 odgovora

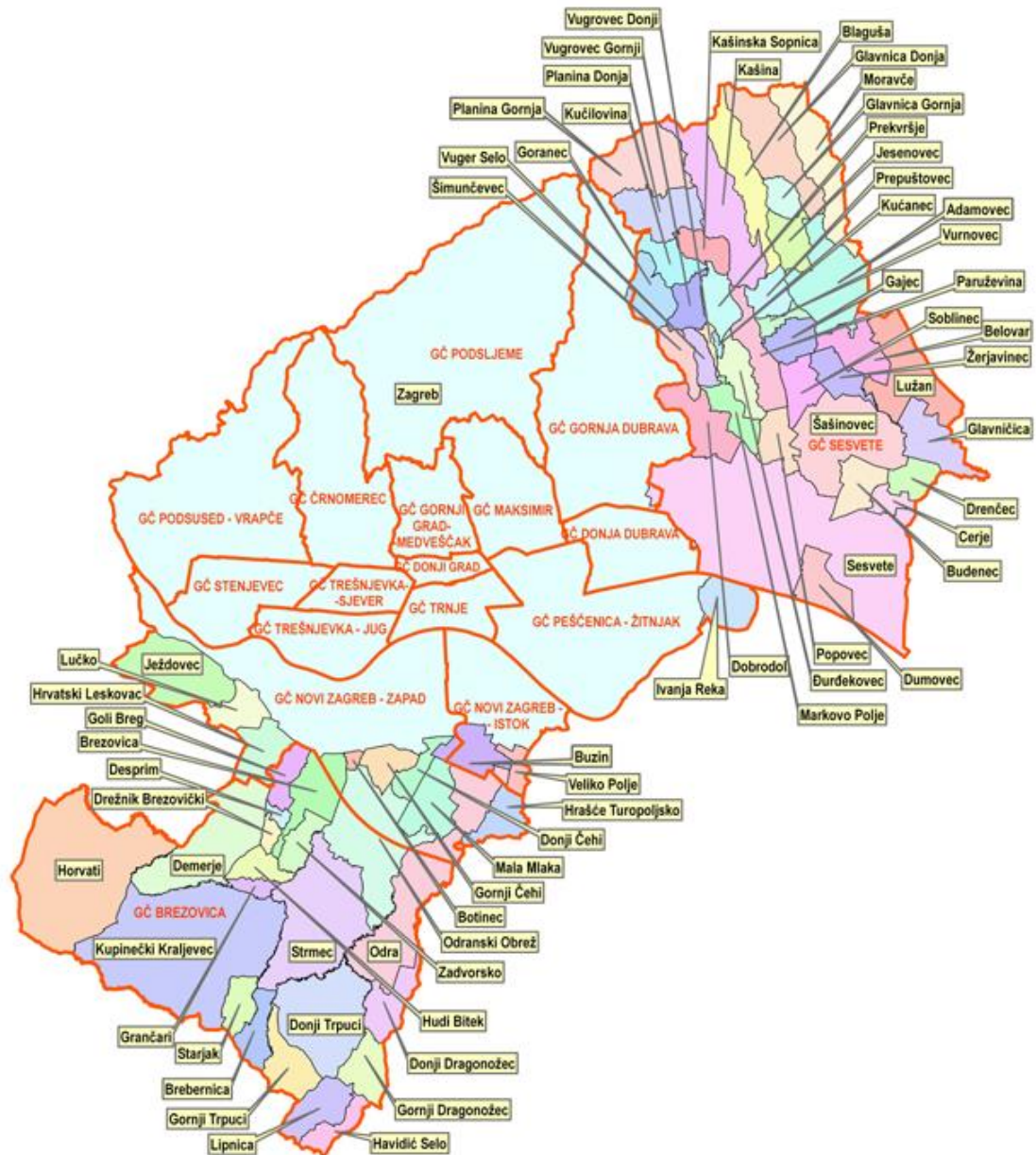


Što bi Vas potaknulo na odvajanje otpada u većoj mjeri?

100 odgovora



Prilog 2: karta gradskih četvrti u Zagrebu





Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada
pod naslovom **Analiza sustava prikupljanja otpada u Gradu Zagrebu/**

Analysis of the waste collection system in the City of Zagreb

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, _____ rujan 2023.

Student/ica:

Paula Kačaveuda

(potpis)