

# Morfološki sastav miješanog komunalnog otpada Grada Varaždina

---

Levanić, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:256398>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering -  
Theses and Dissertations](#)



# Morfološki sastav miješanog komunalnog otpada Grada Varaždina

---

Levanić, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2018

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:256398>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2020-10-27**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GEOTEHNIČKI FAKULTET**

**MATEA LEVANIĆ**

**MORFOLOŠKI SASTAV MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA GRADA  
VARAŽDINA**

**DIPLOMSKI RAD**

**VARAŽDIN, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GEOTEHNIČKI FAKULTET**

**DIPLOMSKI RAD**

**MORFOLOŠKI SASTAV MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA GRADA  
VARAŽDINA**

**KANDIDAT:**

**MENTOR:**

**MATEA LEVANIĆ**

**izv.prof.dr.sc. ALEKSANDRA ANIĆ VUČINIĆ**

**VARAŽDIN, 2018.**

# IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom

**Morfološki sastav miješanog komunalnog otpada Grada Varaždina**

---

(naslov diplomskog rada)

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **izv. prof. dr. sc. Aleksandre Anić Vučinić**.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 29. 06. 2018.

Matea Levanić

---

(Ime i prezime)



---

(Vlastoručni potpis)

# SAŽETAK

**Ime i prezime:** Matea Levanić

**Naslov rada:** Morfološki sastav miješanog komunalnog otpada Grada Varaždina

U Gradu Varaždinu još nikad nije provedeno uzorkovanje miješanog komunalnog otpada. Ovim radom htjelo se doći do konkretnih podataka o sastavu miješanog komunalnog otpada iz crnih kanti na području Grada Varaždina te utvrditi razlike u sastavu otpada iz stambenih zgrada i privatnih kuća. Analiza je pokazala da svijest građana nije na zadovoljavajućoj razini što se tiče razvrstavanja otpada te da postoji puno prostora za napredak.

**Ključne riječi:** miješani komunalni otpad, morfološki sastav komunalnog otpada, Grad Varaždin

## SADRŽAJ

<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GOSPODARENJE OTPADOM U REPUBLICI HRVATSKOJ .....</b>	<b>2</b>
2.1	ZAKONODAVSTVO O GOSPODARENJU OTPADOM.....	11
<b>3</b>	<b>SASTAV MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA .....</b>	<b>14</b>
3.1	BIORAZGRADIVI OTPAD.....	15
3.1.1	BIOOTPAD .....	15
3.1.2	OSTALE BIORAZGRADIVE KOMPONENTE.....	16
3.1.3	ANORGANSKI SAS TOJCI KOMUNALNOG OTPADA .....	18
3.2	ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA SASTAV I KOLIČINE KOMUNALNOG OTPADA .....	19
<b>4</b>	<b>GOSPODARENJE OTPADOM U GRADU VARAŽDINU .....</b>	<b>24</b>
4.1	OPĆE ZNAČAJKE O GRADU VARAŽDINU .....	24
4.2	POVIJEST GOSPODARENJA OTPADOM U GRADU VARAŽDINU .....	25
4.3	POSTOJEĆE STANJE U GOSPODARENJU OTPADOM GRADA VARAŽDINA I PRIPADAJUĆIH OPĆINA .....	27
<b>5</b>	<b>METODOLOGIJA UTVRĐIVANJA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA</b> <b>35</b>	
<b>6</b>	<b>UTVRĐIVANJE MORFOLOŠKOG SASTAVA MIJEŠANOG</b> <b>KOMUNALNOG OTPADA .....</b>	<b>38</b>
6.1	GRADSKO PODRUČJE .....	38
6.2	RURALNO PODRUČJE .....	47
6.3	REZULTATI I RASPRAVA .....	51
<b>7</b>	<b>ZAKLJUČAK.....</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>63</b>

# 1 UVOD

Komunalni otpad je otpad iz kućanstava, otpad iz proizvodne i uslužene djelatnosti koji je po svojstvima i sastavu sličan komunalnom. [1]

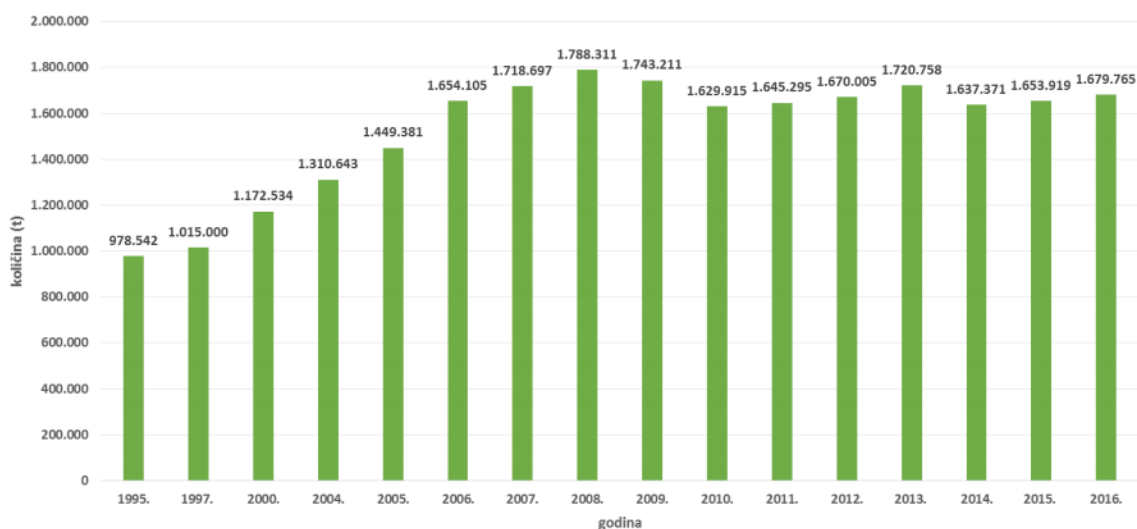
Komunalni otpad predstavlja jedan od najvećih problema današnjice. Razvoj tehnologije, povećanje potrošnje, deruralizacija, povećanje gradskog stanovništva, a time i velika koncentracija stanovništva na malom području predstavlja izazov za gospodarenje otpadom. Zbrinjavanje otpada predstavlja problem kao i njegovo stvaranje koje se iz dana u dan povećava. Također, nedovoljna educiranost stanovništva i nezainteresiranost za razvrstavanje otpada utječe na količine stvorenog otpada. U ovaj problem trebaju biti uključene sve razine vlasti, ali i svi pojedinci. Svaki pojedinac može puno pridonijeti razvrstavanju na kućnom pragu te se samim time količine komunalnog otpada smanjuju. U Republici Hrvatskoj količine odloženog otpada iz dana u dan rastu pa tako i u Gradu Varaždinu. Promatrajući dulji vremenski period vidljiv je napredak u povećanju udjela primarnog odvajanja u Republici Hrvatskoj, ali to ide sporim tempom i još nije dostiglo zadovoljavajuću razinu s obzirom na ciljeve postavljene europskim direktivama i nacionalnim propisima. Samim time ima mnogo prostora za napredak u ovom području.



## **2 GOSPODARENJE OTPADOM U REPUBLICI HRVATSKOJ**

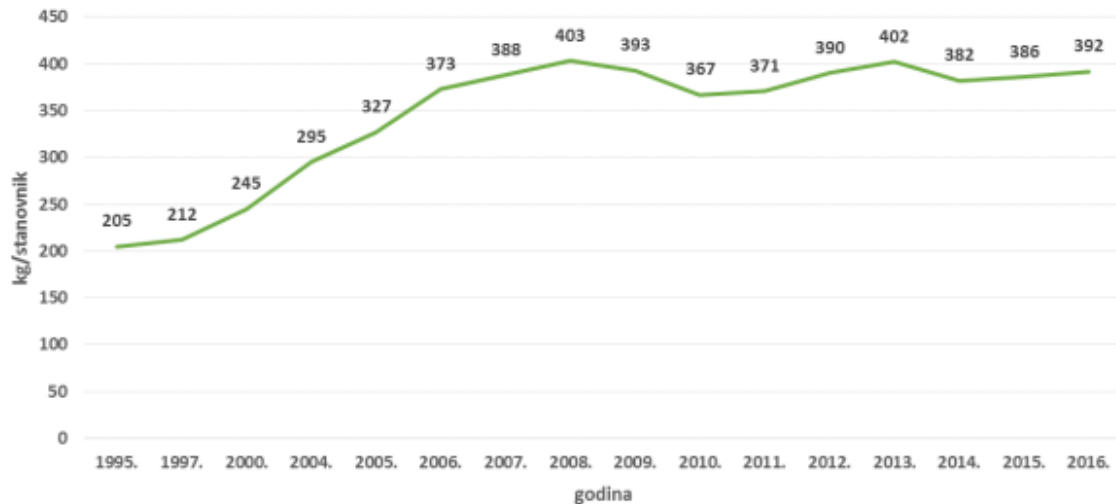
Ulaskom u Europsku Uniju, Republika Hrvatska (u daljnjem tekstu: RH) je prihvatila obaveze i zakone vezane uz gospodarenje otpadom. Jedan od ključnih ciljeva europskih politika je pretvaranje otpada u resurs i smanjenje količina otpada.

Podaci o proizvedenom komunalnom otpadu u RH u najvećoj mjeri do 2005. godine temeljili su se na procjenama. Od 2006. godine količine se određuju prema podacima prijavljenim od strane obveznika. Uz to, vršila se dodatna procjena podataka za udio stanovništva koji nije obuhvaćen organiziranim sakupljanjem i za općine za koje podaci nisu dostavljeni. Od 2011. godine u izračunu se koriste i podaci o komunalnom otpadu (otpadni papir i karton, ambalažni otpad, otpadna jestiva ulja, baterije i akumulatori...) koji potječe iz uslužnog sektora (škole, vrtići, uredi, hoteli, trgovine...) te podaci o posebnim kategorijama otpada sakupljenim u okviru sustava kojeg organizira Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (u daljnjem tekstu: FZOEU). Sukladno uputi EUROSTAT-a, od 2015. godine kod izračuna količina više se ne uzimaju u obzir vrste otpada s ključnim brojem: 20 02 02 (zemlja i kamenje), 20 03 04 (muljevi iz septičkih jama) i 20 03 06 (otpad nastao čišćenjem kanalizacije). Do 2008. godine bilježi se porast količine komunalnog otpada nakon čega slijedi smanjenje prijavljenih količina do 2010. godine, od kada su ukupne količine uglavnom bez značajnijih promjena (Slika 1 i Slika 2).



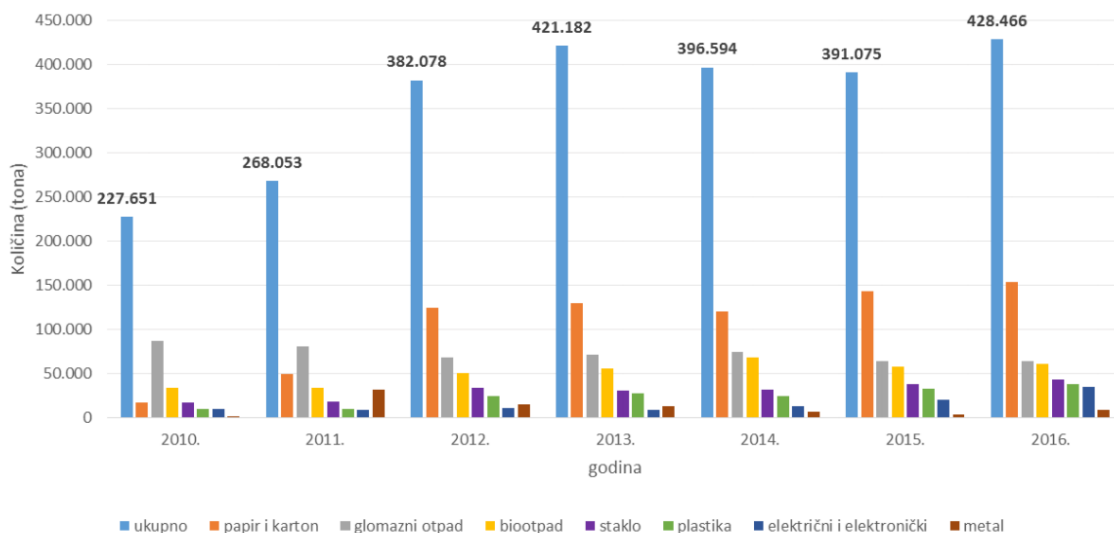
*Slika 1 Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 1995. do 2016. godine [2]*

Iznimno, u 2013. godini bilježe se nešto veće vrijednosti (1.720,758 t ) koje su posljedica povećane količine otpada od sanacije divljih odlagališta, otpadne zemlje i kamenja te otpadnog metala i papira. Uspoređujući, 2016. godine količina otpada se smanjuje na 1.679,765 tona što je 40.993 t manje nego 2013. godine. [2]



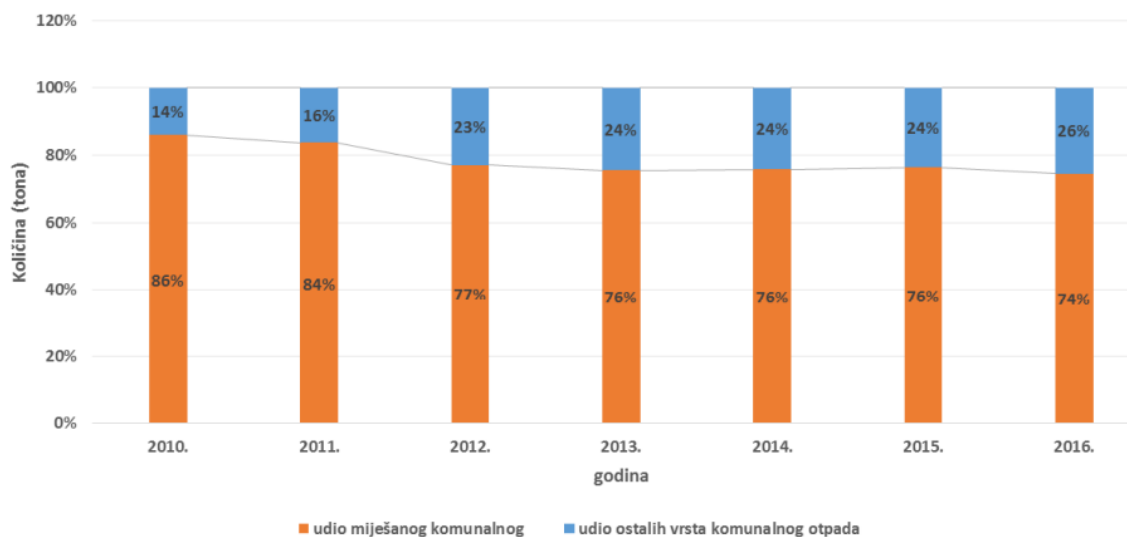
*Slika 2 Godišnje količine proizvedenog komunalnog otpada po stanovniku u RH u razdoblju od 1995. do 2016. godine [2]*

Do 2013. godine količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada (uključujući i mješoviti otpad poput glomaznog otpada, otpada od čišćenja ulica i dr.) su u porastu. Najveći porast zabilježen je u 2012. godini. Tome je značajno pridonijelo uključivanje u izračun količina komunalnog otpada iz uslužnog sektora koje se mogu smatrati komunalnim otpadom te količina sakupljenih u okviru sustava za posebne kategorije otpada koji organizira FZOEU. Od 2013. godine nadalje količine odvojeno sakupljenog otpada su bez značajnijih promjena i iznose u prosjeku oko 400.000 t (Slika 3). U razdoblju od 2000. do 2016. najveći porast odvojenog sakupljanja zabilježen je za papir i karton, električni i elektronički otpad, plastiku i staklo. [2]



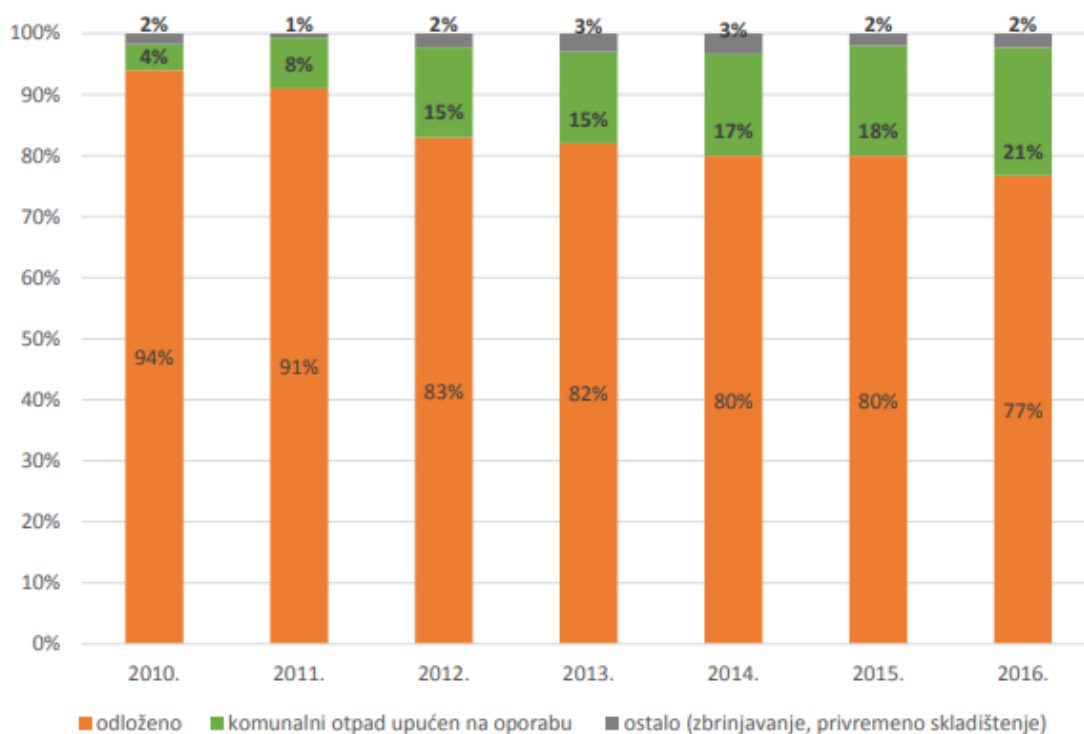
Slika 3 Količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u RH razdoblju od 2010. do 2016. godine. [2]

Udio odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u 2016. godini iznosio je 26 %. Taj otpad uključivao je i mješoviti otpad poput glomaznog otpada, otpada od čišćenja ulica i dr. U odnosu na 2015. godinu vidljiv je rast od 2% što je i prikazano na slici 4. [2]



Slika 4 Udio odvojeno sakupljenog komunalnog otpada i miješanog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 2010. do 2016. godine [2]

Odvojeno sakupljeni komunalni otpada oko 75 % izravno preuzimaju oporabitelji, dok preostalu količinu (npr. glomazni otpad) preuzmu odlagališta otpada. Na odlagalištu postoji mogućnost da se određena količina otpada izdvoji za potrebe uporabe, ukoliko postoji potreba za to. U razdoblju od 2010. do 2016. godine bilježi se porast količina komunalnog otpada izravno upućenih na uporabu. Vidljiv je porast od 17 %, jer je 2010. godine iznosio 4 %, a u 2016. godini 21 % (Slika 5).



*Slika 5 Udio komunalnog otpada upućenog na uporabu u RH u razdoblju od 2010. do 2016. godine [2]*

U RH 2016. godine ukupno je proizvedeno 1.679,765 t komunalnog otpada. Najviše od toga otpada je iz Grada Zagreba, Splitsko-dalmatinske županije, Primorsko-goranske županije i Istarske županije. Ostale županije imaju proizvedeno manje od 100.000 t otpada (Tablica 1.) Od 1.647,765 tona u bazu Registra onečišćenja okoliša (u daljnjem tekstu: ROO) putem obrazaca za sakupljače komunalnog otpada (PL-SKO) prijavljeno je 1.420,673 t. Preostala količina od 259.092 t odnosi se na dodatno utvrđene količine, i to:

- procjena za neobuhvaćeni dio stanovništva organiziranim sakupljanjem;
- dio količina koje potječu iz uslužnih djelatnosti (ambalažni otpad, otpadni papir i karton, otpadna jestiva ulja, otpadne baterije i akumulatori) koje se mogu smatrati komunalnim otpadom i dio količina preuzetih u okviru sustava za posebne kategorije otpada koji organizira FZOEU, prijavljene putem PL-SPO i PL-OPKO obrazaca;
- količine komunalnog otpada koje su prijavili posjednici otpada putem obrazaca PL-PPO (otkupne stanice metala);
- Razlike u količinama odloženog, kompostiranog i digestiranog otpada prijavljenim putem obrazaca PL-SKO i PL-OPKO obrazaca [2]

*Tablica 1 Količine komunalnog otpada sakupljenog u organizaciji JLS po županijama i dodatno utvrđene i procijenjene količine komunalnog otpada u 2016. godini [2]*

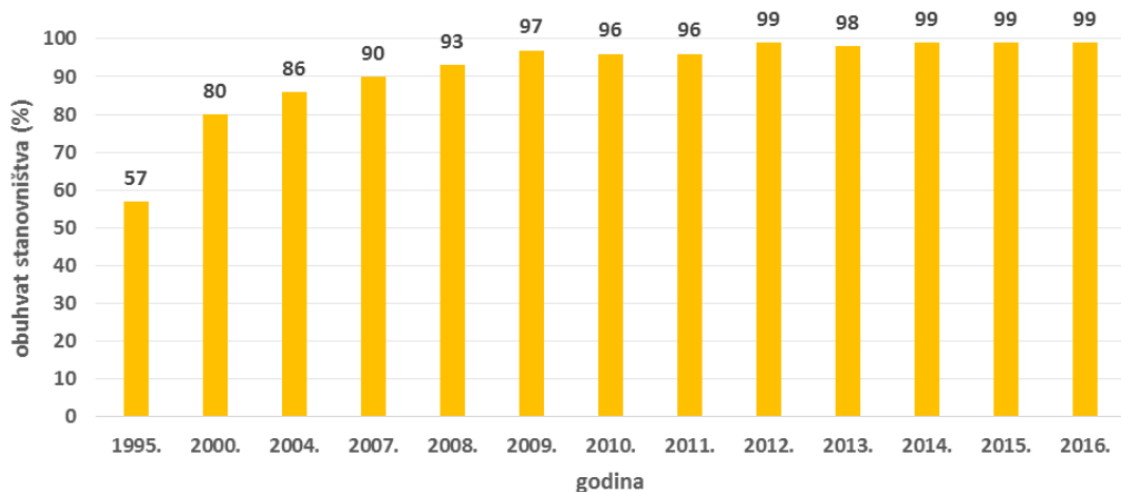
Županija	Ukupna količina proizvedenog komunalnog otpada (t)
Zagrebačka	74.508
Krapinsko-zagorska	22.731
Sisačko-moslavačka	38.249
Karlovačka	36.135
<b>Varaždinska</b>	<b>30.139</b>
Koprivničko-križevačka	23.153
Bjelovarsko-bilogorska	25.195
Primorsko-goranska	139.131
Ličko-senjska	19.864
Virovitičko-podravska	20.357
Požeško-slavonska	13.586
Brodsko-posavska	33.021
Zadarska	91.760
Osječko-baranjska	68.243
Šibensko-kninska	47.564
Vukovarsko-srijemska	44.074

Splitsko-dalmatinska	222.037
Istarska	117.905
Dubrovačko-neretvanska	61.565
Međimurska	24.007
Grad Zagreb	267.448
Sakupljeno u organizaciji JLS	1.420,673
Dodatno utvrđene količine i procjene	259.092
<b>Ukupno</b>	<b>1.679,765</b>

Miješani komunalni otpad je otpad iz kućanstva i otpad iz trgovina, industrije i iz ustanova koji po svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, iz kojeg posebnim postupkom nisu izdvojeni pojedini materijali (kao što je papir, staklo, plastika, metali i dr.) te je u katalogu otpada označen sa ključnim brojem otpada 20 03 01. [3]

Udio proizvedenog miješanog komunalnog otpada u 2016. godini (ključni broj 20 03 01) u ukupnom komunalnom otpadu iznosio je 74 %, odnosno 1.251,299 t. Količina ostalih vrsta komunalnog otpada iznosila je 428.466 t, odnosno 26% ukupne količine komunalnog otpada. [2]

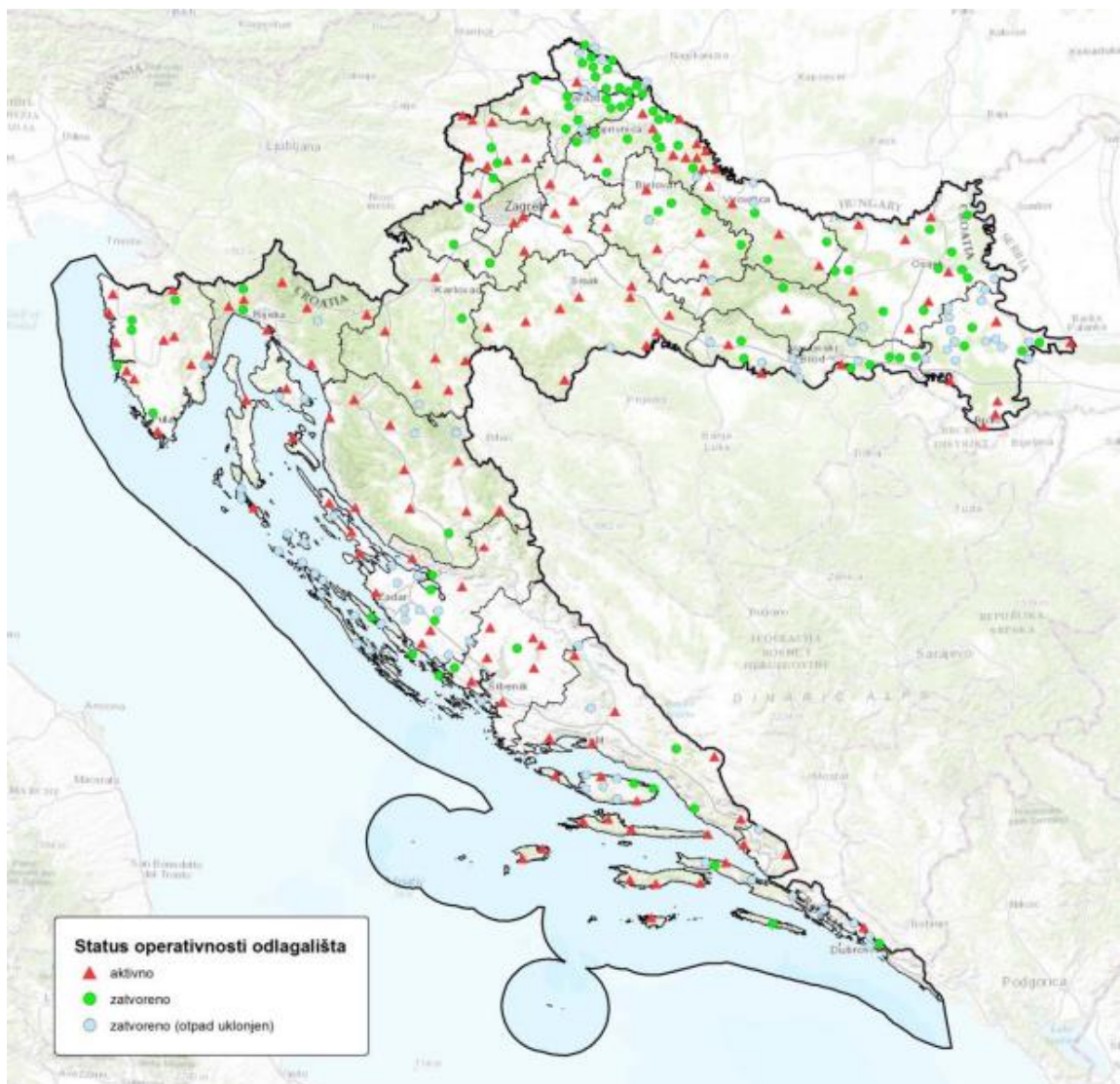
Komunalna infrastruktura za prikupljanje otpada je razvijena i danas je organiziranim sakupljanjem i odvozom otpada obuhvaćeno 99 % stanovništva Republike Hrvatske. Od 1995. godine obuhvat stanovništva se kontinuirano povećava (Slika 6.) i posljednje tri godine iznosi 99 %. U 2016. godini organiziranim sakupljanjem komunalnog otpada bile su obuhvaćene sve JLS u RH. Međutim, još uvijek nisu izgrađeni centri za gospodarenje otpadom sa sustavima obrade i odlaganja otpada. Izdvajanje iskoristivih komponenti na razini je od oko 15 %, što znači da veći dio komunalnog otpada, od oko 1.700.000 tona godišnje, završi na odlagalištima te da se ne poštuje red prvenstva gospodarenja komunalnim otpadom. [4]



*Slika 6 Prikaz stanovništva organiziranim sakupljanjem komunalnog otpada u RH u razdoblju od 1995. do 2016. godine [2]*

Od ukupno proizvedene količine komunalnog otpada na odlagališta je upućeno 77 %, a na oporabu je upućeno 21% komunalnog otpada. Ostatak od 2 % čine količine privremeno uskladišten otpad, količine zbrinute nekim od ostalih postupaka zbrinjavanja (D8-D11, D13, D15) i procijenjene količine za neobuhvaćeni dio stanovništva. RH ima 316 lokacija za odlaganje otpada. Na njih 130 se odlagao komunalni otpad, a njih 11 je zatvoreno. Na preostalim 119 odlagališta na koja se odlagao komunalni otpad izvršena je sanacija na 55 lokacija na kraju 2016. godine (Slika 7). [2]





*Slika 7 Prikaz lokacija aktivnih odlagališta, zatvorenih i zatvorenih odlagališta s kojih je uklonjen otpad [2]*

## **2.1 ZAKONODAVSTVO O GOSPODARENJU OTPADOM**

### **Strategija gospodarenja otpadom (NN 130/2005)**

Svrha Strategije gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/2005) kao planskog dokumenta, jest uspostaviti okvir unutar kojega će Hrvatska morati smanjiti količinu otpada koji proizvodi, a otpadom koji je proizveden održivo gospodariti. Strategija kao dugoročni dokument, definira ciljeve te predlaže mjere za njihovo postupno ostvarivanje do 2025. godine. Prema Strategiji, Hrvatska se potpuno oslanja na odlaganje otpada na odlagalište (90 %), a samo se 1 % kompostira. U Hrvatskoj je tjedni odvoz komunalnog otpada češći nego u EU, što stvara povećane troškove. Za građane je destimulativna i naplata za odvoz otpada iz kućanstva po kvadratnom metru stana. U Hrvatskoj se ukupno reciklira oko 50.000 tona komunalnog otpada od kućanstava, od čega 12.500 tona papira i kartona, 10.000 tona stakla, 1.000 tona plastike, 10.000 tona bijele tehnike i automobila, 15.000 tona metala, te 3.500 tona gume, drva, tekstila i stiropora. Strategijom je određeno odvojeno skupljanje biootpada u Hrvatskoj, međutim u trenutku donošenja strategije biootpad se odvojeno prikupljao u Gradu Zagrebu, gdje je, kao ogledni projekt, započeto 1995. godine na dva gradska područja. Strategija za rješavanje problema komunalnog otpada, u prvoj fazi, predlaže prijelaz s naknade po stambenoj površini na naknade po količini kao što se to već primjenjuje u dijelu Hrvatske. [5]

### **Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine**

Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2017.– 2022. (NN 3/2017) ima za zadatak uspostavu cjelovitog i učinkovitog sustava gospodarenja otpadom. Prema Planu u početku miješani komunalni otpad i dalje će sadržavati visoki udio biorazgradivih i visokoenergetskih komponenti. Udio biorazgradivog otpada u miješanom komunalnom otpadu iznosi 64 %. Na odlagališta se odloži 870.434 tona proizvedenog biorazgradivog komunalnog otpada što je za 35 % više od Zakonom propisanog cilja. Na kompostiranje je upućeno 29.366 tona biootpada iz komunalnog otpada, dok je u bioplinskim postrojenjima digestirano oko 20 tona komunalnog otpada. [6]

## **Zakon o održivom gospodarenju otpadom (94/13, 73/17)**

Ovim se Zakonom utvrđuju mjere za sprječavanje ili smanjenje štetnog djelovanja otpada na ljudsko zdravlje i okoliš na način smanjenja količina otpada u nastanku i/ili proizvodnji te se uređuje gospodarenje otpadom bez uporabe rizičnih postupaka po ljudsko zdravlje i okoliš, uz korištenje vrijednih svojstava otpada. Odredbe ovoga Zakona utvrđuju sustav gospodarenja otpadom uključujući red prvenstva gospodarenja otpadom, načela, ciljeve i način gospodarenja otpadom, strateške i programske dokumente u gospodarenju otpadom, nadležnosti i obveze u gospodarenju otpadom, lokacije i građevine za gospodarenje otpadom, djelatnosti gospodarenja otpadom, prekogranični promet otpada, informacijski sustav gospodarenja otpadom te upravni i inspekcijski nadzor nad gospodarenjem otpadom. [3]

Sukladno članku 55. Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17) koji prenosi odredbe Okvirne direktive o otpadu, RH je obvezna do 1. siječnja 2020. putem nadležnih tijela osigurati pripremu za ponovnu uporabu i recikliranje slijedećih otpadnih materijala: papir, metal, plastika i staklo iz kućanstva, a po mogućnosti i iz drugih izvora ako su ti tokovi otpada slični otpadu iz kućanstva, u minimalnom udjelu od 50 % mase otpada. U RH 2016. godine stopa recikliranja papira, metala, plastike i stakla iz komunalnog otpada iznosila je 27 %, odnosno nešto više od polovice ciljanog udjela za 2020. godinu. [2]

Također, zakon navodi i posebne kategorije otpada u članku 53. Posebnom kategorijom otpada smatra se: biootpad, otpadni tekstil i obuća, otpadna ambalaža, otpadne gume, otpadna ulja, otpadne baterije i akumulatori, otpadna vozila, otpad koji sadrži azbest, medicinski otpad, otpadni električni i elektronički uređaji i oprema, otpadni brodovi, morski otpad, građevni otpad, otpadni mulj iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, otpad iz proizvodnje titan dioksida, otpadni poliklorirani bifenili i poliklorirani terfenili. Pravilnike za posebne kategorije otpada propisuje ministar. [3]

## **Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 117/2017)**

Ovim Pravilnikom se propisuju uvjeti za gospodarenje otpadom, poslovi osobe odgovorne za gospodarenje otpadom, te način rada reciklažnog dvorišta. Propisuje sadržaj obrasca zahtjeva za izdavanje, izmjenu dozvole, oblik i sadržaj obrasca dozvole, sadržaj Elaborata gospodarenja otpadom, uvjeti za sustav upravljačkog nadzora metoda, izgled i sadržaj obavijesti o namjeri ishođenja dozvole, te izgled i sadržaj oznake s osnovnim podacima o otpadu i djelatnosti iz dozvole. Pravilnikom se propisuje sadržaj, način vođenja, način upisa te sadržaj i izgled potvrde o upisu u očevidnik prijevoznika otpada, očevidnik posrednika u gospodarenju otpadom, očevidnik trgovaca otpadom, očevidnik reciklažnih dvorišta, očevidnik određenih osoba koje skladište vlastiti proizvodni otpad i očevidnik energetske oporabitelja određenog otpada, izgled i način dostave obrasca o statusu obavljanja djelatnosti te način izračuna visine police osiguranja ili jamstva banke za pošiljke otpada koje podliježu notifikacijskom postupku.

Također, propisuje sadržaj i izgled obrasca za dostavu podataka o masi biorazgradivog komunalnog otpada odloženog na odlagalište, sadržaj i izgled obrasca o masi otpada odloženog na neusklađeno odlagalište, obrazac pratećeg lista proizvođača i posjednika otpada, uvjete i način vođenja očevidnika o nastanku i tijeku otpada, način vođenja i dostave podataka u taj očevidnik, rokove za dostavu podataka, te obrazac plana gospodarenja otpadom proizvođača otpada. [6]

### 3 SASTAV MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA

Miješani komunalni otpad je otpad iz kućanstva i otpad iz trgovina, industrije i iz ustanova koji po svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, iz kojeg posebnim postupkom nisu izdvojeni pojedini materijali (kao što je papir, staklo, plastika, metali i dr.) te je u Pravilniku o katalogu otpada (NN 90/15) označen sa ključnim brojem otpada 20 03 01. [6] Sastav miješanog komunalnog otpada mijenja se ovisno o sredini u kojoj nastaje i ovisi o mnoštvu čimbenika kao što su: standard stanovništva, tip naselja, dostignuta razina komunalne infrastrukture i slično. Upravo složeni sastav komunalnog otpada i mnogobrojnost proizvođača čine sustav gospodarenja otpada kompleksnim. [7]

U Pravilniku o katalogu otpada (NN 90/2015) komunalni otpad obično je obuhvaćen grupom 20 „Komunalni otpad (otpad iz kućanstava i slični otpad iz industrijskih i zanatskih pogona i iz ustanova), uključujući odvojeno prikupljene sastojke“. Grupu 20 čine ključni brojevi koji označavaju različite vrste komunalnog otpada, od kojih se neki upućuju na postupke oporabe, a neki na postupke zbrinjavanja. Ključni broj za miješani komunalni otpad je 20 03 koji se može koristiti za otpad iz kućanstava, ali i za otpad iz trgovina, zanatstva i slični otpad iz proizvodnih pogona i institucija, ako je po svojstvima i sastavu sličan onome iz kućanstava. [8]

*Tablica 2 Prikaz prosječnog sastava komunalnog otpada u RH [6]*

SASTAVNICA OTPADA	UDIO %	BIORAZGRADIVI UDIO %
Kuhinjski otpad	30,9	65
Vrtni otpad	5,7	
Papir i karton	23,2	
Koža/kosti	0,5	
Drvo	1,0	
Tekstil/odjeća	3,7	
Staklo	3,7	
Metal	2,1	
Plastika	22,9	
Guma	0,2	

Ostali otpad (zemlja, prašina, pijesak, nedefinirano)	6,3	
---	-----	--

Iz Tablice 2. može se zaključiti da je prioritet odvojeno prikupljanje kuhinjskog otpada s obzirom da se plastika, papir i karton, staklo, tekstil/odjeća prikupljaju odvojeno već nekoliko godina ovisno o JLS. [6]

### 3.1 BIORAZGRADIVI OTPAD

Biorazgradivi otpad je svaki otpad ili dio otpada koji podliježe anaerobnoj ili aerobnoj razgradnji. Biorazgradivi komunalni otpad je biorazgradivi otpad iz kućanstava kao i ostali biorazgradivi otpad koji je zbog svojih svojstava i sastava sličan otpadu iz kućanstva. Čine ga biorazgradive komponente komunalnoga otpada kao što su papir, karton, otpad iz vrtova i parkova, otpad od hrane, drvo, tekstil i dr. Uključuje biootpad iz komunalnog otpada i ne uključuje proizvodni otpad, otpad iz poljoprivrede i šumarstva, muljeve i sl.. Biootpad je biorazgradivi otpad iz vrtova i parkova, hrana i kuhinjski otpad iz kućanstava, restorana, ugostiteljskih i maloprodajnih objekata i slični otpad iz proizvodnje prehrambenih proizvoda. Porijeklom može biti komunalni, ali i proizvodni otpad. [7]

#### 3.1.1 BIOOTPAD

Znatan udio u sastavu komunalnog otpada čini biootpad, odnosno otpad koji podliježe anaerobnoj ili aerobnoj razgradnji. On čini približno 35-45 % ukupnog otpada iz kućanstava te tako predstavlja više od trećine kućnog otpada. Biootpad je otpad iz vrtova i parkova, hrana i kuhinjski otpad iz kućanstava, restorana, ugostiteljskih i maloprodajnih objekata i slični otpad iz proizvodnje prehrambenih proizvoda (Slika 8).

Biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina ima ključni broj 20 01 08, dok biorazgradiv otpad ima ključni broj 20 02 01. [8]

Otpad iz vrtova i parkova obuhvaća travu, lišće te drvene otpatke. Otpaci od hrane u komunalnom otpadu obuhvaćaju nekonzumiranu hranu i otpad od hrane preostao nakon pripreme i konzumacije hrane u kućanstvima, uslužnim djelatnostima (npr. restorani, hoteli...), javnim ustanovama i institucijama (npr. škole, bolnice...) te industrijskim pogonima koji imaju vlastite kantine. Prema procjenama, otpaci od hrane čine oko 10% ukupnog miješanog komunalnog otpada te se u statističkim podacima obrađuju kao biootpad. Udio otpadaka od hrane u ukupnom komunalnom otpadu uvelike se promijenio kao posljedica tehnološkog napretka i podizanja razine svijesti o očuvanju hrane. Također, počele su se koristiti i kante te kontejneri za biootpad. [1]



*Slika 8 Otpaci hrane [9]*

### **3.1.2 OSTALE BIORAZGRADIVE KOMPONENTE**

U komunalnom otpadu nalazi se do 20-30 % **papirnatog otpada**, odnosno gotovo trećina ukupnog komunalnog otpada. Papir i karton kao ambalažu upotrebljava široka paleta proizvoda, no također nudi se kao i sam proizvod (npr. novine, tiskani reklamni materijali...). U katalogu otpada papir i karton imaju ključni broj 20 01 01. [7]

Nadalje, potrošnja papira i kartona u svijetu udvostručila se posljednjih 20-ak godina, a udio papira koji se vraća u proces proizvodnje je porastao. Za dobivanje celuloze od koje se proizvodi papir, potrebno je utrošiti veliku količinu prirodnih sirovina, vode i energije. U trenutku kada postaje otpad te ukoliko se odlaže, „sretna“ okolnost je

razgradivost papira. Danas, brojne komunalne tvrtke prakticiraju otkup otpadnog papira za koji fizičke i pravne osobe dobivaju naknadu za sakupljene količine. Pravi ekonomski i ekološki učinci pojavljuju se pri povratu papira tek onda kada se stari papir upotrijebi kao sekundarna sirovina za proizvodnju novog papira. No, posebne vrste papira, poput plastificiranih i obloženih, teško se recikliraju, a još se teže spontano razgrađuju. [1]

**Plastika**, odnosno polimerna ambalaža posljednjih 15-ak godina je sve više zastupljena u komunalnom otpadu. Otpadna PET ambalaža zauzima sve veći volumni udio u komunalnom otpadu gdje zauzima do 20 % volumnog udjela. U pakiranju prehrambenih proizvoda masovno se koriste polimeri koji su jeftiniji i lakši za obradu od metala. Napretkom tehnologije, sve je šira paleta proizvoda koja u svom sastavu ima plastiku, stoga gospodarenje plastičnim otpadom predstavlja izazov budućnosti. [10] Plastika u katalogu otpada ima ključni broj 20 01 39 a ambalaža od plastike ima ključni broj 15 01 02. [8]

Volumni udio **tekstilnog otpada** u ukupnom komunalnom otpadu čini oko 8%. Primarni izvor tekstilnog otpada jest odjeća i tekstilne potrepštine domaćinstva poput ručnika, plahti, ubrusa te u obući i namještaju. [7] Tekstil se može podijeliti na: odjevni tekstil, tehnički tekstil i obuću. Odjevni tekstil koji obuhvaća sljedeće vrste proizvoda: majice, košulje, veste, hlače, traperice, suknje, kapute, jakne, donje rublje, čarape, pokrivala za glavu i ruke i sve ostale odjevne predmete namijenjene zaštiti čovjekovog tijela od klimatskih i drugih vanjskih utjecaja. Tehnički tekstil (tekstilni materijali i proizvodi koji se prije svega proizvode zbog njihovih tehničkih i uporabnih svojstava, dok su njihova estetska i dekorativna svojstva manje važna) koji obuhvaća sljedeće vrste proizvoda prema vrstama njihove primjene: agrotekstil, građevinski tekstil, odjevni zaštitni tekstil, geotekstil, tekstil za domaćinstvo, industrijski tekstil, medicinski tekstil, tekstil za automobile, ekotekstil, tekstil za osobnu zaštitu, tekstil za sport, tekstil za ambalažu i slično. Obuća obuhvaća sljedeće vrste proizvoda: cipele, čizme, sandale, obuću za sport, japanke, klompe i sve ostalo što se obuva i obuhvaća stopalo, osim čarapa. [11] U katalogu otpada tekstil ima ključni broj 20 01 11. [8]



**Koža i kosti** životinjskog porijekla nastaju u klaonicama, u objektima za preradu mesa, riba, jaja, mlijeka, crijeva, u hladnjačama, skladištima, valionicama jednodnevnih pilića, na tržnicama, u prodavaonicama mesa, ribarnicama, ugostiteljstvu i drugim objektima javne prehrane, u objektima za uzgoj i držanje životinja, u zoološkim vrtovima, lovnom gospodarstvu, lučkim terminalima, graničnim prijelazima, u prijevozu životinja i proizvoda i na drugim mjestima na kojima se životinje čuvaju i uzgajaju, te na mjestima gdje se proizvode namirnice životinjskog porijekla. [10] Većina otpada od kože u komunalnom otpadu porijeklom je od dijela pokućstva i sličnih proizvoda. [1]

**Drvo** je kemijski uglavnom sastavljeno od celuloze (~60% mase suhe tvari), lignina (~28% mase suhe tvari) te šećera, ekstrakata i drugih spojeva (~12% mase suhe tvari). Zanimljivo je da se kemijski pojedine vrste drva malo razlikuju. Vlažnost drva i njena promjena uslijed vanjskih faktora od presudnog je utjecaja na veliki broj svojstava drva u tehničkom smislu. Otpad od drva u komunalnom otpadu porijeklom je od dijela kućanstva kao što su ormari, kreveti, stolice i dr. [12]

### 3.1.3 ANORGANSKI SASTOJCI KOMUNALNOG OTPADA

Udio **stakla**, uglavnom ostataka staklene ambalaže u komunalnom otpadu u prosjeku iznosi do 10%. Prednost otpadne staklene ambalaže je svojstvo inertnosti, što omogućuje ponovno korištenje, odnosno punjenje i potpunu reciklažu neograničen broj puta. Ukoliko se odlaže, staklena ambalaža predstavlja problem jer je nerazgradiva te se stoga u mnogim zemljama ponovno uvode propisi o povratnoj staklenoj ambalaži kako bi se bitno smanjile količine boca i drugih staklenki koje zaostaju u prirodi. [10] Staklo u katalogu otpada ima ključni broj 20 01 02 a staklena ambalaža ima ključni broj 15 01 02. [8]

Među **metalnom ambalažom** za prehrambene proizvode prevladava aluminijska ambalaža koja čini do 4 % udjela u komunalnom otpadu. Primjerice, od 1963. godine kada je izrađena prva limenka, do danas u SAD-u se količina aluminijskih limenki sa 100 milijuna povećala na 66 milijardi komada što pokazuje veliki rast metala u svijetu. [10] Metali prema Pravilniku o katalogu otpada imaju ključni broj 20 01 40 a ambalaža od metala ima ključni broj 15 01 04. [8]

**Glomazni otpad** sastoji se od kućanskih aparata, pokućstva i sličnih proizvoda koji su postali otpad te sastavom obuhvaća više vrsta otpada, no posebno ga se navodi poradi dimenzija samog otpada. [13] U katalogu otpada naveden je ključnim brojem 20 03 07. [8]

**Opasni otpad** je onaj otpad koji u većoj ili manjoj mjeri sadrži otrovne, zapaljive i eksplozivne tvari, teške metale i stare lijekove koje je potrebno odvojiti iz komunalnog otpada te ih adekvatno zbrinuti. [13]

**Ostali otpad** obuhvaća otpad koji obuhvaća kategorije kao što su akumulatori, pelene, boja/tinta/ljepila i smole, lijekovi, baterije, elektronska oprema, zemlja i kamenje, bijela tehnika i olupine bijele tehnike te se posebno sortiraju. [13]

### **3.2 ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA SASTAV I KOLIČINE KOMUNALNOG OTPADA**

Na sastav otpada utječu mnogi faktori kao što su: nivo ekonomskog razvoja, kultura, geografska lokacija, energetske resursi i klima [14].

Postojeći metodološki princip određivanja sastava miješanog komunalnog otpada u RH zasnovan je na svjetskim i europskim iskustvima. U načelu se koriste dva pristupa bazirana na SWA-Tool metodologiji u pojednostavljenom obliku [14]. Prema izrađenoj Jedinstvenoj metodologiji za određivanje sastava i količina komunalnog otpada, čimbenici koji utječu na prosječni sastav i količinu komunalnog otpada u RH su postojeće stanje, broj stanovnika, BDP, indeks potrošnje, sezonske varijacije, geografija područja te dodatni faktori. [4]

**Broj stanovnika** također utječe na količine otpada koje nastaju. Prema najnovijem popisu stanovništva iz 2011. godine prosječna starost stanovništva Republike Hrvatske je 41,7 godina, što Hrvatsku stavlja u najstarije stanovništvo u usporedbi s drugim

državama u EU. Promatrajući demografiju različitih zemalja uočeno je kako je u visokorazvijenim zemljama mala brzina novorođenih, u zemljama razvoja veća je nego u visoko razvijenim zemljama, dok je u nerazvijenim zemljama najveći broj novorođenih [4]. Demografski trendovi u Hrvatskoj o prirodnom kretanju stanovništva (natalitet, mortalitet i prirodni rast) i u promjenama dobne strukture a osobito u ubrzanom starenju stanovništva, slični su trendovima mnogih europskih zemljama poput Austrije, Njemačke, Italije, Švicarske, Norveške, Švedske i sličnih. Zemlje zapadne Europe preživjele su proces modernizacije društva znatno ranije nego Hrvatska. Zato je u tim zemljama sada posttranzicijska etapa u razvoju njihova stanovništva, koju obilježava niski natalitet (ispod 1,4 %), ali i mortalitet kao rezultat postojanja razvijene ekonomsko-socijalne strukture stanovništva karakteristične za posttranzicijsko društvo sa svim njegovim bitnim obilježjima i društvenim normama života. [4] Kao najizgledniji scenarij u predviđanju budućeg kretanja broja stanovnika ocijenjen je scenarij srednjeg fertiliteta i migracije koji pretpostavlja blagi pad stanovništva na razini cijele Republike Hrvatske [4]. Istraživanja su ukazala kako odgovornije gospodarenje otpadom nastupa s višom životnom dobi, dok je drugo istraživanje pokazalo kako najmlađa i najstarija populacija imaju najmanji stupanj svijesti o važnosti gospodarenja otpadom [15].

**Bruto domaći proizvod (BDP)** je jedna od sastavnica koja utječe na količinu komunalnog otpada, a čije je predviđanje u narednom razdoblju krajnje neizvjesno zbog stanja gospodarstva. Na osnovu postojećih podataka uspostavljena je povezanost između kretanja BDP-a i specifične količine otpada po stanovniku. Uzimajući u obzir doprinos pojedinog sektora nastanku BDP-a, orijentacijski se može uzeti u obzir pretpostavka kako svaka promjena BDP od  $\pm 1$  % utječe na promjenu specifične količine otpada od  $\pm 0,45$  %. [4]

**Indeks potrošnje** tj. utjecaj osobne potrošnje, direktno je vezan uz nastajanje komunalnog otpada. Uzimajući u obzir strukturu izdataka, može se na osnovu pojednostavljene povezanosti izvesti međuzavisnost ovog faktora sa specifičnom količinom otpada koja nastaje po stanovniku. Tako se za promjenu potrošnje od + 1 %, mijenja proizvedena količina otpada za cca 3 %. U narednom razdoblju predviđa se spori i vrlo blagi rast osobne potrošnje, tako da će njen utjecaj u konačnici biti na

povećanje specifične količine otpada do 1,5 %. [4] Na temelju proučavanja literature dolazi se do zaključka da je raspodjela troškova za zaštitu okoliša povezana (u korelaciji) s ostalim čimbenicima poput dohotka, rase i nacionalnosti. Premda prema statističkim analizama i korelacijskim koeficijentima, matematička povezanost BDP-a i proizvodnja komunalnog otpada biva upitna, povezanost postoji budući da promjene BDP-a utječu na tržište. Naime, proizvodnja komunalnog otpada korelirana je s BDP-om po glavi stanovnika na dva načina; prema životnom standardu te prema učinkovitosti prikupljanja otpada. [16] [17]

**Sezonske varijacije** odnosno turizam utječe na stvaranje otpada. Odnos turističke aktivnosti i miješanog komunalnog otpada vrijedno je proučavanja iz najmanje tri razloga. Naime, turistički sektor poprilično intenzivno generira količine miješanog komunalnog otpada u odnosu na ostale sektore poput poljoprivrede zbog povećanog broja stanovništva i potrošnje. Nadalje, zbog internacionalne odlike turizma dolazi do uvoza otpada u odlaznu zemlju čime se dodatno opterećuje sustav s novim količinama otpada. Na koncu, nepropisno gospodarenje miješanim komunalnim otpadom negativno utječe na sastavnice okoliša, a samim time i na poželjnost turističke destinacije. [4] Unatoč tome što turizam znatno pridonosi generiranju količina miješanog komunalnog otpada, kvaliteta turizma i stupanj specijaliziranosti ukazuju na znatan utjecaj nastanka količine miješanog komunalnog otpada po glavi stanovnika. Analizom empiričkih rezultata, primijetilo se kako porastom broja turista značajno rastu i količine miješanog komunalnog otpada do točke preokreta nakon koje porast broja turista pridonosi smanjenju količina miješanog komunalnog otpada. Moguća su dva uzroka takvoj nelinearnoj povezanosti generiranja količina miješanog komunalnog otpada. S jedne strane evidentna je proporcionalnost između povećanja broja turista i generiranja količina miješanog komunalnog otpada, dok s druge strane protutežu omogućuje tehnološki napredak potaknut priljevom investicija uslijed povećanja broja turista i gradnjom uređenih turističkih kompleksa. Naime, pri gradnji turističkih kompleksa više pažnje se posvećuju mogućim utjecajima na okoliš. [4] Štoviše, visoki udio stakla i sezonske varijacije aluminijske legirane plastike ukazivale su na jaku korelaciju sastava komunalnog otpada s određenim ljudskim aktivnostima poput turizma. [14]

Predvidivi ukupni učinci Strategije gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/2005) i razvoja turizma RH do 2020. godine pretpostavljaju rast broja noćenja po stopi od 3,1 %. U razdoblju do 2025. godine predviđen je rast stope na 5,5 % te se ista može uzeti kao osnova za proračun i za razdoblje do 2030. Specifična količina otpada po noćenju određena je kao prosječna vrijednost između 0,9 - 1,9 kg/noćenju i iznosi 1,4 kg/noćenju. [4]

**Geografska lokacija** utječe na sastav otpada na način da se koristi u većoj mjeri materijal koji je dostupan (npr. drvo ili čelik), učestalost čišćenja ulica koja mogu iznositi i 10 % od ukupne količine otpada (pogotovo ako su gradovi u sušnim područjima), sastav pepela (ovisno o načinu grijanja, koji se energent koristi u kućanstvima) npr. populacija stanovnika Kine koji koriste ugljen kao energent za grijanje prostorija ima 47 % udio pepela u otpadu dok dio grada koji koristi prirodni plin sudjeluje sa svega 10 %. [18]

Uvažavajući postojeće podatke procijenjen je tip područja u kojemu živi stanovništvo Republike Hrvatske. Procjena je kako 55,6 % stanovnika živi u urbanom, a 41,81 % u ruralnom tipu područja. Kao zasebno područje istaknuto je otočno stanovništvo koje čini 2,59 % ukupnoga stanovništva. Kod razmatranja područja ispitivanja, osnovna podjela je na dvije statističke regije, jadransku i kontinentalnu Hrvatsku, zatim na županije koje čine ove regije te gradove i općine unutar pojedine županije. [4]

**Dodatni faktori** koji utječu na smanjenje količina otpada su smanjenje seoskog stanovništva, povećanje urbanog stanovništva, starenje stanovništva, migracijske prilike, kultura trošenja i kupovanja, razvoj zakonske regulative u cilju smanjenja nastanka otpada, razvoj znanosti i tehnologija u dobivanju proizvoda koji se mogu u potpunosti reciklirati kao i proizvoda s manje ambalaže. Utjecaj ovih faktora ocijenjen je na način da će pridonijeti smanjenju količina otpada po stanovniku do 0,7 % u narednih 15-tak godina. [4]

Industrijski razvoj i ekonomski napredak je u proteklih 100 godina pozitivno utjecao na životni standard ljudi. U tom razdoblju se broj stanovnika utrostručio što je izazvalo veliki pritisak na okoliš, utjecalo na iscrpljivanje prirodnih neobnovljivih resursa i

smanjivanje ili nestanak pojedinih vrsta u biosferi. Zbog brojnih šteta koje su nastale uslijed antropogene aktivnosti, od 60-ih godina 20. stoljeća raste svijest o potrebi zaštite okoliša. [19]

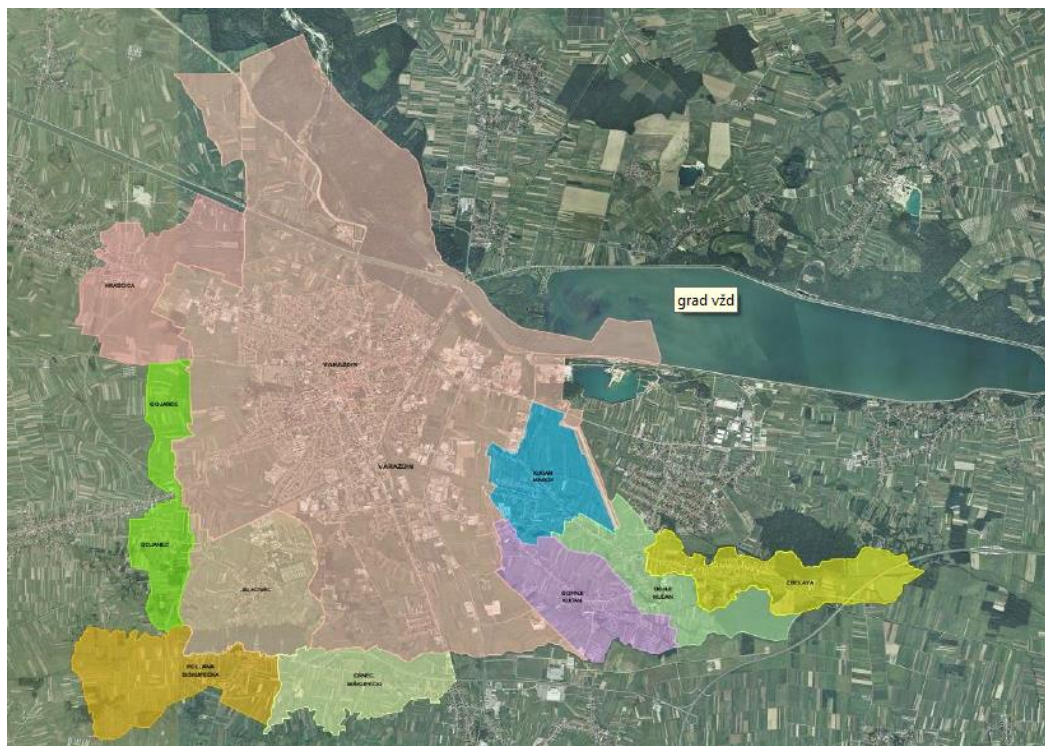
Klima može utjecati na stvaranje otpada u gradu, državi ili regiji. Kao primjer može se uzeti Ulan Bator, glavni grad u Mongoliji. Udio pepela u otpadu zimi iznosi 60 % dok za ljetni period iznosi samo 20 %. Padaline su važne u sastavu komunalnog otpada, osobito kada se mjeri masa otpada. Ako se otpad ne skladišti u zatvorenom prostoru ili u kontejnerima za otpad izložen je kiši i snijegu koji vlaži otpad i povećava masu otpada, na sličan način vlaga u zraku može utjecati na povećanje mase otpada. [18]

Donošenje propisa vezanih za stvaranje otpada i njihova aktivna primjena mogu utjecati na količine nastalog otpada, razina svijesti građana o problematici koja je vezana za otpad uvelike može utjecati na brzinu usvajanja propisa i njegovo implementiranje od koje pojedinac ima ekonomsku dobit primjenjujući zakone i društvo koje od provođenja zakona ima koristi u smislu čistijeg okoliša.

## 4 GOSPODARENJE OTPADOM U GRADU VARAŽDINU

### 4.1 OPĆE ZNAČAJKE O GRADU VARAŽDINU

Grad Varaždin je središte Varaždinske županije. Smješten je u sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske uz desnu obalu rijeke Drave. Površina Grada Varaždina iznosi 59,45 km<sup>2</sup>, udaljenost krajnjih točaka u smjeru sjever-jug iznosi 11 km, a u smjeru zapad-istok 12,3 km. Grad Varaždin graniči s općinama Sračinec, Vidovec, Beretince, Sveti Ilija, Gornji Kneginec, Jalžabet i Trnovec Bartolovečki u Varaždinskoj županiji, a obzirom na svoj zemljopisni položaj na sjeveru graniči i s općinom Nedelišće u Međimurskoj županiji. Nadmorska visina varira između 169 i 173 m. U sastavu Grada su naselja: Varaždin, Črnc Biškupečki, Donji Kućan, Gojanec, Gornji Kućan, Hrašćica, Jalkovec, Kućan Marof, Poljana Biškupečka i Zbelava što je prikazano na slici 9. [20]



*Slika 9 Prikaz naselja Grada Varaždina [20]*

Na području Grada Varaždina 2011. godine je u naseljima živjelo 46.946 stalnih stanovnika od kojih je gotovo 83 % u Varaždinu (Tablica 3). [21]

*Tablica 3 Popis stanovništva prema naseljima Grada Varaždina [21]*

r.b.	Naselje	Broj stanovnika
1.	Črnc Biškupečki	696
2.	Donji Kućan	716
3.	Gojanec	620
4.	Gornji Kućan	1 139
5.	Hrašćica	1 283
6.	Jalkovec	1 309
7.	Kućan Marof	1 388
8.	Poljana Biškupečka	452
9.	Varaždin	38 839
10.	Zbelava	504

## **4.2 POVIJEST GOSPODARENJA OTPADOM U GRADU VARAŽDINU**

Gospodarenje otpadom na području Grada Varaždina započela je tvrtka Varkom d.o.o. 1962. godine. Iz izvještaja o radu za 1964. godinu vidljivo je da je poduzeće sastavljeno od 4 radnih jedinica s pogonima: ceste i kanalizacija instalacije i radione (gradski vodovod, vodoopskrba, instalacije vodovoda, vodovodni servis, limarija, bravarija, centralno grijanje), pomoćni pogon (transportne usluge, građevinske mašine, građevinski pogon, šljunčara i kamenolom) i čistoća (javna čistoća, odvoz fekalija i glomaznog smeća, javno kupalište i zahodi, tržnica, čuvanje vozila). [22]

Tvrtka Varkom prvotno je imala jednu kantu i redoviti odvoz kante i kontejnera. Do promjene i selektivnog prikupljanja otpada došlo je 2002. godine. U Gradu Varaždinu 1. lipnja 2002. g. započeta je praksa selektivnog prikupljanja otpada i to papira, plastike i



stakla, a odvajaju se i pojedine kategorije otpada tijekom pripreme i baliranja otpada (to se posebno odnosi na metale). Kućanstva su dobila 2 kante, plava za plastiku, papir, tetrapake, plastične boce, čiste folije, a crnu za miješani komunalni otpad (MKO) koji se odlagao na odlagalište otpada u Gornjem Knegincu do 31. ožujka 2005. godine.

Uz to stambeni objekti kao što su zgrade i neboderi imali su kontejnere za plastiku, gdje je bilo moguće posebno sakupljati plastiku iako se plastika nije posebno sakupljala kamionima, jer tada još sustav odvojenog sakupljanja otpada nije bio tako zamišljen, ali se išlo u realizaciju budućih planova i postepeno uvođenje opreme za današnji sustav gospodarenja otpadom. Od 01. travnja 2005. godine, MKO je odlukom Grada baliran do 31. srpnja 2013. godine, a od 01. kolovoza 2013. godine ta frakcija otpada ide na obradu u energanu tvrtke Univerzal d.o.o. koja ima koncesiju za obradu tog dijela otpada do sredine 2018. godine. [23]

Do 01. siječnja 2014. godine sve je bilo pod upravom Varkoma d.d., a od tada tvrtka je podijeljena te je gospodarenje otpadom pod upravom novoosnovane tvrtke Čistoća d.o.o. Uz Grad Varaždin ova tvrtka javnu uslugu prikupljanja miješanog komunalnog otpada pruža za još dvanaest općina na području Varaždinske županije, a to su općine Trnovec Bartolovečki, Sveti Ilija, Gornji Kneginec, Jalžabet, Beretinec, Vidovec, Sračinec, Cestica, Sveti Đurđ, Mali Bukovec, Petrijanec i Vinica. [24]

Danas tvrtka obuhvaća trinaest općina, uz navedenih dvanaest najnovija općina je Veliki Bukovec. U budućnosti postoji mogućnost djelovanja na području većeg broja općina. [24]

Univerzal d.o.o. Varaždin je društvo registrirano za reciklažu metalnih ostataka i promet sekundarnim sirovinama te za sakupljanje i skladištenje neopasnog i opasnog otpada. Budući da je Grad Varaždin dao koncesiju Univerzalu za zbrinjavanje MKO (Čistoća d.o.o. je samo vršitelj sakupljanja otpada), sav prikupljeni MKO i izdvojene frakcije otpada (papir, plastika, tekstil...) koje ne zadovoljavaju kriterij za ponovno vraćanje u sustav tih sirovina (zamašćeni papir, plastika s metalom, neiskorištene boje i lakovi i dr.), kao i ostali neizdvojiv otpad s glomaznog otpada (a koji također ima svojstva biorazgradivosti), odvozi se u Univerzal. Ondje se gospodarenje komunalnim i ostalim

industrijskim otpadom obavlja na postrojenju za mehaničku obradu i sortirnici s prešom na kojoj radnici ručno sortiraju materijal prema vrsti. [25]

### 4.3 POSTOJEĆE STANJE U GOSPODARENJU OTPADOM GRADA VARAŽDINA I PRIPADAJUĆIH OPĆINA

Organizirano sakupljanje i odvoz miješanog komunalnog otpada i drugih vrsta otpada koji nastaje u kućanstvima kao i otpada iz poslovnih prostora na području Grada od 1. siječnja 2014. g. obavlja komunalno društvo Čistoća d.o.o. [24]

Tvrtka Čistoća od tvrtke Varkom preuzela je sustav s dvije kante. Crna za MKO i plava za plastiku, papir i tetrapak. Od 04. siječnja 2016. g. uvode se vreće: žuta za plastiku i metale, plava za papir i karton, zelena za staklo i smeđa za tekstil te neke općine dobivaju i žutu odnosno plavu kantu. Općine, broj korisnika i kante koje imaju navedene su u tablici 4. Takav sustav koristi se još i danas. U planu je uvođenje još jedne kante za biootpad te siva vreća za metale. [24]

*Tablica 4 Prikaz domaćinstva i poslovnih prostora s datumom 31.12.2017. [24]*

JLS	BROJ KORISNIKA DOMAĆINSTVA	KANTE	BROJ KORISNIKA POSLOVNIH PROSTORA
Beretinec	497	Crna i plava	12
Cestica	1.354	Crna i plava	44
Gornji Kneginec	1.538	Crna i plava	63
Jalžabet	634	Crna i plava	26
Mali Bukovec	536	Crna i žuta	14
Petrijanec	1.074	Crna i plava	46
Sračinec	1.115	Crna i plava	47
Sveti Đurđ	931	Crna i žuta	27
Sveti Ilija	842	Crna i plava	28
Trnovec	1.683	Crna, plava i žuta	63

Bartolovečki			
Varaždin	16.273	Crna i plava	788
Veliki Bukovec	298	Crna i plava	13
Vidovec	1.134	Crna i plava	45
Vinica	866	Crna i plava	32
<b>UKUPNO</b>	<b>28.775</b>		<b>1.248</b>

Količine prikupljenog otpada na području Grada i općina evidentirane su 2014., 2015., 2016. i 2017. Tablica 5 prikazuje ukupnu količinu prikupljenog otpada (papir, plastika, staklo, glomazni...) i količinu miješanog komunalnog otpada.

*Tablica 5 Prikaz količina otpada prikupljen za određeno razdoblje [24]*

GODINA	UKUPNA KOLIČINA OTPADA [t]	UKUPNA KOLIČINA MKO-a [t]	ODVOJENO PRIKUPLJENO [t]
2014	18. 126,35	16. 000,41	2.125
2015	18. 634,07	16. 215,80	2.418
2016	19. 113,91	15. 258,92	3.855
2017	19. 138,06	15. 367,70	3.770

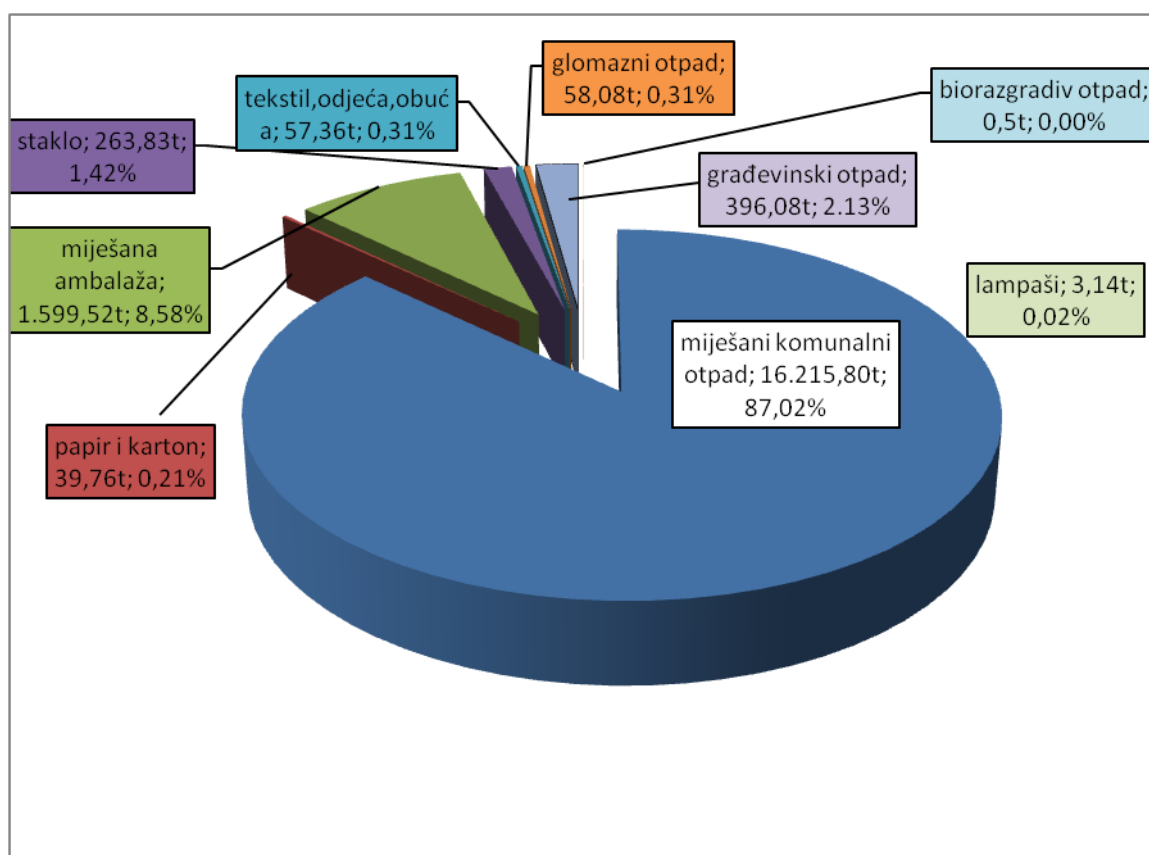
Iz Tablica 5 je vidljivo da ukupna količina komunalnog otpada raste, dok se količine miješanog komunalnog otpada smanjuju. Veće smanjenje količina MKO-a vidljivo je i u 2016. godini. Razlog tome je uvođenje vreća pomoću kojih se otpad počeo dodatno razvrstavati.

Na slikama 10, 11 i 12 prikazane su sastavnice otpada te njihovi maseni udjeli i količine za 2015., 2016. i 2017. godinu. Sastavnice na koje se otpad podijelio su:

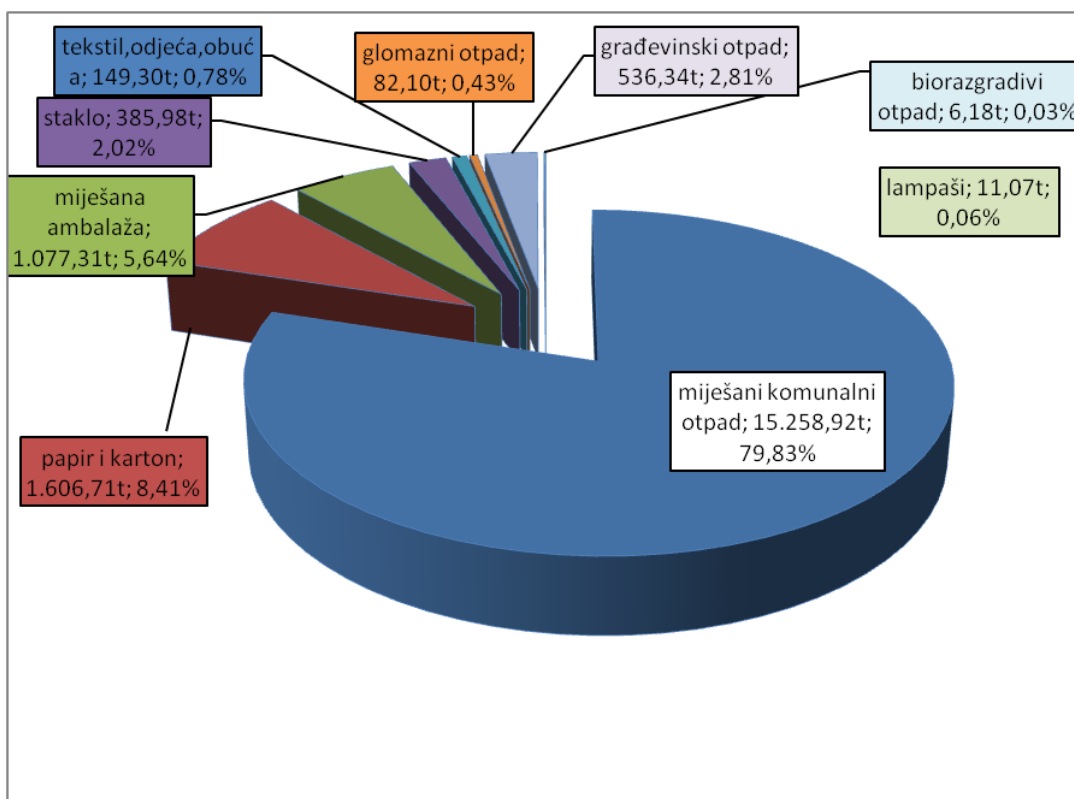
- miješani komunalni otpad (MKO)
- papir i karton
- miješani ambalažni otpad
- staklo
- tekstil, odjeća, obuća

- glomazni otpad
- građevinski otpad
- biorazgradivi otpad
- otpad koji nije biorazgradivi (lampaši

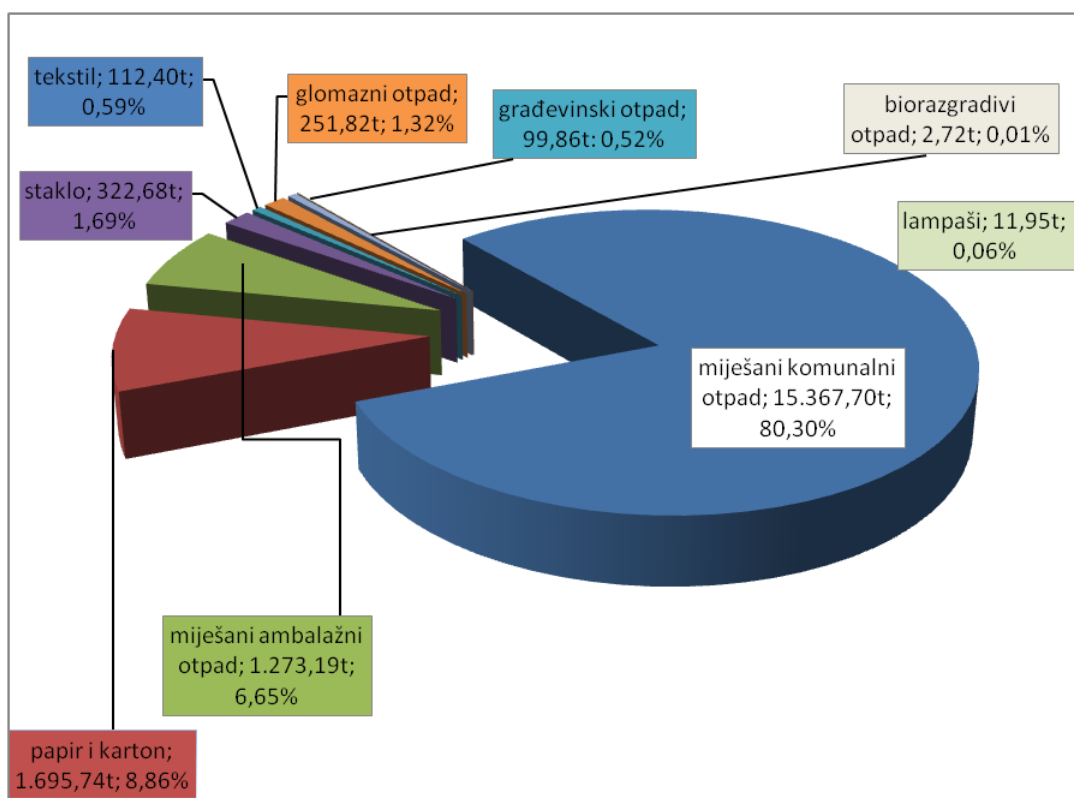
U 2015. g. MKO iznosi 87,02% dok godinu dana kasnije 79,83% (2016.), dok je u 2017. godini zabilježeno 80,30%. Iz navedenog je vidljivo kako se smanjuje količina miješanog komunalnog otpada u ukupnom komunalnom otpadu. Razlog tome je razdvajanje otpada po navedenim sastavnicama.



Slika 10 Prikaz udjela prikupljenog otpada za 2015. g.

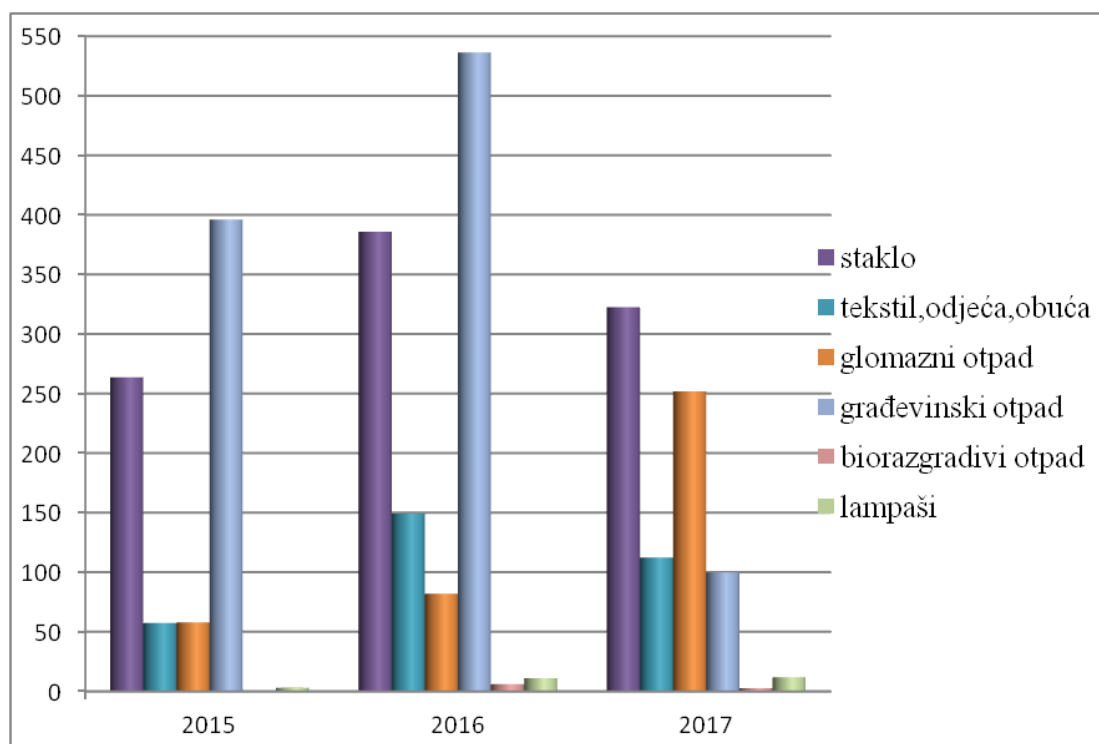


Slika 11 Prikaz udjela prikupljenog otpada za 2016. g.



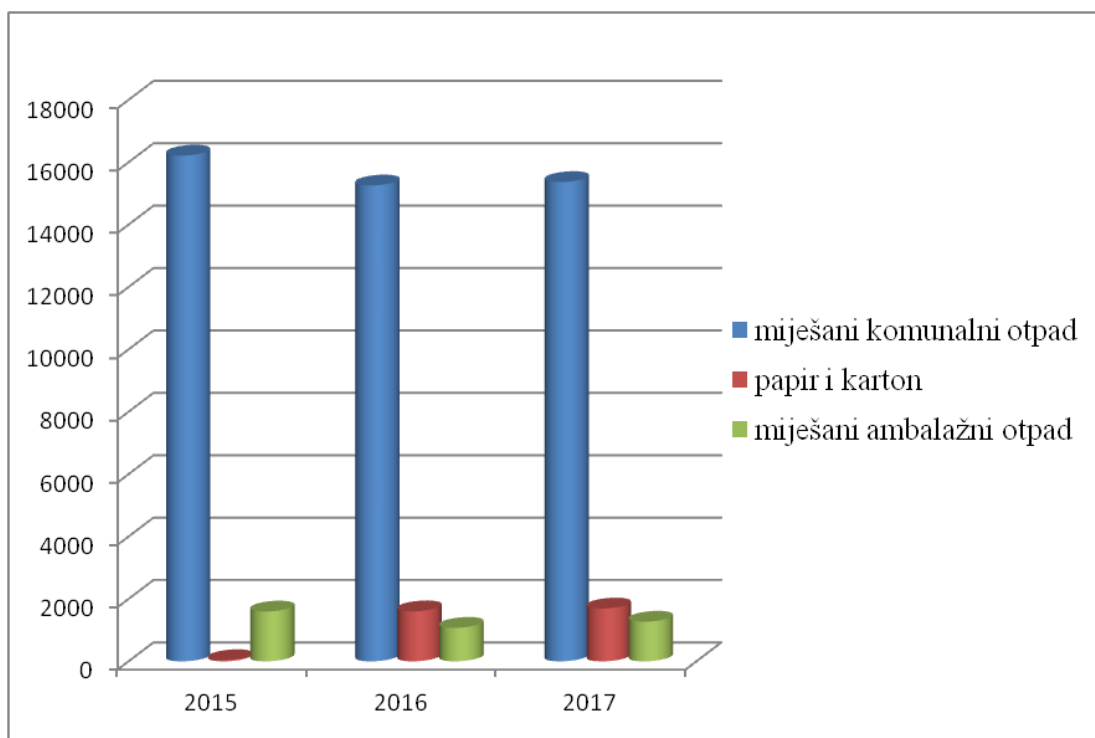
Slika 12 Prikaz udjela prikupljenog otpada za 2017. g.

Slika 13 i 14 prikazuje količine otpada u tonama za razdoblje od 3 godine te je moguće pratiti smanjenje odnosno povećanje pojedine sastavnice kroz navedeno razdoblje.



*Slika 13 Prikaz prikupljenih količina otpada u razdoblju od tri godine*

Iz gore navedene slike 13. vidljivo je da znatan porast u 2016. godini bilježi građevinski otpad što se može pripisati otvorenju novog reciklažnog dvorišta u Gornjem Knegincu. Također u 2016. godini vidljiv je rast odvojeno sakupljenog stakla, tekstila, odjeće i obuće. Rastu odvojeno prikupljenog otpada doprinose vreće koje su uvedene 2016. godine što je omogućilo korisnicima razvrstavati otpad.



*Slika 14 Prikaz prikupljenih količina MKO-a, papir i kartona te miješane ambalaže za period 2015.-2017.*

Iz slike 14. vidljivo je da se MKO u odnosu na 2015. godinu smanjuje čemu je pridonijelo sortiranje otpada pomoću vreća. Količine papira rastu što znači da se sve više papira izdvaja iz MKO-a. Miješani ambalažni otpad pada u odnosu na 2015. godinu.

Tvrtka Čistoća d.o.o. prikuplja papir i u uglavnom ga prodaje tvrtki LOTUS 91 d.o.o. U Tablica 6. navedene su količine papira i kartona prikupljene u prva tri mjeseca u 2018. g. Ključni broj ovog otpada je 20 01 01.

*Tablica 6 Prikaz količina prikupljenog papira za razdoblje od tri mjeseca*

DATUM	KOLIČINA [t]
31.01.2018.	165,97
28.02.2018.	120,75
30.03.2018.	161,29

Ključni broj otpada 15 01 06 pripada miješanoj ambalaži. Ova vrsta otpada se sakuplja u žutim vrećama i jednim djelom predaje tvrtki EKO FLOR PLUS d.o.o , a drugi dio sama Čistoća uzima na sortirnicu. Ambalaža koja ide na sortirnicu prikupi se u poslovnim prostorima i privremeno se skladišti do odvoza ovlaštenog sakupljača. U Tablica 7 navedena je količina prikupljenog otpada 15 01 06 za razdoblje od tri mjeseca u 2018. g.

*Tablica 7 Prikaz količina prikupljene miješane ambalaže za razdoblje od tri mjeseca*

DATUM	KOLIČINA [t]
31.01.2018.	104,58
28.02.2018.	100,32
30.03.2018.	102,49

Staklena ambalaža iz kućanstava i stambenih zgrada prikuplja se u zelenim vrećama pod ključnim brojem 15 01 07 i ide u sortirnicu tvrtke Čistoća, gdje se onda dalje obrađuje. Uklanjaju se frakcije koje ne pripadaju navedenom ključnom broju.

Tablica 8 prikazuje količine prikupljene staklene ambalaže za razdoblje od tri mjeseca u 2018. g.

*Tablica 8 Prikaz količina prikupljene staklene ambalaže za razdoblje od tri mjeseca*

DATUM	KOLIČINA [t]
27.01.2018.	11,76
28.02.2018.	63,56
21.03.2018.	1,362

Miješani komunalni otpad ključnog broja 20 03 01 tvrtka Čistoća predaje u nekoliko tvrtki, ovisno o tome da li je otpad iz Grada ili iz općina. Miješani komunalni otpad iz Varaždina predaje se tvrtki Univerzal. Sve općine osim Velikog Bukovca otpad predaju u Garešnicu, u tvrtku Komunalac d.o.o., dok se otpad Velikog Bukovca predaje Komunalcu Davor d.o.o. Tablica 9. prikazuje količine prikupljenog MKO-a za razdoblje od tri mjeseca u 2018. g.



*Tablica 9 Prikaz količina prikupljenog MKO-a za razdoblje od tri mjeseca 2018. godine*

DATUM	KOLIČINA [t]
31.01.2018.	1.292,12
28.02.2018.	975,86
30.03.2018.	1.211,06

## 5 METODOLOGIJA UTVRĐIVANJA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA

Sastav komunalnog otpada koji nastaje u urbanim i ruralnim sredinama određivao se pomoću metode izravnog uzorkovanja i analiza, a dodatne podatke ustupila je tvrtka Čistoća d.o.o. [26]

*Izravno uzorkovanje i analiza* otpada je konvencionalna metoda određivanja zastupljenosti pojedine vrste otpada u ukupnom otpadu nekog promatranog područja koja prethodi izravnom ručnom razdvajanju otpada na osnovne vrste materijala. Nadalje je moguće provesti dodatne fizikalno-kemijske analize kao što su određivanja sadržaja vlage, gustoće u standardnim uvjetima tlaka, kalorične vrijednosti, kao i provođenje elementarne analize. Prednost ove metode je u tome što je u mnogim područjima jedina moguće provediva metoda analize sastava otpada. Nedostatak ove metode očituje se prilikom potrebe preciznih mjerenja komponenti malih masa i elementarne analize. Međutim, za potrebe stjecanja osnovnih saznanja o vrsti i količini otpada na nekom području te preliminarnih studija kao podloga za cjeloviti sustav gospodarenja otpadom, ova metoda daje dovoljan stupanj pouzdanosti [26].

Dokumentom Jedinstvena metodologija za određivanje sastava i količina komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada propisana su sredstva i oprema za određivanje sastava i količina komunalnog otpada. Neka od potrebnih sredstva su: metla, lopate, kante, vaga, rukavice itd. [26]

Kako bi se osiguralo pouzdano i valjano provođenje uzorkovanja, stratifikacija uzorka te definirala vremenska i prostorna dimenzija provođenja postupka određivanja sastava komunalnog, odnosno miješanog komunalnog otpada potrebno je napraviti plan pripremnih aktivnosti.

Kod pripreme plana uzorkovanja u obzir se uzimaju sva područja/naselja prema kojima se određuje broj i količina uzoraka. Područja koja se uzorkuju su:

- urbano (gradsko) područje (Grad Varaždin)
- ruralno područje [26]

Cijeli pripremni proces, uzorkovanje, sortiranje i analiza sastava otpada obavljao se u razdoblju od 5 dana. Za prikupljanje otpada predviđen je 1-2 dana, a zatim se formirao reprezentativni uzorak i određivao se sastav miješanog komunalnog otpada. Analiza se provodila na lokaciji tvrtke Čistoća d.o.o. Lokacija mora biti uređena na način da se spriječi raznošenje otpada, onemogućiti otjecanje oborinskih voda u otpad te da se onemogućiti kontakt otpada s tlom što je i učinjeno. [26]

Uzorak tj. kamion se prije četvrtanja i provedbe analize važe na kolskoj vagi. Uzorak je odabran s unaprijed određenih područja i podpodručja slučajnim odabirom posuda s komunalnim otpadom. Prikupljeni uzorak daleko je veći od reprezentativnog uzorka na kojemu se provode analize. Stoga je reprezentativni uzorak potrebno pripremiti iz zbirnog uzorka metodom uzastopnog „četvrtanja“. Postupak četvrtanja provodi se na način da se najprije zbirni uzorak dobro promiješa. Zatim se dobivena hrpa podijeli na četvrtine. Dvije nasuprotne hrpe se odbacuju, a preostale dvije se spoje. Postupak se ponavlja dok se ne dobije reprezentativni uzorak koji može varirati od 200 kg do 500 kg ili više. Raspon ovisi o tipu područja s kojeg se prikuplja otpad kao i veličina područja u smislu količina otpada koje u njemu nastanu. Gušće naseljena područja na kojima nastaje veća količina otpada ujedno imaju i povećani rizik da je otpad heterogeniji pa je veća količina reprezentativnog uzorka i poželjnija i obrnuto. [26]

Za provedbu analize treba osigurati posude volumena 120 L koje trebaju biti označene i u koje se otpad razvrstava po kategorijama. Kategorije po kojima se otpad razvrstava su:

- metal
- drvo
- tekstil/odjeća
- papir i karton
- staklo

- plastika
- guma
- koža/kosti
- kuhinjski otpad
- vrtni otpad
- ostali otpad (pelene, prašina, zemlja, pijesak, nedefinirano)

Posude se prije punjenja važu (tara) na platformskoj vagi s opsegom mjerenja do 300 kg. Navedene sastavnice otpada se zatim ručno sortiraju po kategorijama otpada u za to unaprijed određene i označene posude. Svaka odvojena frakcija (sastavnica) otpada se nakon sortiranja ponovo važe (bruto težina) i kao rezultat analize dobiva se količina otpada po navedenim kategorijama. Frakcija manja od 20 mm se naziva „sitnicom”. Neto težina pojedinih frakcija otpada u kg dobiva se oduzimanjem tara težine od bruto težine. Ove težine se zbrajaju, zatim se izračunava maseni udio svake kategorije otpada u pojedinoj frakciji i u ukupnoj količini i izražava u postocima. Maseni udio izračunava se prema formuli

$$\omega = \frac{\text{masa sastavnice [kg]}}{\text{masa ukupnog otpada [kg]}} * 100$$

Provedba ispitivanja po ovoj metodologiji je brza te je dostatna za određivanje sastava miješanog komunalnog otpada. Uglavnom se koristi s namjerom određivanja udjela biorazgradivih komponenti. [26]

## **6 UTVRĐIVANJE MORFOLOŠKOG SASTAVA MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA**

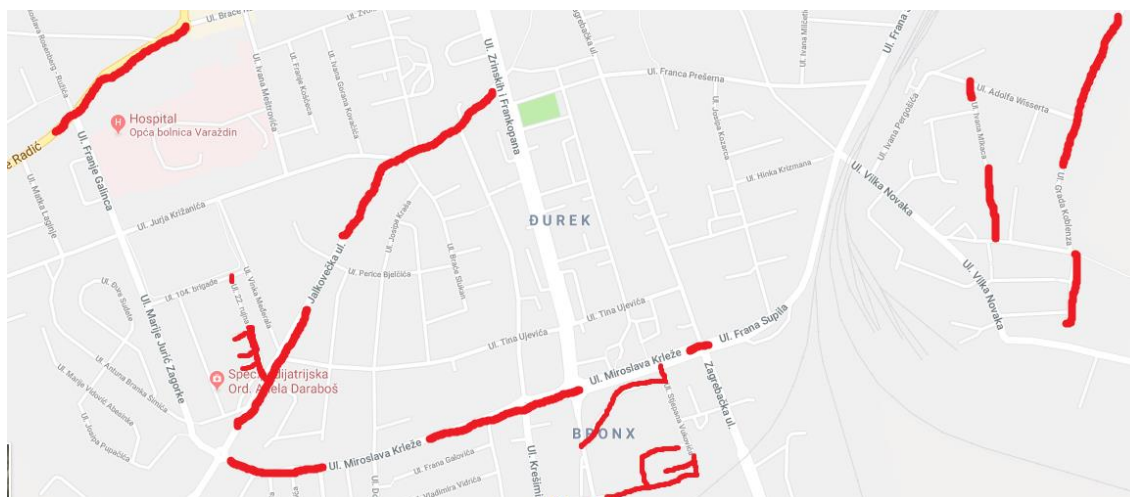
Sastav crne kante se analizirao sukladno metodologiji određivanja sastava miješanog komunalnog otpada prethodno opisanog u poglavlju 5.

Sastav crne kante je sortiran sukladno sastavnicama MKO koje su dane u Jedinstvenoj metodologiji za određivanje sastava i količina komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada. Sastavnice na koje se sortiralo su: metal, drvo, tekstil, papir i karton, staklo, plastiku, guma, koža/kosti, kuhinjski otpad, vrtni otpad i ostali otpad od kojega su izdvojene pelene. [26]

Dva dana provodilo se uzorkovanje posebno korisnika usluga iz kategorije kućanstva u objektima individualne stambene izgradnje, a posebno drugi dan korisnika usluga iz kategorije kućanstva u kolektivnoj stambenoj izgradnji s tri i više stambene jedinice.

### **6.1 GRADSKO PODRUČJE**

Dana 22.03.2018. krenulo se u 6:30h iz Čistoće kamionom prema unaprijed određenim ulicama na kojima će se prikupiti heterogen uzorak miješanog komunalnog otpada. Kamion kojim se prikupljalo je registracijske oznake VŽ 383 KO. Područje prvog dana ispitivanja je bilo urbano (gradsko) područje, tj. zgrade Grada Varaždina. Ulice, broj kontejnera prikupljenih u pojedinim ulicama dani su u tablici 10.



*Slika 15 Lokacije zgrada na kojima se prikupljao uzorak u Gradu Varaždinu*

U slijedećoj tablici dan točan popis ulica i broja kontejnera koji su prikupljeni u svrhu izrade diplomskog rada.

*Tablica 10 Prikaz ulica u kojima su prikupljeni uzorci te broj kontejnera*

ULICA	BROJ KONTEJNERA
Grada Koblenza	5
Ive Mikaca	4
Miroslava Krleže	6
Stjepana Vukovića	17
Jalkovečka	14
22. Rujna	10
Braće Radića (desna strana)	10

U sedam ulica iz kojih su prikupljeni uzorci ispražnjeno je 66 kontejnera, što je prikazano na slikama u nastavku.



*Slika 16 Pražnjenje kontejnera u ulici Grada Koblenza*



*Slika 17 Pražnjenje kontejnera u ulici Ive Mikaca*



*Slika 18 Pražnjenje kontejnera u Jalkovečkoj ulici*



*Slika 19 Pražnjenje kontejnera u ulici Stjepana Radića*

Nakon 66 prikupljenih kontejnera, kamion VŽ 383 KO ide na vagarinku (Slika 20), gdje se vozilo izvagalo te je utvrđeno da je taj dan za potrebe istraživanja prikupljenog 2.960 kg miješanog komunalnog otpada.





*Slika 20 Prikaz kamiona s prikupljenim otpadom na vagi*

Nakon što se izvažje, svaki kamion dobiva prateći list i vagarski list (Slika 21.)

ČISTOČA d.o.o. Ogrjeva Prace 13 Varaždin		VAGARSKI LIST br.: 2018-1-641	
Partner	GRAD VARAŽDIN VARAŽDIN		
Prijevoznik	ČISTOČA d.o.o.		
Registracija	VŽ 383 KO		
Određište	1 SKLADIŠTE BALA		
Pogon	1 BALIRANJE OTPADA		
Roba	1 KOMUNALNI OTPAD		
PRVO VAGANJE:		DRUGO VAGANJE:	
Datum:	22.03.2018	Datum:	22.03.2018
Vrijeme:	08:33:10	Vrijeme:	08:33:42
Masa:	15960 kg	Masa:	18920 kg
Netto: 2960 kg			
Vagar:	NOVAK	Vozač:	POKCS <i>Pokcs</i>

*Slika 21 Vagarski list*

Nakon vaganja, uzorak je spreman za pražnjenje na počišćenom i za to predviđenom mjestu.



*Slika 22 Prikaz pražnjenja kamiona*

Kako bi se dobio reprezentativni uzorak iz prikupljene količine MKO primjenom metode četvrtanja hrpa se dobro promiješala pomoću bagera. Zatim hrpa otpada se iz centra razdijelila na četvrtine (23).



*Slika 23 Prikaz četvrtanja otpada*

Postupak četvrtanja se ponavljao tri puta, a reprezentativni uzorak nakon vaganja iznosi 429,69 kg. Prema metodologiji količina reprezentativnog uzorka može varirati od 200 kg do 500 kg ili više.



*Slika 24 Prikaz reprezentativnog uzorka nakon četvrtanja*

Nakon toga navedene frakcije su se ručno sortirale po kategorijama otpada za to unaprijed označene i očišćene kante (Slika 25).



*Slika 25 Prikaz posuda za sortiranje po kategorijama otpada*

Za potrebe vaganja koristila se platformska vaga IVA KW 300 kg/100 g, platforma 800x600 (Slika 26.)



*Slika 26 Vaga*

Radi lakšeg sortiranja komunalnog otpada koristi se sortirka prikazana na slici 27. Uzorak se najprije lopatama bacao na sortirku promjera 40 mm koja se ručno tresla kako bi se sortirao otpad, odnosno da dijelovi manji od 40 mm prođu otvore sita. Ono što je palo ispod sortirke naziva se "sitnica". To je uglavnom bio organski otpad, prašina, šljaka, manji komadi plastike. Nakon sortiranja svaka kanta se posebno vagala i dobiveni su rezultati analize.



*Slika 27 Prikaz sortirke*

Nakon što se sve razvrstalo, napunjeno je 28 kanti od 120 l. Najviše kanti, njih 5 napunjeno je plastikom, 4 su napunjene papirom i kartonom, a po 3 pelenama, sitnicom i ostalim otpadom.



*Slika 28 Prikaz kanti nakon razvrstavanja*

## 6.2 RURALNO PODRUČJE

Dana 23.03.2018. krenulo se u 6:00 iz tvrtke Čistoća kamionom prema unaprijed određenim ulicama na kojima će se prikupiti heterogen uzorak miješanog komunalnog otpada. Područje drugog dana ispitivanja je bilo ruralno područje, tj. kuće Gojanca, Jalkovca i Črneca Biškupečkog. Lokacije prikupljenog otpada u Gojancu i ulice u Jalkovcu prikazane su na slici 29.



Slika 29 Lokacija kuća na kojima se prikupljao uzorak u Gojancu i Jalkovcu

Kamion kojim se prikupljalo je bio registarskih oznaka VŽ 383 KO, a u tablici u nastavku nabrojene su ulice i broj prikupljenih kanti po pojedinim ulicama.

Tablica 11 Naziv sela, ulica u kojima su prikupljeni uzorci i broj kanti

SELO	ULICA	BROJ KANTI
Gojanec	Braće Radića	39
Jalkovec	Stanka Tomaškovića	36
	Braće Radića	39
	Florijana Bobića	21
	Nova Ulica	20
Črnc Biškupečki		45

Tako je u šest ulica prikupljeno 200 kanti miješanog komunalnog otpada, što je prikazano na slici 30.



*Slika 30 Prikaz prikupljanja MKO-a u Jalkovcu*

Nakon sakupljanja kamion sa otpadom se izvagao na kolnoj vagi u tvrtki Čistoća d.o.o. te je vagarski list sa masom prikupljenog otpada sa ruralnog područja dan na slici 31.

CISTOČA d.o.o.  
Ograsna Prace 13  
Varaždin

**VAGARSKI LIST br.: 2018-1-656**

Partner: GRAD VARAŽDIN  
VARAŽDIN  
Prijevoznik: CISTOČA d.o.o.  
Registracija: VZ 383 KD  
Određište: 1 SKLADIŠTE SALA  
Pogon: 1 BALIRANJE OTPADA  
Roba: 1 KOMUNALNI OTPAD

PRVO VAGANJE		DRUGO VAGANJE	
Datum:	23.03.2018	Datum:	23.03.2018
Vrijeme:	09:12:04	Vrijeme:	09:12:43
Masa:	15980 kg	Masa:	17540 kg
Netto: 1580 kg			

Važer: NOVAK      Vozač: POKOS

*Slika 31 Vagarski list*

Masa prikupljenog otpada po kućama iznosi 1.580 kg. Nakon vaganja uzorak se istovario na počišćenu i unaprijed pripremljenu površinu. U svrhu dobivanja reprezentativnog uzorka prvo se hrpa dobro promiješala pomoću bagera. Zatim je provedeno četvrtanje na način da se hrpa otpada se iz centra razdijelila na četvrtine. Dvije nasuprotne hrpe su se odbacile, a preostale spojile što je prikazano na slici 32. Postupak se ponavljao dva puta, a reprezentativni uzorak nakon vaganja iznosio je 420 kg.



*Slika 32 Prikaz odbacivanja dvije nasuprotne hrpe i spajanja druge dvije hrpe*



Nakon provedenog četvrtanja ostala je jedna hrpa koja se pomoću lopate stavljala na sortirku te se razvrstavala prema sastavnicama otpada (Slika 33).



*Slika 33 Sortiranje uzorka prema sastavnicama otpada*

Na Slici 34 prikazana je „sitnica“ koja je prošla kroz otvor sita na sortirki.



*Slika 34 Sitnica pala kroz otvore sortirke*

Nakon što se sve razvrstalo, napunjene su 24 kante od 120 l. Najviše kanti, njih 5 napunjeno je plastikom (Slika 355).



*Slika 35 Prikaz kanti nakon razvrstavanja i vaganje kanti*

### **6.3 REZULTATI I RASPRAVA**

U ovom poglavlju je dana analiza reprezentativnih uzoraka koji su dobiveni četvrtanjem prikupljenog miješanog komunalnog otpada u gradskom odnosno ruralnom području Grada Varaždina te na temelju toga dobiven morfološki sastav miješanog komunalnog otpada za oba područja.

U tablici 12 prikazane su količine i odgovarajući maseni udjeli pojedinih sastavnica reprezentativnog uzorka dobivenog iz miješanog komunalnog otpada sa urbanog područja.

*Tablica 12 Prikaz količina i masenih udjela otpada prema sastavnicama prikupljenog u urbanom području*

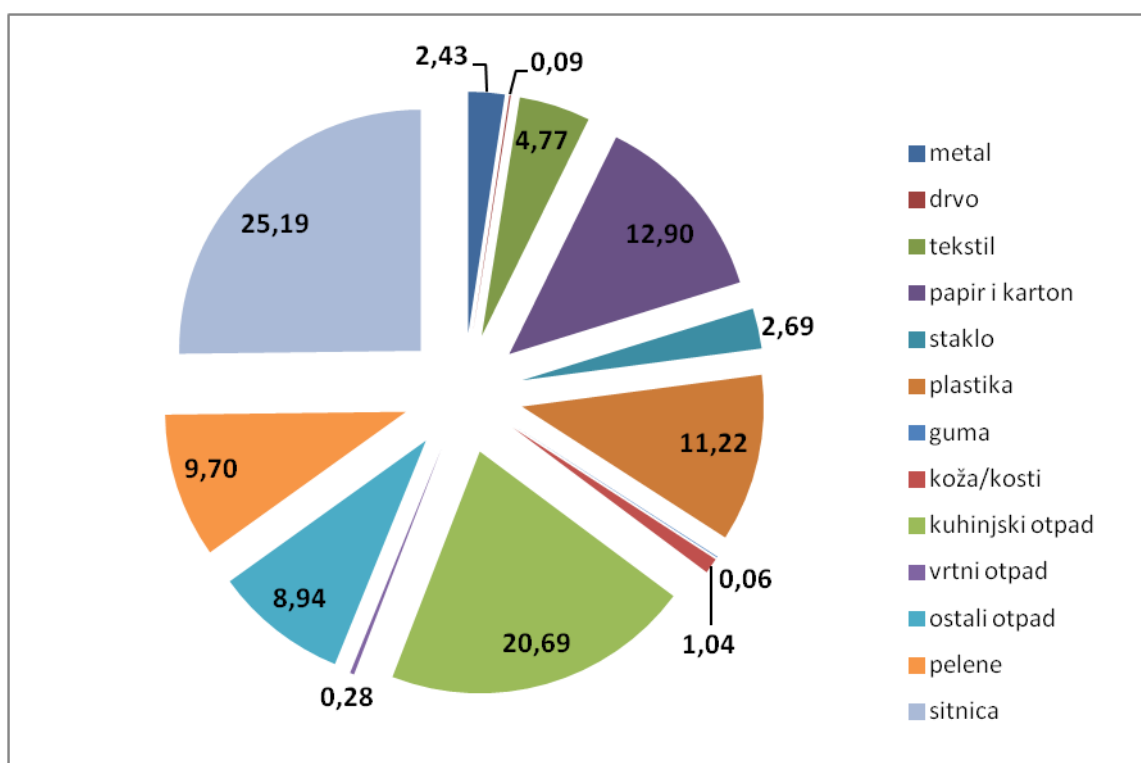
Sastavnica	Zgrade (kg)	Maseni udio $\omega$ (%)
Metal	10,45	2,43
drvo	0,4	0,09
Tekstil	20,5	4,77
papir i karton	55,45	12,90
Staklo	11,55	2,69
Plastika	48,19	11,22
Guma	0,25	0,06
koža/kosti	4,45	1,04
kuhinjski otpad	88,9	20,69
vrtni otpad	1,2	0,28
ostali otpad	38,4	8,94
Pelene	41,7	9,70
Sitnica	108,25	25,19
<b>Ukupno</b>	<b>429,69</b>	<b>100,00</b>

Iz gore navedene tablice 12. vidljivo je da u urbanom području u sastavu MKO minimalno ima drva, guma, vrtnog otpada i kože/kosti. Obzirom da drvo uglavnom dolazi od drvenog namještaja koji spada u glomazni otpad, mali postotak ove sastavnice može se objasniti dobrom organizacijom odvoza glomaznog otpada te da građani koriste ovaj sustav. Obzirom da su otpadne gume jako dobro pokrivenе sustavom odvojenog sakupljanja i recikliranja ovaj je podatak očekivan. Može se smatrati da gume u MKO nema ili je minimalan. Obzirom da se radi o stambenim zgradama koje nemaju vlastitih vrtova i okućnica, udio vrtnog otpada je razumljiv i očekivan. Koža/kosti dolaze uglavnom iz pripreme hrane za ljudske potrebe.

Izostavi li se sitnica iz tablice 12., najveći postotak zauzimaju kuhinjski otpad, plastika te papir i karton. Veliki udio kuhinjskog otpada iz MKO-a u gradskom području je očekivan, jer stambene zgrade nemaju mogućnost kompostiranja. Plastika te papir i

karton zauzimaju značajan udio u MKO-u. Prema gore navedenoj tablici izrađen je grafički prikaz morfološkog sastava MKO sa gradskog područja (Slika 36).

Plastična ambalaža, papir i karton, metalna ambalaža, staklo i tekstil i obuća su obuhvaćeni sustavnom odvojenog sakupljanja, kao što je opisano u poglavlju 4.3. Papira i kartona ima 12,9 % dok plastičnog otpada ima 11,2 % u sastavu MKO. S obzirom da su te kategorije otpada obuhvaćene odvojenim sakupljanjem taj bi postotak mogao biti manji.



*Slika 36 Morfološki sastav miješanog komunalnog otpada sa gradskog područja*

Prema Planu gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. biorazgradivi otpad čini: drvo, tekstil, papir i karton, koža/kosti, kuhinjski otpad i vrtni otpad. Sukladno tome biorazgradivi otpad čini 39,8 % sastava MKO sa urbanog područja Grada Varaždina. Gledajući pojedine sastavnice MKO, najveći udio u otpadu ima kuhinjski otpad sa 20,7 %.

Prilikom sortiranja otpada u MKO-u gradskog područja pronađena je žarulja koja spada u otpadnu električnu i elektroničku opremu, obična šprica te šprica za inzulin koje spadaju medicinski otpada (Slika 37). Takav otpad bi se trebao propisno zbrinuti u reciklažnom dvorištu u odgovarajućim spremnicima.



*Slika 37 Nedoželjeni otpad pronađen u crnoj kanti gradskog područja*

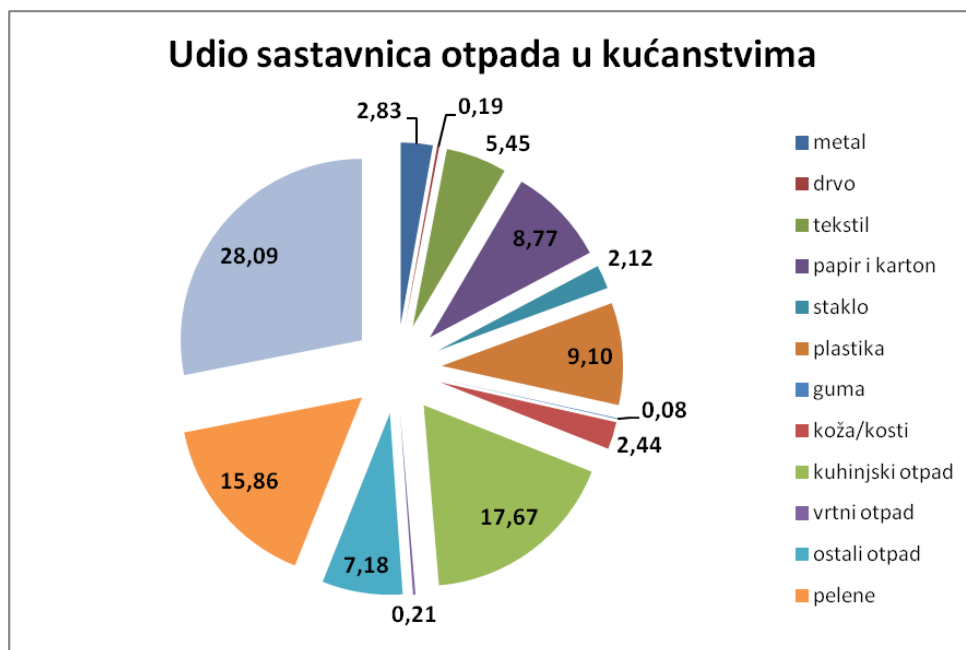
U Tablica 13 prikazane su količine i maseni udjeli pojedinih sastavnica MKO sa ruralnog područja. Iz tablice vidljivo je da biorazgradiv otpad zauzima 34,91 % što je za 4,89 % manje od biorazgradivog otpada u urbanom području.

*Tablica 13 Prikaz količina i masenih udjela otpada iz ruralnog područja*

<b>Sastavnica</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Maseni udio (ω)</b>
metal	11,9	2,83
drvo	0,8	0,19
tekstil	22,9	5,45
papir i karton	36,85	8,77
staklo	8,9	2,12
plastika	38,2	9,10
guma	0,35	0,08
koža/kosti	10,25	2,44
kuhinjski otpad	74,2	17,67
vrtni otpad	0,9	0,21
ostali otpad	30,15	7,18
pelene	66,6	15,86
sitnica	117,95	28,09
<b>ukupno</b>	<b>419,95</b>	<b>100,00</b>

Iz tablice 13 vidljivo je da uz sitnicu najveći maseni udio zauzima kuhinjski otpad. Uspoređujući kuhinjski otpad gradskog i ruralnog područja vidljivo je da maseni udio u gradskom području veći za 3,02 % od onoga u ruralnom području. Objašnjenje za to je da ljudi u ruralnom području tj. kućama imaju kompost pa na taj način zbrinjavaju kuhinjski otpad. Uz kuhinjski otpad iz ruralnog područja veliki postotak zauzimaju i pelene iz ostalog otpada te plastika. Zbog višeg postotka pelena pretpostavlja se da mlade obitelji s djecom u većem broju žive na ruralnom području. (Slika 38).

Najmanji postotak u ruralnom području zauzima drvo, guma, vrtni otpad, koža/kosti i staklo. Za razliku od gradskog područja za koje se smatra da nema vrtnog otpada, u ruralnom području ga ima, ali je mali zbog raznih mogućnosti korištenja vrtnog otpada. Može se koristiti za kompost ili kao prirodno gnojivo na vlastitom vrtu ili okućnici. Također i stakla je nešto manje u usporedbi s gradskim područjem, što se može objasniti boljim odvojenim prikupljanjem ili se ponovno upotrebljava za određenu svrhu.



*Slika 38 Morfološki sastav miješanog komunalnog otpada sa ruralnog područja*

Potrebno je istaknuti kako su u crnim kantama pronađene: žarulje, baterije, glačalo, mobitel, tonerski spremnik (engl. cartridge), što spada u otpadnu elektroničku i električnu opremu. Pronađena je i šprica za inzulin koja spada u medicinski otpad.

Takav otpad bi se trebao propisno zbrinuti u reciklažnom dvorištu u odgovarajućim spremnicima (Slika 39).



*Slika 39 Nedoželjen otpad pronađen u crnoj kanti ruralnog područja*

Na slikama u nastavku prikazan je MKO sortiran sukladno metodologiji i sastavnicama otpada opisanima u Poglavlju 5.



a) Papir i karton



b) Metalna ambalaža



c) Drvo



d) Staklena ambalaža



e) Tekstil



f) Plastika





g) Guma



h) Kost i koža



i) Kuhinjski otpad



j) Vrtni otpad



k) Ostali otpad



l) Pelene

*Slika 40 Sastavnice miješanog komunalnog otpada*

U Tablici 14 prikazane su razlike u masenim udjelima između ruralnog i gradskog područja dobivene sortiranjem reprezentativnih uzoraka.

*Tablica 14 Usporedba masenih udjela između ruralnog i urbanog područja*

<b>Sastavnica</b>	<b>Gradsko područje (%)</b>	<b>Ruralno područje (%)</b>	<b>Razlika masenih udjela <math>\omega</math> (</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3 = 1-2</b>
Metal	2,43	2,83	-0,4
Drvo	0,09	0,19	-0,1
Tekstil	4,77	5,45	-0,68
papir i karton	12,90	8,77	4,13
Staklo	2,69	2,12	0,57
Plastika	11,22	9,10	2,12
Guma	0,06	0,08	-0,02
koža/kosti	1,04	2,44	-1,4
kuhinjski otpad	20,69	17,67	3,02
vrtni otpad	0,28	0,21	0,07
ostali otpad	8,94	7,18	1,76
Pelene	9,70	15,86	-6,16

Uspoređujući masene udjele gradskog i ruralnog područja vidljivo je da su za ruralno područje veći maseni udjeli metala, drva, tekstila, guma, kože/kosti i pelena. Značajnija razlika je kod pelena i iznosi 6,16 % te koža/kosti gdje je razlika 1,4 %. Veći udio pelena u ruralnom području pokazuje na veći broj mladih obitelji koje žive na tom području, a veći udio kože/kosti ukazuje na više domaćih životinja (npr. kokoši) kojima se stanovništvo prehranjuje.

U gradskom području zabilježeni su veći maseni udjeli kod papira i kartona, stakla, plastike, kuhinjskog otpada, vrtnog otpada te ostalog otpada. Značajnija razlika je kod papira i kartona te iznosi 4,13 % i kod kuhinjskog otpada od 3,02 %. Za kuhinjski otpad rezultat je očekivan, jer stambene zgrade nemaju gdje zbrinuti tu vrstu otpada za razliku od kućanstva sa dvorištem. Papir i karton, plastika i staklo se odvojeno prikuplja te veći postotak navedenog znači lošije odvajanje u gradskom području.

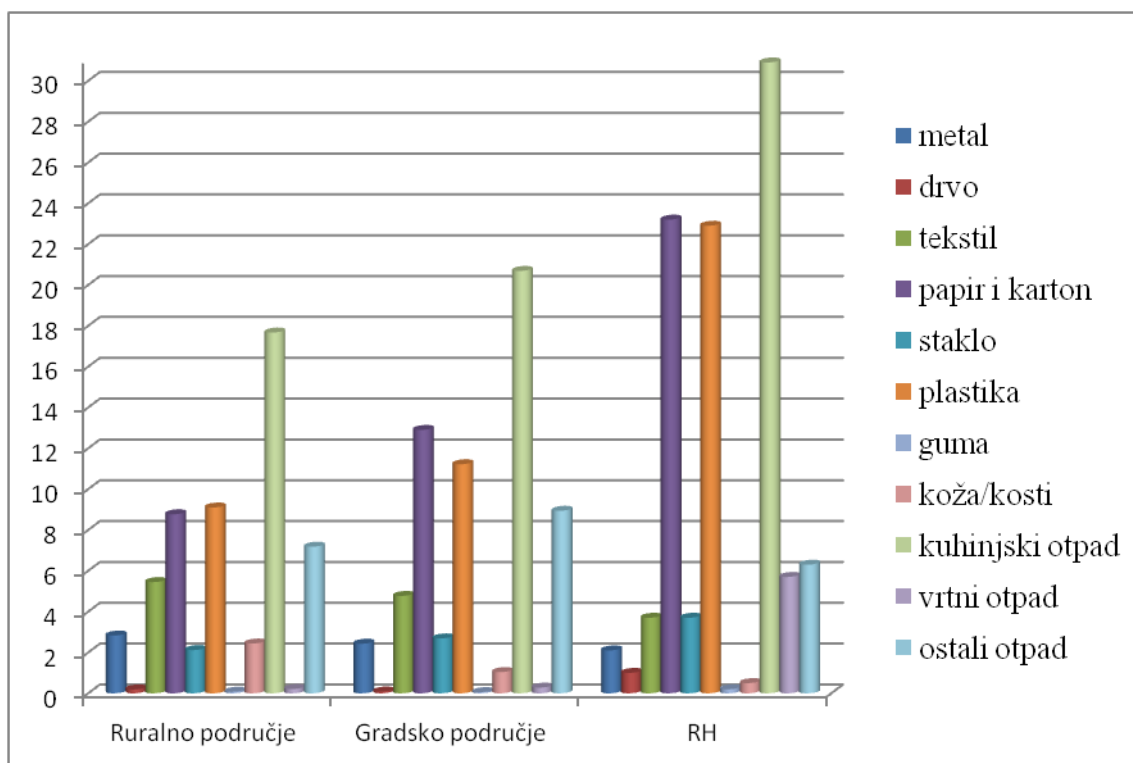
U tablici 15 dani su prosječni maseni udjeli Grada Varaždina (ruralno i gradsko područje) uspoređeni sa masenim udjelima prosječnog sastava komunalnog otpada u RH prema Planu gospodarenja otpadom RH za razdoblje od 2017.-2022. godine.

*Tablica 15 Usporedba sastava MKO Grada Varaždina i RH*

Sastavnica	RH	Grad Varaždin	Razlika masenih udjela $\omega$ (%)
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3=1-2</b>
Metal	2,1	2,63	-0,53
Drvo	1,0	0,14	0,86
Tekstil	3,7	5,11	-1,41
papir i karton	23,2	10,84	12,36
Staklo	3,7	2,41	1,29
Plastika	22,9	10,16	12,74
Guma	0,2	0,07	0,13
koža/kosti	0,5	1,74	-1,24
kuhinjski otpad	30,9	19,18	11,72
vrtni otpad	5,7	0,25	5,45
ostali otpad	6,3	20,84	-14,54

Grad Varaždin u usporedbi sa masenim udjelima prosječnog sastava komunalnog otpada u RH značajnije odstupa u ostalom otpadu za 14,54 %, jer su posebno još izdvojene pelene koje pridonose tako velikom postotku. Udio tekstila iznosi 1,41 %, za kožu/kosti 1,24 %, a za metal 0,53 %. Prema navedenim podacima i analizi istih zanimljivo je što je u Gradu Varaždinu značajno manji udio papira i kartona te plastika za ~12 % od prosjeka Hrvatske.

Slika 41 prikazuje morfološki sastav MKO za gradsko i ruralno područje Grada Varaždina i RH, koji je napravljen na temelju tablica 13 i 14 sa ciljem lakše usporedbe podataka.



*Slika 41 Prikaz morfološkog sastava MKO za ruralno i gradsko područje Grada Varaždina i Republike Hrvatske*

Prema slici 41 vidljivo je da kuhinjski otpad zauzima veliki postotak u MKO-u kako na području Grada Varaždina, tako i na području cijele Hrvatske. Obzirom da kuhinjski otpad spada u biootpad, može se dodatno iskoristiti kao izvor sirovina za dobivanje komposta i bioplina. Na taj način kuhinjski otpad se može maksimalno iskoristiti i smanjiti opterećenje za okoliš. Uvođenjem sustava odvojenog sakupljanja biootpada i njegova daljnja obrada predstavlja logičan korak u poboljšanju sustava gospodarenja otpadom u Gradu Varaždinu.

## 7 ZAKLJUČAK

Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi morfološki sastav miješanog komunalnog otpada Grada Varaždina. U svrhu dobivanja što boljih rezultata i utvrđivanja što točnijeg morfološkog sastava, miješani komunalni otpad iz kontejnera odnosno „crnih“ kanti se posebno sakupljao iz urbanog područja Grada (stambene zgrade) odnosno ruralnog područja (kućanstva), koji administrativno pripada Gradu Varaždinu i obuhvaćen je sustavom sakupljanja otpada koji provodi Čistoća d.o.o.

U ovom radu su na temelju ručnog sortiranja reprezentativnih uzoraka sa svakog područja sakupljanja utvrđeni morfološki sastavi miješanog komunalnog otpada (MKO-a) i u konačnici je određen morfološki sastav miješanog komunalnog otpada Grada Varaždina.

Uspoređujući masene udjele gradskog i ruralnog područja vidljivo je da su u ruralnom području veći maseni udjeli metala, drva, tekstila, guma, kože/kosti i pelena. Najveća razlika je kod pelena i iznosi 6,16 %. Zbog toga se pretpostavlja da mlade obitelji s djecom u većem broju žive na ruralnom području.

U gradskom području zabilježeni su veći maseni udjeli kod papira i kartona, stakla, plastike, kuhinjskog otpada, vrtnog otpada te ostalog otpada. U odnosu na ruralno područje najveća razlika je kod papira i kartona te iznosi 4,13 % i kod kuhinjskog otpada gdje iznosi 3,02 %. S obzirom da je u urbanom području u miješanom komunalnom otpadu pronađeno više papira i kartona, plastike i staklana može se reći da se u urbanom području odnosno zgradama ne razvrstava dovoljno. To se može pripisati činjenici da nema svaka zgrada svoje kontejnere za odvojeno prikupljanje, ali se oni nalaze u njezinoj neposrednoj blizini.

## 8 LITERATURA

- [1] George Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel A. Vigil. *Integrated solid waste management - engineering principles and management issues*. Singapore: McGraw-Hill Book Co; 1993.
- [2] Dostupno na:  
[http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021\\_otpad/Izvjescia/komunalni/OTP\\_Izvjesci%20i%20komunalnom%20otpadu\\_2016..pdf](http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjescia/komunalni/OTP_Izvjesci%20i%20komunalnom%20otpadu_2016..pdf) Datum pristupa:[15.05.2018.]
- [3] Zakon o održivom gospodarenju otpadom. NN 73/2017. Broj 94/13. [26.04.2018.]
- [4] ECOINA d.o.o. za zaštitu okoliša. *Jedinstvena metodologija za određivanje sastava i količina komunalnog otpada*. Zagreb: 2015.
- [5] Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske. NN 130/05 Broj: 178/2004 [15.05.2018.]
- [6] Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske. NN 003/2017. Broj 94/13. [16.05.2018.]
- [7] Sun, Y., Cheng, J. *Bioresource Technology. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production*. North Carolina State University: Raleigh; 2002. Str 1-11.
- [8] Dostupno na:  
[http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021\\_otpad/Upute/OTP\\_D\\_Katalog\\_otpada\\_2015.pdf](http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Upute/OTP_D_Katalog_otpada_2015.pdf) Datum pristupa [16.04.2018.]
- [9] Dostupno na: <http://novi.ba/clanak/165872/12> Datum pristupa: [09.04.2018.]
- [10] Matas, Simončić, Šobot. *Zaštita okoliša za danas i sutra*. Zagreb: Školska knjiga; 1992.
- [11] Pravilnik o gospodarenju otpadnim tekstilom i otpadnom obućom. NN 99/15. Broj(94/2013) Datum objave: [20.05.2018.]
- [12] Dostupno na: <https://www.fsb.unizg.hr/kmb/200/220/kmb221.htm> Datum pristupa: [09.04.2018.]
- [13] Fundurulja D., Mužinić M., Pletikapić Z. *Odlagališta komunalnog otpada na području Hrvatske*. Građevinar. 2001. 12, pp. 727-734.
- [14] Gidarakos E, Havas G, Ntzamilis P. *Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete*. 2006. 26(6), pp. 668–79.

- [15] De Feo G, De Gisi S. Public opinion and awareness towards MSW and separate collection programmes. A sociological procedure for selecting areas and citizens with a low level of knowledge. 2010. 30(6), pp. 958-976.
- [16] Boyce JK, Klemer AR, Templet PH, Willis CE. *Power distribution, the environment, and public health: A state-level analysis*. 1999. 29(1), pp. 127-140.
- [17] Waste atlas. Waste Generation per Capita vs GDP per Capita. Dostupno na: <http://www.atlas.d-waste.com/>. Datum pristupa: [28.04.2018.]
- [18] World Bank. What a waste: a global review of solid waste management. Waste Composition. 2012. 12, pp. 1-98.
- [19] Briški F. *Zaštita okoliša*. Zagreb: Element; 2016.
- [20] Dostupno na:  
[http://varazdin.hr/upload/2018/01/pgo\\_vzd\\_konacni\\_prijedlog\\_ii\\_5a69c09aa7b83.pdf](http://varazdin.hr/upload/2018/01/pgo_vzd_konacni_prijedlog_ii_5a69c09aa7b83.pdf)  
Datum pristupa: [09.04.2018.]
- [21] Dostupno na: <https://www.dzs.hr/> Datum pristupa: [09.04.2018.]
- [22] Dostupno na: [http://arhinet.arhiv.hr/details.aspx?ItemId=3\\_7718](http://arhinet.arhiv.hr/details.aspx?ItemId=3_7718) Datum pristupa: [28.04.2018.]
- [23] Dostupno na: <http://www.glasila.hr/Glasila/SVGV/SVGV709.pdf> [30.04.2018.]
- [24] Dostupno na: <http://www.cistoca-vz.hr/> Datum pristupa [16.04.2018.]
- [25] Dostupno na: <http://www.univerzal-vz.hr/> Datum pristupa [28.04.2018.]
- [26] Milica Bjelić. Metodologija za određivanje sastava i količina komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada. Zagreb: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu; 2015.

## POPIS SLIKA

Slika 1 Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 1995. do 2016. godine [2] .....	3
Slika 2 Godišnje količine proizvedenog komunalnog otpada po stanovniku u RH u razdoblju od 1995. do 2016. godine [2].....	4
Slika 3 Količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u RH razdoblju od 2010. do 2016. godine. [2] .....	5
Slika 4 Udio odvojeno sakupljenog komunalnog otpada i miješanog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 2010. do 2016. godine [2] .....	5
Slika 5 Udio komunalnog otpada upućenog na oporabu u RH u razdoblju od 2010. do 2016. godine [2].....	6
Slika 6 Prikaz stanovništva organiziranim sakupljanjem komunalnog otpada u RH u razdoblju od 1995. do 2016. godine [2].....	9
Slika 7 Prikaz lokacija aktivnih odlagališta, zatvorenih i zatvorenih odlagališta s kojih je uklonjen otpad [2].....	10
Slika 8 Otpaci hrane [9].....	16
Slika 9 Prikaz naselja Grada Varaždina [20].....	24
Slika 10 Prikaz udjela prikupljenog otpada za 2015. g.....	29
Slika 11 Prikaz udjela prikupljenog otpada za 2016. g.....	30
Slika 12 Prikaz udjela prikupljenog otpada za 2017. g.....	30
Slika 13 Prikaz prikupljenih količina otpada u razdoblju od tri godine .....	31
Slika 14 Prikaz prikupljenih količina MKO-a, papir i kartona te miješane ambalaže za period 2015.-2017.....	32
Slika 15 Lokacije zgrada na kojima se prikupljao uzorak u Gradu Varaždinu .....	39
Slika 16 Pražnjenje kontejnera u ulici Grada Koblenza .....	40
Slika 17 Pražnjenje kontejnera u ulici Ive Mikaca .....	40
Slika 18 Pražnjenje kontejnera u Jalkovečkoj ulici .....	41
Slika 19 Pražnjenje kontejnera u ulici Stjepana Radića .....	41
Slika 20 Prikaz kamiona s prikupljenim otpadom na vagi .....	42
Slika 21 Vagarski list.....	42
Slika 22 Prikaz pražnjenja kamiona.....	43
Slika 23 Prikaz četvrtanja otpada.....	43
Slika 24 Prikaz reprezentativnog uzorka nakon četvrtanja.....	44
Slika 25 Prikaz posuda za sortiranje po kategorijama otpada .....	44
Slika 26 Vaga.....	45
Slika 27 Prikaz sortirke.....	46
Slika 28 Prikaz kanti nakon razvrstavanja .....	46
Slika 29 Lokacija kuća na kojima se prikupljao uzorak u Gojancu i Jalkovcu .....	47
Slika 30 Prikaz prikupljanja MKO-a u Jalkovcu .....	48
Slika 31 Vagarski list.....	49
Slika 32 Prikaz odbacivanja dvije nasuprotne hrpe i spajanja druge dvije hrpe.....	49
Slika 33 Sortiranje uzorka prema sastavnicama otpada.....	50
Slika 34 Sitnica pala kroz otvore sortirke .....	50
Slika 35 Prikaz kanti nakon razvrstavanja i vaganje kanti .....	51
Slika 36 Morfološki sastav miješanog komunalnog otpada sa gradskog područja .....	53
Slika 37 Nedoželjeni otpad pronađen u crnoj kanti gradskog područja .....	54
Slika 38 Morfološki sastav miješanog komunalnog otpada sa ruralnog područja .....	55
Slika 39 Nedoželjen otpad pronađen u crnoj kanti ruralnog područja .....	56



Slika 40 Sastavnice miješanog komunalnog otpada .....	58
Slika 41 Prikaz morfološkog sastava MKO za ruralno i gradsko područje Grada Varaždina i Republike Hrvatske .....	61

## POPIS TABLICA

Tablica 1 Količine komunalnog otpada sakupljenog u organizaciji JLS po županijama i dodatno utvrđene i procijenjene količine komunalnog otpada u 2016. godini .....	7
Tablica 2 Prikaz prosječnog sastava komunalnog otpada u RH .....	14
Tablica 3 Popis stanovništva prema naseljima Grada Varaždina .....	25
Tablica 4 Prikaz domaćinstva i poslovnih prostora s datumom 31.12.2017. ....	27
Tablica 5 Prikaz količina otpada prikupljen za određeno razdoblje .....	28
Tablica 6 Prikaz količina prikupljenog papira za razdoblje od tri mjeseca .....	32
Tablica 7 Prikaz količina prikupljene miješane ambalaže za razdoblje od tri mjeseca ..	33
Tablica 8 Prikaz količina prikupljene staklene ambalaže za razdoblje od tri mjeseca ...	33
Tablica 9 Prikaz količina prikupljenog MKO-a za razdoblje od tri mjeseca.....	34
Tablica 10 Prikaz ulica u kojima su prikupljeni uzorci te broj kontejnera .....	39
Tablica 11 Naziv sela, ulica u kojima su prikupljeni uzorci i broj kanti .....	47
Tablica 12 Prikaz količina i masenih udjela otpada prema sastavnicama prikupljenog u gradskom području .....	52
Tablica 13 Prikaz količina i masenih udjela otpada iz ruralnog područja .....	54
Tablica 14 Usporedba masenih udjela između ruralnog i gradskog područja .....	59
Tablica 15 Usporedba sastava MKO Grada Varaždina i RH .....	60