

Analiza sastava komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj

Đurina, Marijan

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:130:330694>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**



Repository / Repozitorij:

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



Analiza sastava komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj

Đurina, Marijan

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:130:330694>

Rights / Prava: [In copyright](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2020-11-02**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

MARIJAN ĐURINA

ANALIZA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ

DIPLOMSKI RAD

VARAŽDIN, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ

KANDIDAT:

MENTOR:

MARIJAN ĐURINA

izv.prof.dr.sc. ALEKSANDRA ANIĆ VUČINIĆ

VARAŽDIN, 2017.



Sveučilište u Zagrebu
Geotehnički fakultet



ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnik: MARIJAN ĐURINA
Matični broj: 145 - 2015./2016.
Smjer: UPRAVLJANJE OKOLIŠEM

NASLOV DIPLOMSKOG RADA:

ANALIZA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Rad treba sadržati: 1. Uvod
2. Komunalni otpad
3. Čimbenici koji utječu na prosječan sastav i količinu komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj
4. Metodologija utvrđivanja sastava komunalnog otpada
5. Analiza sastava komunalnog otpada Republike Hrvatske
6. Zaključak

Pristupnik je dužan predati mentoru jedan uvezen primjerak diplomskog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade diplomskog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 21.04.2017.

Rok predaje: 11.09.2017.

Mentor:

Predsjednik Odbora za nastavu:

Izv.prof.dr.sc. Aleksandra Anić Vučinić

Doc.dr.sc. Igor Petrović



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom

ANALIZA KOMUNALNOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ

(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, 25. 09. 2017.

Marijan Đurina

(Ime i prezime)



(Vlastoručni potpis)

SAŽETAK

Ime i prezime: Marijan Đurina

Naslov rada: Analiza sastava komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj

Od 1990. godine u Republici Hrvatskoj počinje se provoditi uzorkovanje miješanog komunalnog otpada. Prema rezultatima uzorkovanja kontinentalne i jadranske Hrvatske u razdoblju od 1990 do 2014. godine nastojalo se objediniti podatke kako bi isti mogli poslužiti za usporedbu sastava miješanog komunalnog otpada svijeta i Republike Hrvatske s obzirom na čimbenike koji utječu na njegov sastav. Analiza godišnjih kretanja miješanog komunalnog otpada uspoređena je s donošenjem zakona, uredbi i pravilnika čije donošenje treba smanjiti količine otpada na odlagalištima kao i usmjeriti daljnje gospodarenje otpadom.

Ključne riječi: Komunalni otpad, miješani komunalni otpad, sastav komunalnog otpada, gospodarenje komunalnim otpadom.

SADRŽAJ

1	UVOD	1
2	KOMUNALNI OTPAD	2
2.1	Povijest gospodarenja otpadom.....	2
2.2	Razvoj zakonodavstva o gospodarenju otpadom u RH.....	4
2.2.1	Zakoni	4
2.3	Komunalni otpad.....	13
2.3.1	Organski sastojci komunalnog otpada – biorazgradivi otpad.....	15
2.3.2	Anorganski sastojci komunalnog otpada	17
2.3.3	Glomazni otpad.....	18
2.3.4	Opasni komunalni otpad	18
2.4	Količine komunalnog otpada u RH.....	18
2.4.1	Biorazgradivi komunalni otpad	21
2.4.2	Odvojeno sakupljeni komunalni otpad	22
2.4.3	Otpad nastao turističkom djelatnošću	24
2.4.4	Gospodarenje komunalnim otpadom u RH	26
3	ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA PROSJEČAN SASTAV I KOLIČINU KOMUNALNOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ	28
3.1	Postojeće stanje	28
3.2	Broj stanovnika	29
3.3	Bruto domaći proizvod (BDP)	30
3.4	Indeks potrošnje	31
3.5	Sezonske varijacije - turizam	32
3.6	Geografija područja.....	33
3.7	Dodatni faktori	34
4	METODOLOGIJA UTVRĐIVANJA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA	36
5	ANALIZA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA RH	42
5.1	Sastav MKO u RH	42
5.1.1	Organski otpad.....	44
5.1.2	Anorganski otpad.....	47
5.1.3	Ostali otpad.....	48
5.2	Godišnje kretanje sastava otpada	48

5.2.1	Organski otpad.....	48
5.2.2	Anorganski otpad.....	56
5.2.3	Ostali otpad.....	58
5.3	Ovisnost BDP-a i količina komunalnog otpada.....	59
6	ZAKLJUČAK.....	62
7	LITERATURA	64
	POPIS SLIKA	70
	POPIS TABLICA	71
	POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA KORIŠTENIH U RADU.....	71

1 UVOD

Komunalni otpad je otpad iz kućanstava, otpad iz proizvodne i uslužene djelatnosti koji je po svojstvima i sastavu sličan komunalnom. Komunalni otpad predstavlja jedan od najvećih problema modernog društva. Razvoj tehnologije, povećanje potrošnje, deruralizacija, povećanje gradskog stanovništva, a time i velika koncentracija stanovništva na malom području predstavlja izazov za gospodarenje otpadom. Problem nije zbrinjavanje otpada, već njegovo stvaranje. Ono ne oponaša prirodu. Veliki problem predstavlja premala educiranost stanovništva i nezainteresiranost za recikliranje otpada. U ovaj problem trebaju biti uključene sve razine vlasti, ali i svi pojedinci. Količine otpada trebalo bi smanjivati počevši od kućnog praga. Svijest o problemu otpada mora biti opća.

U Republici Hrvatskoj količine odloženog otpada iz dana u dan rastu, a gospodarenje otpadom još uvijek je na nezadovoljavajućoj razini. Gledajući kroz povijest, prema pisanim dokumentima o zbrinjavanju otpada, Hrvati su davno počeli brinuti o zbrinjavanju otpada. Međutim, iako su postojali određeni zakonski propisi, otpad se uglavnom zbrinjavao odlaganjem u određenu vrtaču, grabu, depresiju ili napušteni iskop. Prekretnicu donosi prvi zakon na području gospodarenja otpadom, *Zakon o otpadu (NN 034/1995)*. Tim je zakonom definiran pojam komunalni otpad te su doneseni podzakonski akti o postupanju s otpadom. Ulaskom Republike Hrvatske u Europsku uniju, 2013. donesen je *Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 094/2013, 073/2017)*. Njime se zakonodavstvo Republike Hrvatske usklađuje sa zakonodavstvom Europske unije. U radu su navedeni čimbenici koji utječu na prosječan sastav i količinu komunalnog otpada, kao i metodologija po kojoj se određuje sastav komunalnog otpada. Analiza sastava komunalnog otpada Republike Hrvatske obrađena s obzirom na kretanje masenog udjela sastava komunalnog otpada tokom godina, povezanost kretanja količina sastavnica komunalnog otpada sa stupanjem na snagu relevantnog zakonodavstva te povezanost s BDP-om.

2 KOMUNALNI OTPAD

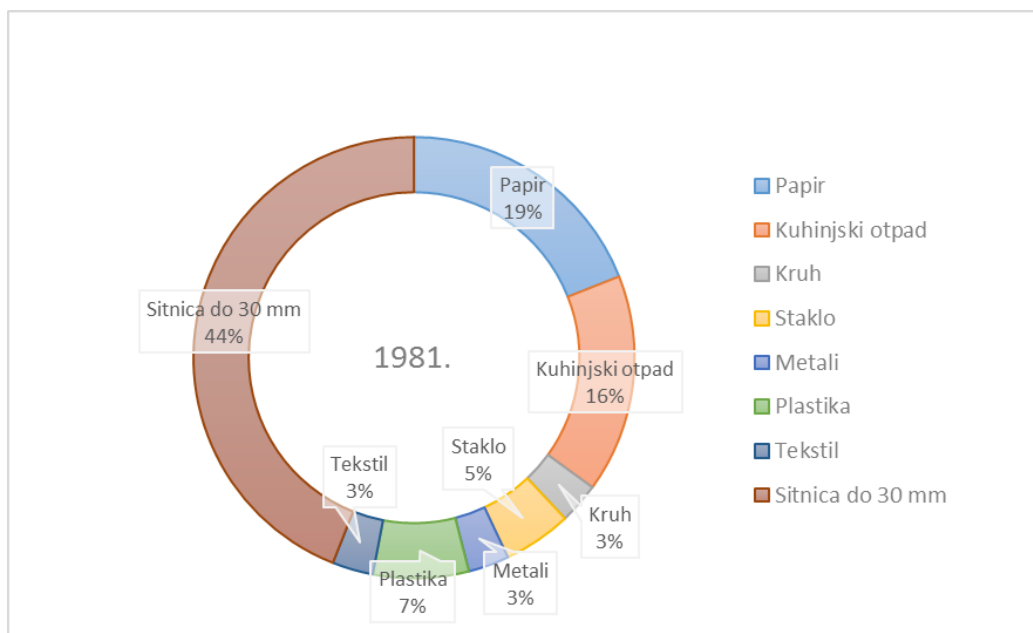
Ovisno o mjestu nastanka, otpad se dijeli na komunalni i proizvodni otpad. Komunalni otpad je otpad iz kućanstava, otpad iz proizvodne i uslužene djelatnosti koji je po svojstvima i sastavu sličan komunalnom te se prema Katalogu otpada nalazi u grupi 15 i 20. Proizvodni otpad je otpad koji nastaje u proizvodnom procesu u industriji, obrtima ili drugim procesima te u Katalogu otpada čini grupu od 01 do 19 [1].

2.1 Povijest gospodarenja otpadom

Prema pisanim dokumentima o zbrinjavanju otpada, Hrvati su davno počeli brinuti o zbrinjavanju otpada. Iz 13. st. datira Statut Grada Dubrovnika u kojem se nazire sustav određenog odlaganja otpada i kazne za nepoštivanje odredbi, dok iz 15. st. datira Statut zagrebačkog Gradeca u kojem se nalazi odredba vezanog za brigu o urednosti i čistoći gradskih ulica [2]. „Moderno“ zbrinjavanje otpada u Hrvatskoj započinje u Rijeci 1904. godine, s radom prve peći za spaljivanje otpada [3].

U razdoblju od 1950-tih do 1970-tih godina, gospodarenje otpadom karakterizira potpuna nebriga za otpad. Otpad se odlagao na lokaciji udaljenoj od naselja, a u pravilu su birane depresije, napušteni iskopi, vrtače, rupe i grabe. Procjenjuje se kako je u ovom razdoblju nastajalo oko 110 kg otpada/st./god. s prosječnim sastavom otpada od 10-14 % kuhinjskog otpada i 60-65 % običnog otpada [4].

Tijekom 1970-tih do 1985-tih godina, prisutno je nesnalaženje u odabiru načina gospodarenja otpadom. Procjenjuje se kako je u tom razdoblju nastajalo oko 180 kg otpada/st./god. s prosječnim sastavom otpada prikazanog sljedećom slikom (Slika 1.) na bazi sortiranja iz 1981. godine [4].



Slika 1. Prosječni sastav komunalnog otpada u RH 1981. godine, mas. % [3].

Nakon 1985-tih godina državna tijela se počinju aktivno uključivati u rješavanje problema gospodarenja otpadom. Mjerodavne državne institucije se prvo pozivaju na niz drugih zakona koji se neposredno mogu primijeniti na područje gospodarenja otpadom kao npr. *Zakon o gradnji, Zakon o vodama te Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš* [4].

Godine 1995. počinje stvarno rješavanje problema otpada, a u Ministarstvu prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja formirana je Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, kojoj je povjerena opća politika zaštite okoliša i koja je postala dio Ministarstva. Sredinom 2002. godine osnovana je Agencija za zaštitu okoliša kao centralna ustanova za prikupljanje i objedinjavanje podataka, a Odsjek za otpad prikuplja i objedinjuje podatke o otpadu i odlagalištima te vodi informacijski sustav gospodarenja otpadom. Također je osnovan Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost kao izvan proračunski i to 01.siječnja 2004. godine s ciljem osiguranja dodatnih sredstava za financiranje projekata, programa i aktivnosti iz područja zaštite okoliša. S 2004. godinom počinje briga za cjelokupno gospodarenje otpadom. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva ustrojstvom obuhvaća i Upravu za gospodarenje okolišem i Upravu za strateške i integracijske procese u zaštiti okoliša. Otvaranjem pregovora između RH i Europske unije o pristupu Europskoj Uniji, od 2006. do 2008.

godine svi zakonski i podzakonski akti koji se odnose na gospodarenje otpadom usklađeni su s Direktivama Europske unije [4].

2.2 Razvoj zakonodavstva o gospodarenju otpadom u RH

2.2.1 Zakoni

Zakon o otpadu (NN 034/1995)

Prvi doneseni Zakon o otpadu stupa na snagu 27. svibnja 1995. godine. Nije imao naknadnih izmjena i dopuna te nije bio usklađen s direktivama EU. Iz njega su proizašla 4 podzakonska akta (Slika 3.). Zakonom je komunalni otpad definiran kao „otpad iz kućanstava, otpad koji nastaje čišćenjem javnih površina i otpad sličan otpadu iz kućanstava koji nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima“ te je naglašeno odvojeno sakupljanje ambalažnog otpada [5].

Zakon o otpadu (NN 151/2003)

Stupanjem na snagu Zakon o otpadu (NN 151/2003) prestaje važiti Zakon o otpadu (NN 034/1995). Zakon je donesen 1. siječnja 2004. te je u sklopu zakona donesen jedan podzakonski akt (Slika 3.). Prvi je zakon koji je usklađen s EU propisima, točnije s 5 dokumenata EU koji se odnose na: nadzor i kontrolu prometa otpada unutar granica EU te količinama uvezenog i izvezenog otpada, općenito o otpadu, opasnom otpadu, odlagalištima otpada te otpadnoj električnoj i elektroničkoj opremi. Definicija komunalnog otpada istovjetna je definiciji prethodno važećeg zakona o otpadu, s time da se u ovom zakonu pored ambalažnog otpada ističe još građevni, električki i elektronički otpad te otpadna vozila i otpadne gume [6].

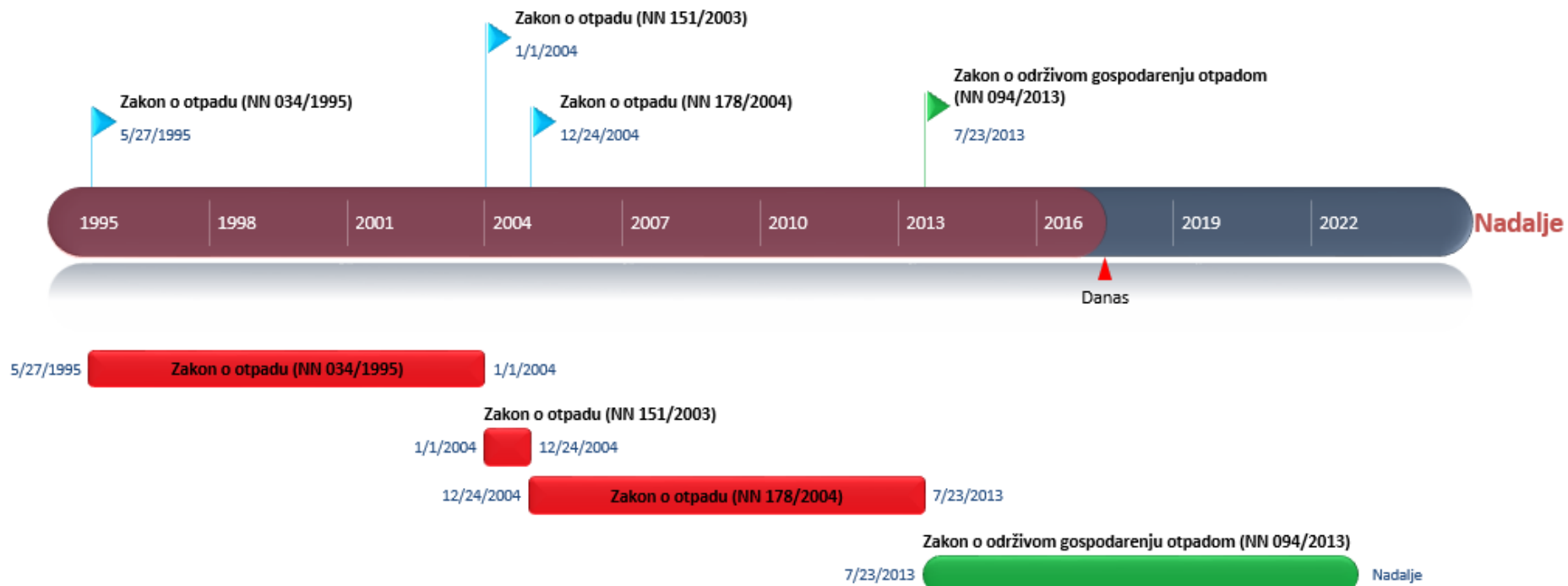
Zakon o otpadu (178/2004)

Treći Zakon o otpadu stupio je na snagu 24. prosinca 2004. godine. Zakon sadrži 4 izmjene i dopune vezane za Zakon o otpadu (NN 153/2005, 111/2006, 060/2008,

087/2009). Sadrži usklađenje s EU propisima, odnosno s 18 dokumenata koji se odnose na: otpad, standardizaciju i racionalizaciju izvješća o implementaciji direktiva o okolišu, prilagodbi odredbi u vezi s odborima koji pomažu Komisiji, gospodarenje otpadnim vozilima, gospodarenje ambalažom i ambalažnim otpadom, spaljivanje otpada, spaljivanje opasnog otpada, odlaganje otpadnih ulja, zaštitu okoliša naročito tla kod upotrebe mulja iz uređaja za pročišćivanje otpadnih voda u poljoprivredi, gospodarenje otpadnim baterijama i akumulatorima koji sadrže opasne tvari, popis opasnog otpada i utvrđivanje popisa opasnog otpada. EU propisi koji su implementirani u prethodni zakon, također se odnose i na ovaj. Zakon sadrži 27 podzakonskih akata od koji 12 više ne važi. Ostali su još uvijek na snazi (Slika 3.). Komunalni otpad se definira kao „otpad iz kućanstava, te otpad iz proizvodne i/ili uslužne djelatnosti ako je po svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstava“. Ovim zakonom uveden je pojam posebnih kategorija otpada koji je potrebno odvojeno sakupljati i to ambalažni otpad, otpadna električka i elektronička oprema, otpadna vozila, otpadne baterije i akumulatori, otpadne gume, infektivni otpad iz zdravstvenih ustanova, otpad iz rudarstva i eksploatacije te otpadna ulja [7].

Zakon o održivom gospodarenju otpadom (094/2013)

Zakon koji je trenutno na snazi je Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 094/2013, 073/2017) čijim stupanjem na snagu prestaje važiti prijašnji zakon. Sadrži 25 podzakonskih akata od kojih je jedan nevažeći (Slika 3.). Sadrži usklađenje s 12 EU propisa: o otpadu, o industrijskim emisijama, o odlagalištima otpada (važi i za prijašnji zakon), o skladištenju ugljikova dioksida, o baterijama i akumulatorima, o otpadnim baterijama i akumulatorima, o ambalaži i ambalažnom otpadu, o otpadnim vozilima, o otpadnoj elektroničkoj i električnoj opremi, o pošiljkama otpada, o pošiljkama otpada u svrhu prilagodbe znanstvenom i tehničkom napretku, o utvrđivanju popisa opasnog otpada u skladu s direktivom o opasnom otpadu. Kronološki red donošenja zakona može se vidjeti na slici 2 [8].



Slika 2. Vremenski slijed donošenja zakonodavstva o gospodarenju otpadom

2.2.1.1 *Pravilnici (Odluke, Uredbe)*

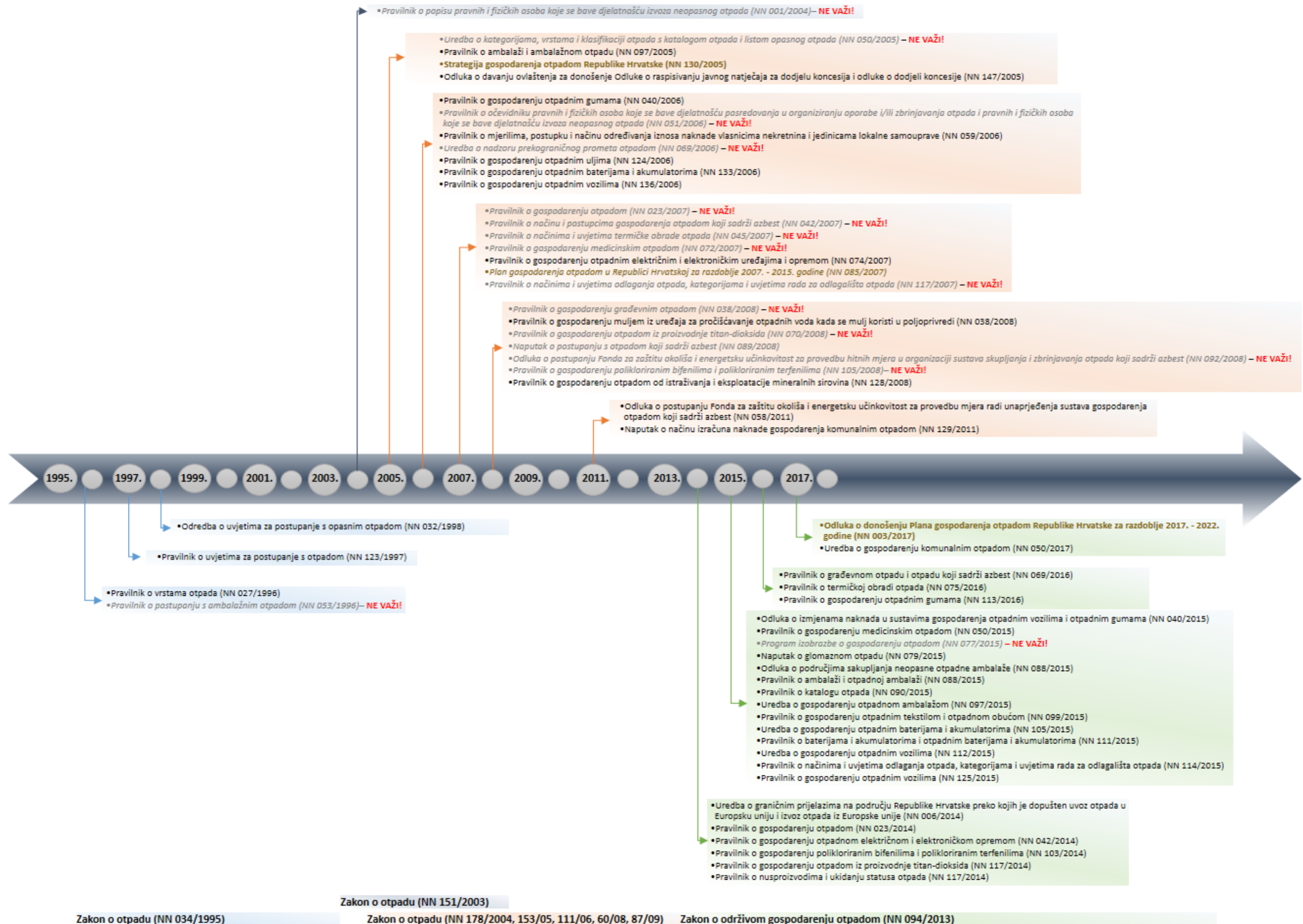
Sukladno Zakonu o otpadu (NN 178/2004) [7] doneseni su sljedeći dokumenti koji su usko vezani uz problematiku komunalnog otpada:

- *Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 050/2005)* – govori o svrstavanju otpada u grupe sukladno djelatnosti u kojoj otpad nastaje;
- *Pravilnik o gospodarenju otpadnim baterijama i akumulatorima (NN 133/2006)* - govori o tome kako građani i posjednici otpadnih baterija i akumulatora, moraju otpadne baterije i akumulatore skupljati odvojeno od komunalnog i ostalih vrsta otpada;
- *Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 023/2007)* - pravilnik se odnosi na pravnu i fizičku osobu koja proizvodi, posjeduje, skuplja, prevozi, posreduje, izvozi, obrađuje, oporabljuje i/ili zbrinjava otpad, dužna je godišnje podatke iz očevidnika dostavljati nadležnom uredu;
- *Pravilnik o gospodarenju otpadnim električnim i elektroničkim uređajima i opremom (NN 074/2007)* - posjednik mora EE otpad odvajati od komunalnog i ostalih vrsta otpada;
- *Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 117/2007)* – zabranjen je prihvrat komunalnog otpada na odlagalište ukoliko mu masa biorazgradive komponente premašuje 35 % od ukupne mase;
- *Odluka o postupanju Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost za provedbu hitnih mjera u organizaciji sustava skupljanja i zbrinjavanja otpada koji sadrži azbest (NN 092/2008)* - Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost sklapa ugovor s najmanje jednom tvrtkom po županiji koja upravlja radom odlagališta komunalnog otpada o zbrinjavanju otpada koji sadrži azbest.

Sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 094/2013, 073/2017) [8] doneseni su sljedeći dokumenti koji su usko vezani uz problematiku komunalnog otpada:

- *Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 023/2014, 051/2014, 121/2015, 132/2015)* - kojim se propisuje sadržaj i izgled obrasca za dostavu podataka o masi biorazgradivog komunalnog otpada odloženog na odlagalište;
- *Naputak o glomaznom otpadu (NN 079/2015)* – kojim se propisuje popis vrsta predmeta i tvari koji se smatraju krupnim (glomaznim) komunalnim otpadom;
- *Pravilnik o ambalaži i otpadnoj ambalaži (NN 088/2015, 078/2016)* - kojim se propisuju postupci i ciljevi u gospodarenju otpadnom ambalažom;
- *Pravilnik o gospodarenju otpadnim tekstilom i otpadnom obućom (NN 099/2015)* – kojim se propisuju postupci gospodarenja otpadnim tekstilom i otpadnom obućom;
- *Pravilnik o baterijama i akumulatorima i otpadnim baterijama i akumulatorima (NN 111/2015)* - kojim se propisuju postupci i ciljevi gospodarenja s otpadnim baterijama i akumulatorima;
- *Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 114/2015)* – cilj ovog pravilnika je u čitavom razdoblju trajanja odlagališta smanjiti štetne utjecaje na okoliš;
- *Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 069/2016)* – cilj pravilnika je obveza vođenja evidencije o građevnom otpadu te cilj sustava gospodarenja otpadom koji sadrži azbest;
- *Pravilnik o termičkoj obradi otpada (NN 075/2016)* – kojim se određuje gospodarenje otpadom postupcima spaljivanja otpada ili suspaljivanja otpada;
- *Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama (NN 113/2016)* – kojim se propisuje kako je posjednik otpadnih guma obvezan otpadne gume odvajati od miješanog komunalnog otpada i od ostalih vrsta otpada te ih u Republici Hrvatskoj odvojeno predati sakupljaču, osobi koja upravlja reciklažnim dvorištem ili serviseru prilikom zamjene gume.

Vremenski slijed donošenja zakonodavnih dokumenata vezanih uz Zakone o gospodarenju otpadom prikazan je slikom 3.



Slika 3. Vremenski slijed donošenja zakonodavnih podataka vezanih uz Zakone o gospodarenju otpadom

2.2.1.2 Strategija i Planovi gospodarenja otpadom

Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/2005) (Slika 4.) i Plan gospodarenja otpadom u RH (NN 003/2017) dijelovi su kontinuiranog planiranja gospodarenja otpadom koje se odražava na svim razinama, od nacionalne do lokalne. 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 [9].



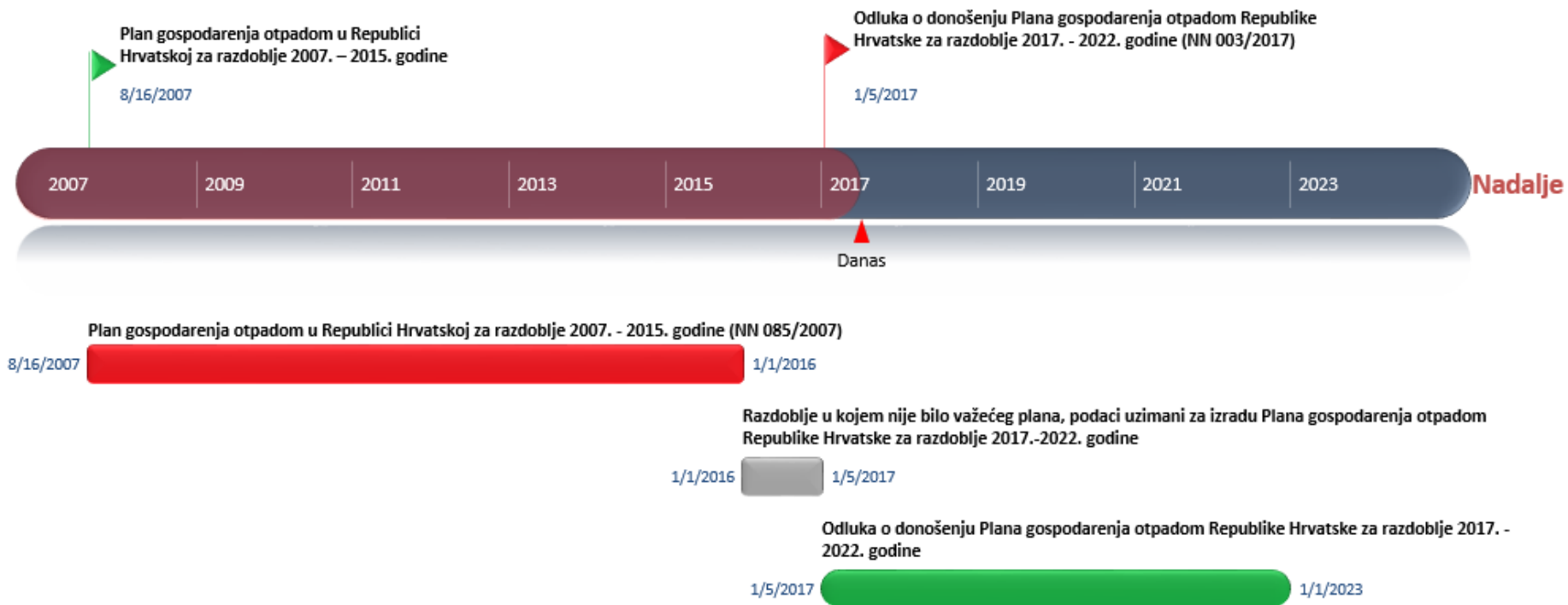
Slika 4. Vremenski slijed donošenja i trajanja Strategije

Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. – 2015. (NN 085/2007, 126/2010)

Temeljni zadatak Plana gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj u navedenom razdoblju bio je organiziranje provođenja glavnih ciljeva Strategije postavljene za razdoblje 2005. do 2025. na području gospodarenja otpadom. Sukladno Zakonu o otpadu (NN 178/04) Plan kao provedbeni dokument, usmjeren na provođenje ciljeva i načela Strategije omogućio je Hrvatskoj uspješno zatvaranje poglavlja 'Okoliš' tijekom pregovora za pristupanje u članstvo EU. Organiziranim odvozom komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj obuhvaćeno je 92,8% stanovništva. Trenutno su u cijenu zbrinjavanja komunalnog otpada u većini županija uključeni samo troškovi sustava prikupljanja, osim u Gradu Zagrebu i u nekoliko drugih gradova u kojima su u cijenu uključeni i troškovi odlaganja otpada [10].

Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2017. – 2022. (NN 003/2017)

Sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 094/2013, 073/2017), donesena su dva plana što je kronološki vidljivo na slici 5. Važeći Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2017. – 2022. (NN 003/2017) 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 [11].



Slika 5. Vremenski slijed donošenja Planova za gospodarenje otpadom

2.3 Komunalni otpad

Prema važećem zakonodavstvu RH, *komunalni otpad* se definira kao otpad nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstava, a ne uključuje proizvodni otpad i otpad iz poljoprivrede i šumarstva [10], [12].

Komunalni otpad koji u svom sastavu sadrži biološki razgradiv otpad, definira se kao biorazgradivi komunalni otpad. Nadalje, predmet ili tvar koju je zbog zapremine i/ili mase neprikladno prikupljati u sklopu usluge prikupljanja miješanog komunalnog otpada definira se kao krupni (glomazni) komunalni otpad [8].

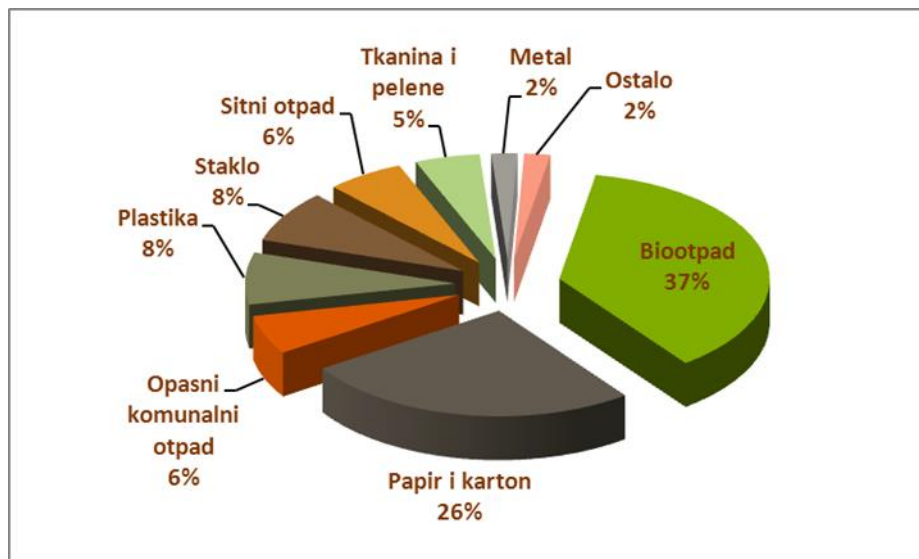
Miješani komunalni otpad je otpad iz kućanstva i otpad iz trgovina, industrije i iz ustanova koji je po svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, a iz kojeg posebnim postupkom nisu izdvojeni pojedini materijali (npr. papir, staklo i dr.), te je u Katalogu otpada [13] označen kao 20 03 01 [14] [8]. Vrste komunalnog otpada koje sadrže opasna svojstva u *Katalogu otpada* označene su oznakom „*“ (zvjezdica) [15].

Definiranje sastava komunalnog otpada ovisi o različitim čimbenicima kao što su standard stanovništva, tip naselja, dostignuta razina komunalne infrastrukture, ekonomski stupanj razvoja društva i slično [10]. Upravo složenost sastava komunalnog otpada, tehnološki napredak čovječanstva i velik broj proizvođača raznovrsnih proizvoda čine sustav gospodarenja otpadom kompleksnim područjem za proučavanje [16].

Miješani komunalni otpad prema [18], kao što je vidljivo i na narednoj slici (Slika 6.) redom čini:

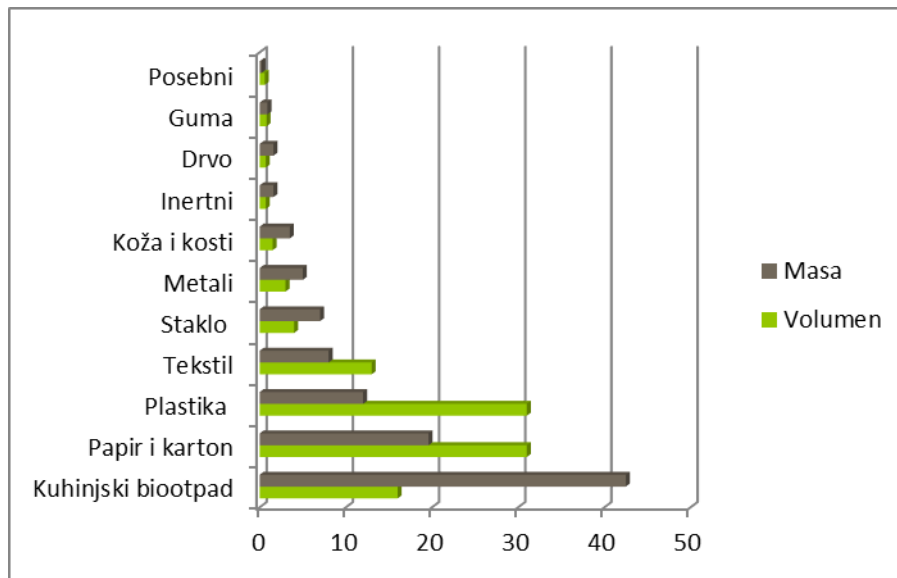
- biootpad (~37 %),
- papir i karton (~26 %),
- opasni komunalni otpad (~6 %),
- plastika (~8 %),
- staklo (~8 %),
- sitni otpad (~6 %),
- tkanina i pelene (~5 %),
- metal (~2 %) te

- ostalo (~2%).



Slika 6. Sastav i udjeli (%) komponenata u miješanom komunalnom otpadu, prema [18]

Sljedeća slika (Slika 7.) prikazuje sastav prosječnog masenog i volumnog udjela izdvojeno sakupljenih komponenti. Ispitivanje je provedeno na području kontinentalne Hrvatske. Kod pojedine vrste otpada kao što je tekstil, plastika i papir postoji problem s volumenom kojega zauzima navedeni otpad što otežava njegovo zbrinjavanje. Kod navedenih vrsta otpada volumni udio je veći od masenog udjela. S druge strane, metal, staklo i kuhinjski biotpad imaju veći maseni udio od volumnog. Gustoća miješanog komunalnog otpada uvelike ovisi o komponenti koja prevladava u miješanom komunalnom otpadu, odnosno o stopi izdvojenog prikupljanja [17].



Slika 7. Sastav komunalnog otpada prema masenom i volumnom udjelu suhog ili vlažnog uzorka u kontinentalnom dijelu, prema [17]

2.3.1 Organski sastojci komunalnog otpada – 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. 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 [19].

2.3.1.1 Biootpad

U biootpad ubrajamo otpad iz vrtova i parkova, hrana i kuhinjski otpad iz kućanstava, restorana, ugostiteljskih i maloprodajnih objekata i slični otpad iz proizvodnje prehrambenih proizvoda [20].

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. Tehnološki napredak i podizanje razine svijesti o očuvanju hrane promijenili su udio otpadaka od hrane u ukupnom komunalnom otpadu [18].

2.3.1.2 Papir i karton

U komunalnom otpadu nalazi se 20-30% papirnato otpada, što je gotovo trećina ukupnog komunalnog otpada. Papir i karton se kao ambalaža upotrebljava u širokoj paleti proizvoda, ali se nudi i kao sam proizvod (npr. novine, tiskani reklamni materijali...) [18].

Posljednjih 20-tak godina potrošnja papira i kartona se udvostručila, 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 [21].

U današnje vrijeme 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. Problem predstavljaju vrste papira, poput plastificiranih i obloženih, koji se teško recikliraju, a još se teže spontano razgrađuju [21].

2.3.1.3 Plastika

Posljednjih 15-ak godina u komunalnom je otpadu sve više zastupljena plastična, odnosno polimerna ambalaža. 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 [21].

Napretkom tehnologije, sve je šira paleta proizvoda koja u svom sastavu ima plastiku, stoga gospodarenje plastičnim otpadom predstavlja izazov budućnosti [18].

2.3.1.4 Tekstil

Volumni udio tekstilnog otpada u ukupnom komunalnom otpadu čini oko 5 %. Primarni izvor tekstilnog otpada jest odjeća i tekstilne potrepštine domaćinstva poput ručnika, plahti, ubrusa... te u obući i namještaju [18].

2.3.1.5 Guma i koža

Otpad od gume i kože, ovisno o podjeli otpada, statistički se može obraditi pojedinačno ili u sklopu ostalog otpada. Većina otpada od gume i kože u komunalnom otpadu porijeklom je od dijela pokućstva i sličnih proizvoda [18].

2.3.2 Anorganski sastojci komunalnog otpada

2.3.2.1 Staklo

Udio staklenih otpadnih tvari, 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 [21]. 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.

2.3.2.2 Metal

Suvremeni život nametnuo je korištenje ambalaže koja odmah nakon upotrebe postaje otpad. Među metalnom ambalažnom 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 [21].

2.3.3 Glomazni otpad

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 [22].

2.3.4 Opasni komunalni otpad

Komunalni otpad 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 [22].

2.4 Količine komunalnog otpada u RH

Količine ovise o standardu stanovnika, visini naknada i standardima, sustava gospodarenja otpadom, o klimatskim uvjetima, o kulturnim navikama i cijelom nizu drugih faktora [22].

Što je jedna zemlja ili područje razvijenije, to je količina otpada po stanovniku veća. Raspon se kreće od 0,5 kg/stanovniku/dnevno u ruralnim sredinama pa do 2,0 kg/stanovniku/dnevno u gradskim sredinama. Jedinična proizvodnja otpada u urbanim područjima procijenjena je na 300 kg/stanovniku /godišnje, a u ruralnim područjima na 200 kg/stanovniku/godišnje. Unatoč nastojanju da se komunalni otpad smanji, njegova količina po stanovniku raste i u razvijenijim zemljama i u zemljama u razvoju. U sljedećoj tablici (Tablica 1.) prikazan je sastav otpada u razvijenim zemljama u odnosu na zemlje u razvoju. Najveća razlika uočava se u sastavu papira i biootpada [23].

Tablica 1. Sastav otpada u zemljama različitog stupnja ekonomskog razvoja, prema [23]

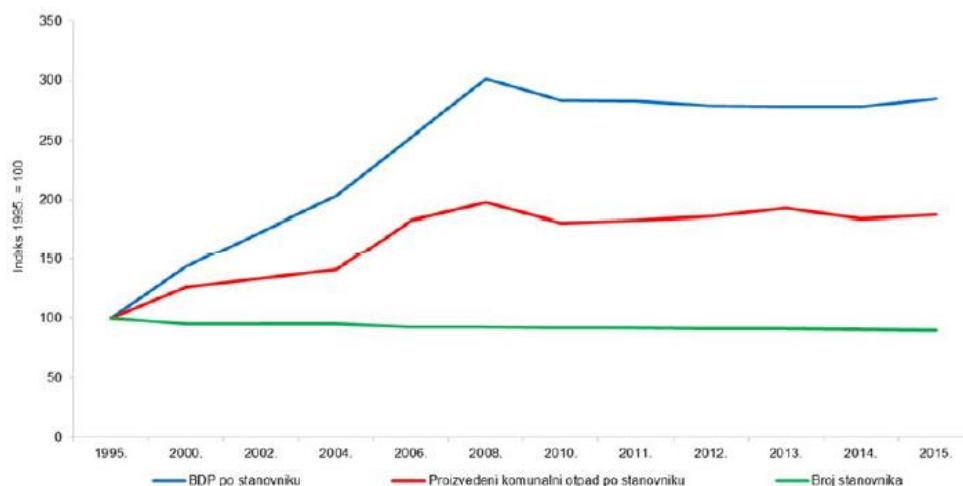
<i>Sastav (% težinski)</i>	<i>Razvijene zemlje</i>	<i>Zemlje u razvoju</i>
	20 – 40	1 – 30
<i>Papir, karton</i>	4 – 10	1 – 10
<i>Staklo, keramika</i>	3 – 13	1 – 5
<i>Metali</i>	4 – 10	1 – 8
<i>Plastika</i>	1 – 5	1 – 5
<i>Koža, gume</i>	1 – 5	1 – 5
<i>Drvo, kosti, slama</i>	2 – 5	1 – 10
<i>Tekstil</i>	20 – 50	40 – 85
<i>Biootpad</i>	0,5 – 3	0,5 – 1,0
<i>Opasni otpad</i>	1 – 20	1 – 40
<i>Razni inertni otpad</i>		

Dugogodišnji rast količina proizvedenog komunalnog otpada u RH zaustavljen je 2008. godine, nakon čega do 2010. godine slijedi smanjenje prijavljenih količina, što se može pripisati gospodarskoj krizi. Od 2010. godine nadalje količine uglavnom stagniraju, s izuzetkom 2013. godine, kada se uslijed sanacije divljih odlagališta bilježe ipak nešto veće količine proizvedenog komunalnog otpada [14].

Od 2011. godine nadalje u ukupne količine komunalnog otpada ubrajaju se i količine koje potječu iz uslužnog sektora, a koji se smatraju komunalnim otpadom (otpadni papir i karton, ambalažni otpad itd.). Učinkovitost korištenja resursa odnosno održivog razvoja gospodarstva i društva mjera je politike zaštite okoliša koja predstavlja izazov kako na

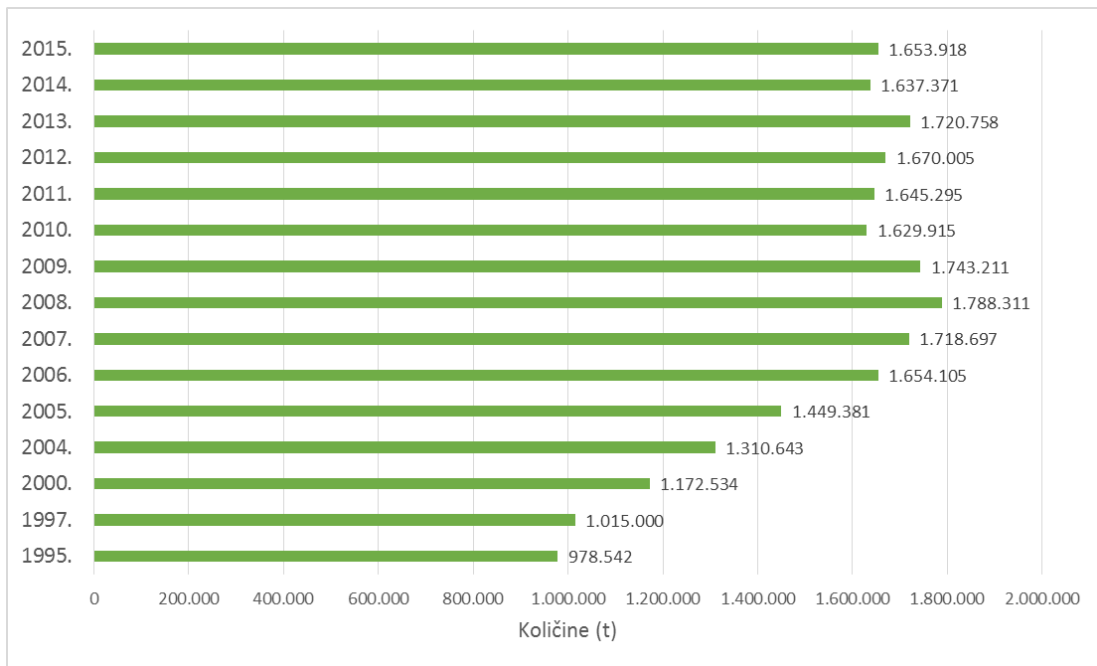
europskoj tako i na razini RH. Prema podacima Hrvatske agencije za okoliš i prirodu unatoč aktivnostima provedenim u ovom području (naknade vezane uz korištenje prirodnih resursa i onečišćenje okoliša, potrebe praćenja stanja i trendova u raznim gospodarskim sektorima, razvoj zelenog gospodarstva i dr.) razdvajanje veze između korištenja resursa i gospodarskog rasta još uvijek nije u potpunosti postignuto kao što nije postignuto niti razdvajanje poveznice između proizvodnje otpada i gospodarskog rasta određeno Strategijom održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09) [14].

Razdvajanje veze između proizvodnje otpada i gospodarskog rasta, koje se prikazuje kao odnos količine proizvedenog, u ovom slučaju komunalnog, otpada po stanovniku i bruto domaćeg proizvoda (BDP), u godini (kg/EUR) prikazano je na sljedećoj slici (Slika 8.) [14]



Slika 8. Intenzitet stvaranja otpada u RH u razdoblju od 1995. do 2015. godine, preuzeto od [14]

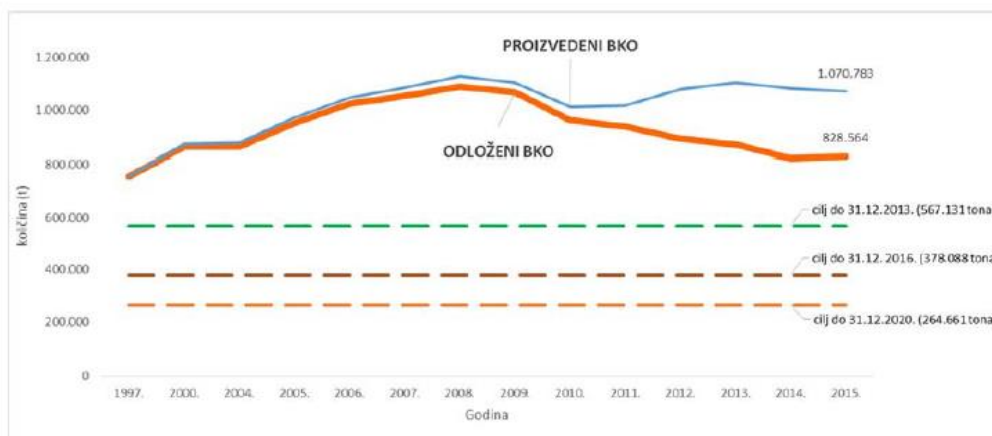
Godišnje kretanje količina proizvedenog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 1995. do 2015. godine prikazane su sljedećom slikom (Slika 9.) [14].



Slika 9. Kretanje godišnjih količina proizvedenog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 1995. do 2015. godine, preuzeto od [14]

2.4.1 Biorazgradivi komunalni otpad

U odnosu na proizvedene količine biorazgradivog komunalnog otpada iz 1997. godine u od 158 kg po stanovniku, u 2015. godini proizvedene količine biorazgradivog komunalnog otpada su se povećale i iznose 250 kg po stanovniku. Kao što je vidljivo na slici (Slika 10.), unatoč zadanim ciljevima o smanjenju odloženih količina biorazgradivog komunalnog otpada, do 2015. udio biorazgradivoga komunalnog otpada koji se odlaže na odlagalište mora se smanjiti na 50% masenog udjela biorazgradivoga komunalnog otpada koji je proizveden 1997., štoviše odložene količine se povećavaju. Nakon 2008. godine, RH kreće ka ispunjavanju ciljeva, koji se očituje i po izlasku RH iz recesije, no unatoč tome u RH je potrebno još dosta rada do postizanja zacrtanih ciljeva [10].



Slika 10. Proizvedeni i odloženi biorazgradivi komunalni otpad u razdoblju od 1997. do 2015. u odnosu na propisane ciljeve, preuzeto od [14]

2.4.2 Odvojeno sakupljeni komunalni otpad

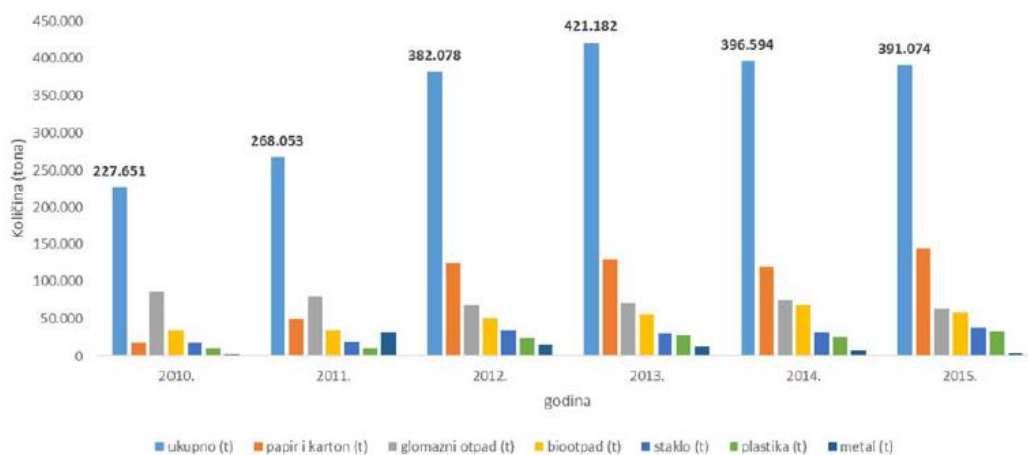
Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17) propisane su sljedeće posebne kategorije otpada: biootpad, otpadni tekstil i obuća, otpadna ambalaža, otpadne gume, otpadna ulja, otpadne baterije i akumulatori, otpadna vozila, otpad koji sadrži azbest, medicinski otpad, otpadni električni i 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. Za šest posebnih kategorija otpada uvedena je „proširena odgovornost proizvođača“ u vidu naplate naknade za stavljanje na tržište proizvoda od kojih nastaju te posebne kategorije otpada za koje su uspostavljeni sustavi odvojenoga sakupljanja i obrade. To su ambalažni otpad, otpadna vozila, otpadna ulja, otpadne baterije i akumulatori, otpadne gume i EE otpad [14].

Odvojenim prikupljanjem posebnih kategorija otpada, očekuje se smanjeni udio određenih sastavnica miješanog komunalnog otpada, poput ambalaže, otpadnog tekstila i obuće, otpadne EE opreme i sl. [14].

Do 2008. godine razvoj sustava gospodarenja posebnim kategorijama otpada je intenzivan te se količine sakupljenog i oporabljenog otpada sustavno povećavaju. Od 2009. godine uglavnom se u svim kategorijama bilježi stagnacija ili pad u sakupljenim

količinama, što je najvjerojatnije uvjetovano smanjenom količinom proizvoda koji se stavljaju na tržište uslijed gospodarske krize. U 2015. godini sakupljene količine većine posebnih kategorija otpadom rastu [14].

Nakon izmjene metodologije izračuna količina komunalnog otpada, odnosno pribrajanja količina komunalnog otpada koje potječu iz uslužnog sektora, u 2012. godini je evidentiran nagli porast udjela odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u iznosu od 9%. Najveći porast odvojenog sakupljanja evidentiran je za papir, staklo i plastiku (Slika 11.) [14].

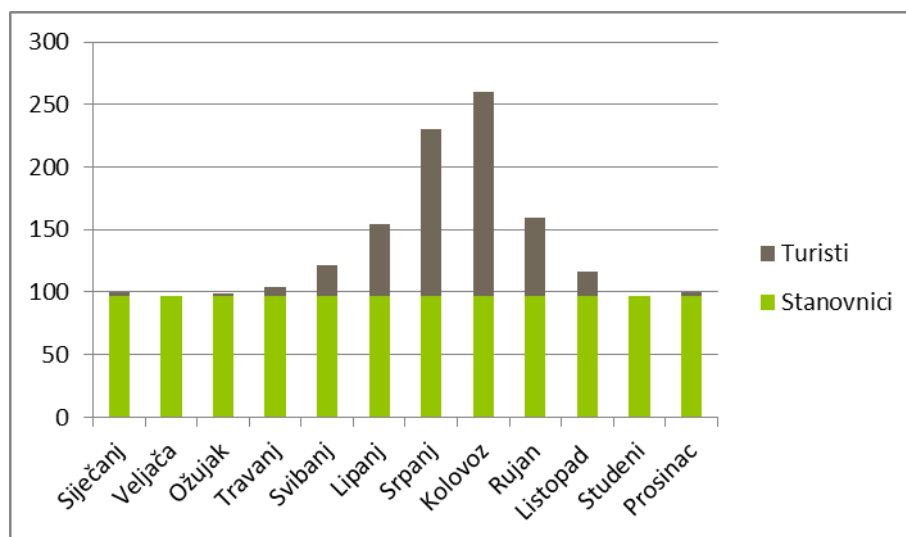


Slika 11. Količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada (ukupno, pojedine vrste) u RH u razdoblju od 2010. do 2015. godine, preuzeto od [14]

Odvojeno sakupljanje pojedinih vrsta komunalnog otpada (prvenstveno papir, staklo, plastika, metal) provodi se sakupljanjem s kućnog praga, putem spremnika na javnim površinama, zelenih otoka, reciklažnih dvorišta te putem uspostavljenih nacionalnih shema za posebne kategorije otpada. Odvojeno sakupljanje korisnih vrsta otpada iz komunalnog otpada organizirano od strane jedinice lokalne samouprave provodilo se tijekom 2015. godine u oko 400 općina i gradova. Iako se broj izgrađenih reciklažnih dvorišta povećao sa 17 u 2010. godini na 84 u 2016. godini te je do 2016. godine nabavljeno i 46 mobilnih jedinica, ukupne količine sakupljene putem reciklažnih dvorišta se ne povećavaju značajnije, te u 2015. godine iznose 15.901 tona.

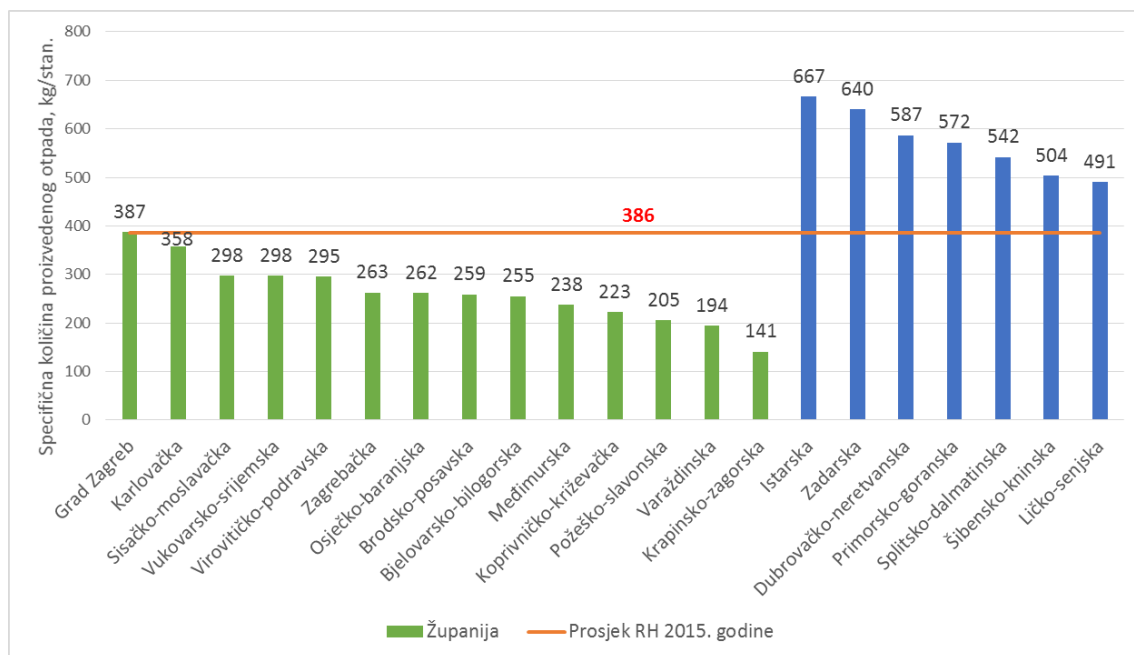
2.4.3 Otpad nastao turističkom djelatnošću

Otpad koji nastaje u turističkoj djelatnosti po svojim je svojstvima i strukturi sličan otpadu iz kućanstava. Izvori otpada su hotelski kompleksi, autokampovi, apartmanska naselja, marine, privatna kućna turistička djelatnost, a stvaraju ga gosti i sezonsko ugostiteljsko osoblje. Komunalni otpad iz turizma zbrinjava se u sustavu, zajedno s otpadom stalnog stanovništva. Otpad iz turizma je karakterističan zbog toga što se primjetne količine proizvode samo tokom ljeta, odnosno tijekom 3 ljetna mjeseca. Razlika između najmanje količine otpada u veljači i najveće količine otpada u kolovozu iznosi i do 300 %. U turističkim priobalnim područjima te na otocima karakteristične su sezonske razlike kako u sastavu tako i u količini komunalnog otpada (Slika 12.) [24].



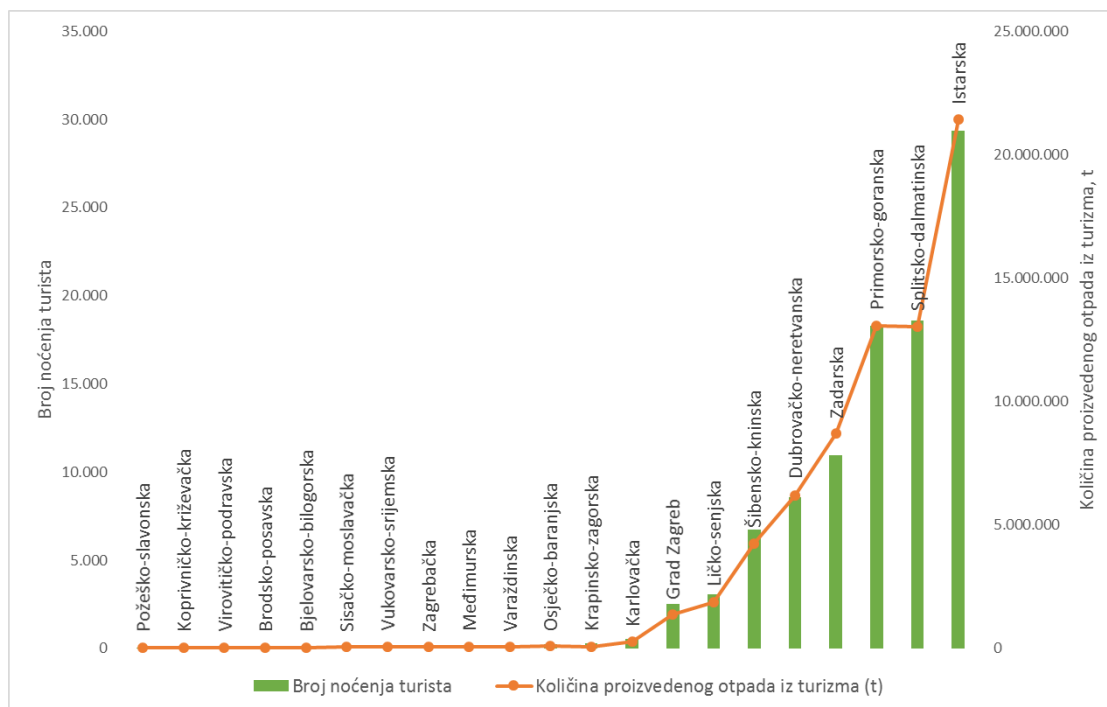
Slika 12. Količine sakupljenog otpada kojeg proizvode stanovnici i turisti, Hvar, 2010., prema [11]

Ukoliko se promatraju količine proizvedenog komunalnog otpada obzirom na porijeklo (županiju), može se uočiti nerazmjer između „kontinentalnih“ i „priobalnih“ županija, najviše uslijed utjecaja turizma (Slika 13.) [14].



Slika 13. Prikaz specifičnih količina proizvedenog otpada po županijama, preuzeto od [14]

Količina komunalnog otpada iz turizma u 2015. godini je iznosila 98.960 tona što čini oko 6 % ukupne količine komunalnog otpada. Najveće količine komunalnog otpada iz turizma nastaju u Istarskoj županiji, Primorsko–goranskoj županiji i Splitsko–dalmatinskoj županiji, dok su najmanje količine evidentirane u Požeško-slavonskoj i Koprivničko–križevačkoj županiji (Slika 14.). Osim utjecaja turizma, na odstupanje specifične količine otpada od prosječne vrijednosti koje se može zamijetiti kod pojedinih županija, općina i gradova, dodatno može utjecati i neprovođenje vaganja, koje često rezultira nedovoljno dobrim procjenama količina preuzetog otpada [14].



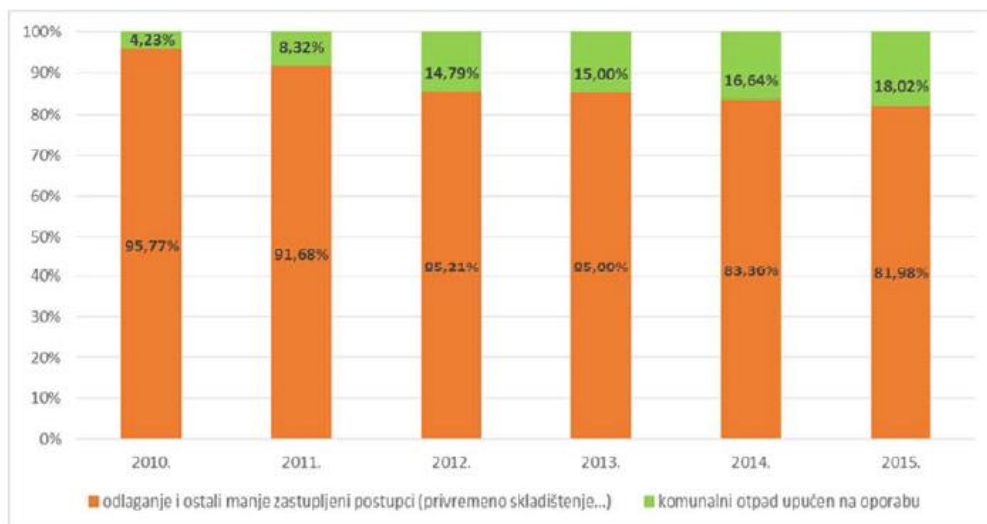
Slika 14. Količine otpada nastalog iz turizma u 2015. godini, po županijama, preuzeto iz

[14]

2.4.4 Gospodarenje komunalnim otpadom u RH

Održive sustave gospodarenja prirodnim resursima neće biti moguće ostvariti bez dobrog upravljanja) koje zahtjeva usklađenu akciju svih ključnih čimbenika, posebno lokalnih vlasti, privatnog sektora, sindikata, organizacija civilnog društva i pojedinaca. Upravljanje uključuje tradiciju, institucije i procese koji određuju kako se obnaša vlast, kako se građanima daje ili ne daje pravo na izražavanje mišljenja, te kako se donose odluke o pitanjima javnog interesa [2].

U razdoblju od 2010. do 2015. godine bilježi se porast udjela komunalnog otpada izravno upućenog na uporabu (Slika 15.). Pored 18 % oporabljenog (pri čemu se tek 2 % odnosi na kompostiranje i anaerobnu digestiju) i 80% odloženog otpada u 2015. godini, preostalih 2% čine količine privremeno uskladištenog komunalnog otpada i procijenjene količine za neobuhvaćeni dio stanovništva, za koje nije bilo moguće odrediti način postupanja. Stopa recikliranja četiri frakcije iz komunalnog otpada - papira, plastike, metala i stakla u 2015. godini iznosila je 25 % [14].



Slika 15. Gospodarenje komunalnim otpadom u RH u razdoblju od 2010. do 2015. godine, preuzeto od [14]

3 ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA PROSJEČAN SASTAV I KOLIČINU KOMUNALNOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Na sastav otpada utječu mnogi faktori kao što su: nivo ekonomskog razvoja, kultura, geografska lokacija, energetske resursi i klima [25].

Postojeći metodološki princip određivanja sastava miješanog komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj zasnovan je na svjetskim i europskim iskustvima. U načelu se koriste dva pristupa bazirana na SWA-Tool metodologiji u pojednostavljenom obliku [26].

Prema izrađenoj Jedinstvenoj metodologiji za određivanje sastava i količina komunalnog otpada [26], 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.

3.1 Postojeće stanje

Komunalna infrastruktura za prikupljanje otpada je razvijena i danas je organiziranim sakupljanjem i odvozom otpada obuhvaćeno 99 % stanovništva Republike Hrvatske. 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 [26].

Od sredine pa prema kraju 20. stoljeća masa krutog otpada povećala se pet puta u usporedbi s početkom 20. stoljeća, a istovremeno se ukupan broj svjetske populacije nije upeterostručio. Europska agencija za okoliš (EEA) procijenila je da kućanski otpad u brojnim europskim zemljama sadrži i više od 66 % biorazgradivog čvrstog otpada, pri čemu se u razdoblju od 1990. do 1996. godine u odlagališta odlagalo oko 50 % do 100 % biorazgradivog otpada. Između 2001. i 2010. godine samo je nekoliko zemalja znatno smanjilo odlaganje komunalnog otpada, ipak se i u ostalim zemljama uočio prijelaz s odlaganja otpada na gospodarenje otpadom. Na osnovu podataka koje su članice EU-a o

smanjenju odlaganja biorazgradivog otpada za 2009. godinu dok ih je 7 već 2010. godine ispunilo ciljeve zacrtane za 2016. godinu. Zemlje članice EU, koje nisu ispunile ciljeve moraju svake godine prosječno između 2 % i 5 % smanjiti odlaganje otpada kako bi do 2020. godine postigle 50 %-tno smanjenje odlaganja otpada do 2020. godine u odnosu na masu proizvedenog otpada u 1995. godini. U Republici Hrvatskoj se do 2000. godine sav prikupljeni biorazgradivi otpad odlagao u odlagališta. U biorazgradivi komunalni otpad ubraja se papir i karton, biootpad, tekstil i drvo [27].

U pogledu odvajanja otpada, mogući troškovi tokom tri faze gospodarenja otpadom različito variraju. Na primjer, energetska vrijednost otpada smanjuje cijenu sakupljanja i odlaganja, no povećava cijenu obrade otpada. S druge strane, reciklabilan otpad smanjuje proces obrade, ali ne utječe na ukupnu cijenu sustava gospodarenja otpadom [28].

Anketno istraživanje je ukazalo kako je oko 94,3 % ispitanika voljno sudjelovati u odvajanju otpada na izvoru zbog tendencije ostvarivanja prava na više usluga (85,7 %) ili nagrade (22,3 %) te zbog odgovornosti. Većina ispitanika (oko 95 %) smatra kako je odvajanje manjeg broja frakcija prikladnije od odvajanja većeg broja frakcija [29].

Budući da žene nose veću odgovornost za domaćinstvo, jedno istraživanje je zaključilo kako su žene glavna ciljana skupina po pitanju programa izobrazbe o odvajanju otpada na izvoru i recikliranju [29].

3.2 Broj stanovnika

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 [27].

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 [27].

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 [27].

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 [26].

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 [30].

Za sustav upravljanja okolišem treba naglasiti da prevladavaju manja naselja i disperzna naseljenost na što ukazuje prosjek od 657 stanovnika po naselju. Usitnjenost naselja posebno je izražena u brdskim i planinskim dijelovima unutrašnjosti (Lika, Hrvatsko zagorje, Požeština) te u Istri [2].

3.3 Bruto domaći proizvod (BDP)

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 ± 1 % utječe na promjenu specifične količine otpada od $\pm 0,45$ % [26].

3.4 Indeks potrošnje

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 % [26].

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 [31] [32].

Prema istraživanjima uočena je povezanost BDP-a i onečišćenja, rezultati istraživanja ukazuju na pojavu više tipova krivulja koje pokazuju međusobnu ovisnost. PIR krivulje (od engl. Pollution Income Relationship) uzimaju u obzir vrstu onečišćivala mogu biti monotono rastućeg oblika, n-oblika te najčešće inverznog U-oblika ili tzv. Kuznetsova krivulja. Monotono rastući oblik krivulje prikazuje korelaciju dohotka i perzistentnih onečišćivala u okolišu poput CO_2 i otpada dok Kuznetsova krivulja prikazuje korelaciju dohotka i kratko postojanih onečišćivala u okolišu poput SO_2 , PM , NO_x , CO , Hg te VOC -a [33][34]. Kuznetsova krivulja uzima u obzir odnos prirode i okolišnih zahtjeva, krivulja ukazuje kako pri niskim prihodima dolazi do porasta potrošnje materijala i štetnih emisija u okoliš do određene točke preokreta, nakon kulminacije daljnjim rastom prihoda potrošnja materijala opada. Kako ekonomija neke države postaje otvorenija prema trgovini dolazi do većih prihoda i većeg BDP-a neke države što ukazuje na bolji standard života. Bolja platežna moć dovodi do povećane potrošnje zbog koje dolazi do degradacije okoliša koja se povećava sa porastom prihoda u ranim fazama gospodarskog napretka. Napretkom tehnologije povećava se svijest građana, više se ulaže u edukaciju, povećava

se briga o okolišu, sprječava se nastanak novog otpada i u konačnici počinje korištenje zelenih tehnologija. Ekonomski razvoj zemlje karakterizira tri efekta; efekt razmjera, efekt objedinjavanja te tehnološki efekt. Na početku ekonomskog razvoja zemlje, veća je potražnja za materijalima pa je time i opterećenje po okoliš veće – efekt razmjera. S rastom BDP-a, vremenom dolazi do preokreta u principima proizvodnje. Dolazi do pomicanja proizvodnje iz intenzivno energetske prema objedinjenoj intenzivno znanstvenoj i tehnološkoj proizvodnji – efekt objedinjenja. Daljnjim ekonomskim rastom razvija se čišća proizvodnja i učinkovitiji procesi čime se održava ekonomska stabilnost, a utjecaj na okoliš se umanjuje – tehnološki efekt. Naime većina istraživanja opovrgava mogućnost statistički značajne povezanosti BDP-a i otpada, dok pak druga istraživanja poput sljedećeg uspostavljaju korelacijsku povezanost BDP-a i količina otpada kao oblika Kuznetsove krivulje [35][36].

3.5 Sezonske varijacije - turizam

Predvidivi ukupni učinci Strategije gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/2005) i razvoja turizma RH do 2020. 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 [26].

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 [37].

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 [37].

Štoviše, visoki udio stakla i sezonske varijacije aluminijske ukazuje su na jaku korelaciju sastava komunalnog otpada s određenim ljudskim aktivnostima poput turizma [38].

Sastav odloženog otpada je iznimno promjenjiv kao posljedica godišnjih doba, načina života, demografije, geografije i zakonskih odredbi. Tako u Kreti sastav komunalnog otpada čini: organski otpad (papir, ostatci hrane, trava, plastika, koža, tekstil, drvo, gume), anorganski otpad (staklo (sve vrste i svih boja), metali (sve vrste osim aluminijske), aluminij i inertni materijali (kamenje, tlo, građevinski otpad)) te ostali (pelene, higijenski ulošci i otpad koji ne pripada ni u jednu od gore navedenih kategorija) [38].

3.6 Geografija područja

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 [26].

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 % [25].

3.7 Dodatni faktori

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 [26].

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 [27].

Klima može utjecati na stvaranje otpada u gradu, državi ili regiji. Kao primjer možemo uzeti Ulan Bator, glavni grad u Mongoliji. Udio pepela u otpadu zimi iznosi 60 % dok za ljetni period iznosi samo 20 % [25].

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 [25].

Istraživanjima se pokušalo korelirati socio-ekonomske čimbenike s generiranjem komunalnog otpada. U SAD-u su na temelju podataka iz savezne države Sjeverne Karoline istraživali varijable koje utječu na generiranje miješanog komunalnog otpada po glavi stanovnika koji bi mogli primijeniti za jugoistok SAD-a. Promatrali su demografske, ekonomske i strukturne varijable utjecaja na generiranje miješanog komunalnog otpada po glavi stanovnika te ustanovili kako prihod, urbanizacija, proizvodnja te gradnja ne utječu značajno na generiranje otpada, dok maloprodaja po glavi stanovnika i stimuliranje naknadama uvelike utječu na generiranje otpada [39].

Unatoč tome što su provedena istraživanja o socio-ekonomskim utjecajima na generiranje otpada u zemljama u razvoju, rezultati istraživanja nisu automatizmom primjenjivi na zemlje sa sličnim uvjetima bez prethodnog prikupljanja i analize podataka lokalnog područja [39].

Donošenje Zakona 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 Zakona i njegovo implementiranje od koje pojedinac ima ekonomsku dobit primjenjujući zakone i društvo koje od provođenja zakona ima koristi u smislu čistijeg okoliša.

4 METODOLOGIJA UTVRĐIVANJA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA

Sastav komunalnog otpada koji nastaje u urbanim sredinama može se odrediti temeljem sljedeće tri metode:

- Analiza ostatnog proizvoda obrade otpada
- Analiza proizvoda na tržištu
- Izravno uzorkovanje i analiza

Metoda analize ostatnog proizvoda obrade otpada podrazumijeva ispitivanje sadržaja različitih kemijskih elemenata u ostatnom proizvodu, kao npr. lebdećeg pepela nakon spaljivanja otpada u spalionicama. Pomoću saznanja o parcijalnim koeficijentima tih elemenata u procesu, moguće je zaključivati o kemijskom sastavu neobrađenog otpada. Metoda je primjenjiva ukoliko postoje uvjeti za njenu provedbu [40].

Metoda analize proizvoda na tržištu se provodi na područjima gdje postoje dobro organizirane institucije koje se bave statističkom obradom tržišta i gdje se materijalna bilanca može provesti na temelju količina. Metoda ima svoje prednosti u analizi zastupljenosti komponenti otpada s malim masenim udjelom i kada se želi izbjeći izravni doticaj s potencijalnim opasnim svojstvima tih materijala. Nedostatak metode se očituje u nepouzdanosti podataka. Ova metoda ipak može biti dobra komparativna metoda izravnoj analizi kada se ispituju osnovne komponente otpada s velikim udjelom u ukupnoj količini ili se ispitivanje primjenjuje na veliko geografsko područje [40].

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.

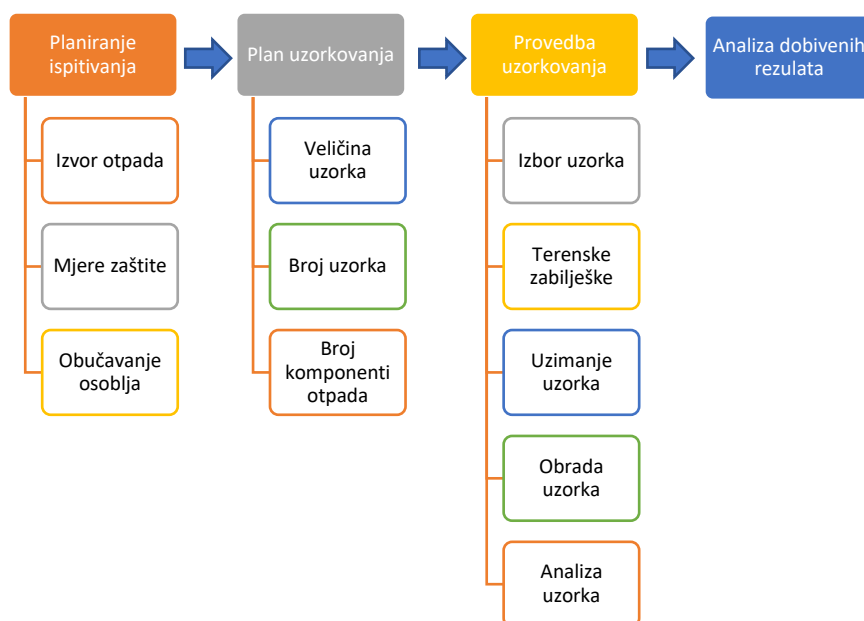
Međutim, za potrebe stjecanja osnovnih saznanja o vrsti i količini otpada na nekom području te preliminarnih studija kao podloga za cjeloviti sustav gospodarenja otpadom, ova metoda daje dovoljan stupanj pouzdanosti [40].

Za potrebe statističke obrade podataka ovog rada, za određivanje sastava komunalnog otpada u RH, eksperimentalne podatke prikupljene metodom izravnog uzorkovanja ustupila je tvrtka IPZ Uniprojekt Terra Zagreb d.o.o..

Metodom izravnog uzorkovanja su se nastojali odrediti izvori nastajanja otpada, ovisno o planu provedbe, statistički podaci o srednjoj vrijednosti, standardnoj devijaciji i stupnju pouzdanosti. Podaci su se objedinili kako bi se dobila zadovoljavajuća predodžba o cjelokupnom sastavu otpada [40].

Prilikom izrade plana provedbe uzorkovanja (Slika 16.) potrebno je bilo prepoznati izvore otpada, te specifičnosti vezane za iste, kao što su demografski i sezonski pokazatelji. U prvoj fazi planiranja ispitivanja, potrebno je bilo sagledati i moguće opasnosti za osoblje koje mogu nastati za vrijeme uzorkovanja, a koje su rezultat heterogenosti komunalnog otpada koji može sadržavati i komponente opasnog otpada. Zbog toga je bilo važno provesti edukaciju osoblja o vrstama otpada, tehnološkim operacijama koje će biti provedene te mjerama sigurnosti i zaštite na radu [41].

Uzimanje uzoraka na pretovarnoj stanici ili odlagalištu provodilo se po unaprijed određenom ključu odabiru vozila ili tipovi vozila, a zatim vaganja i sortiranja po mogućnosti svih uzoraka. Ukoliko nije postojala mogućnost sortiranja cjelokupnog uzorka, tada se uzorak željene veličine uzimao nekom od uobičajenih metoda, ovisno o raspoloživosti strojeva i ljudstva [40].



Slika 16. Prikaz tijeka uzorkovanja [40]

Kako bi se dobio reprezentativni uzorak iz izdvojene količine komunalnog otpada prvo je primijenjena mrežna tehnika (slučajni izbor mjesta na zamišljenoj preko otpada postavljenoj mreži). Zatim je provedeno četvrtanje (hrpa otpada se iz centra razdijelila na četvrtine te se dvije nasuprotne hrpe odbacile, preostale spojile, a postupak se ponavljao sve do dobivanja potrebne veličine uzorka). Nakon toga provedlo se uzimanje uzorka iz središta hrpe (otpad se izmiješao, a uzorak se nakon strojnog razgrtanja uzimao iz središta hrpe) [40].

Radi lakšeg sortiranja komunalnog otpada koristio se stroj za sortiranje otpada tzv. sortirka (Slika 17.). Reprezentativni uzorak se ubacio u sortirku tj. u bubnjasto sito s otvorima promjera 40 mm. Otpad koji propadne kroz otvore naziva se „sitnica“, a otpad koji je ostao u bubnju se dalje ručno sortirao na perforiranom stolu (Slika 18.).



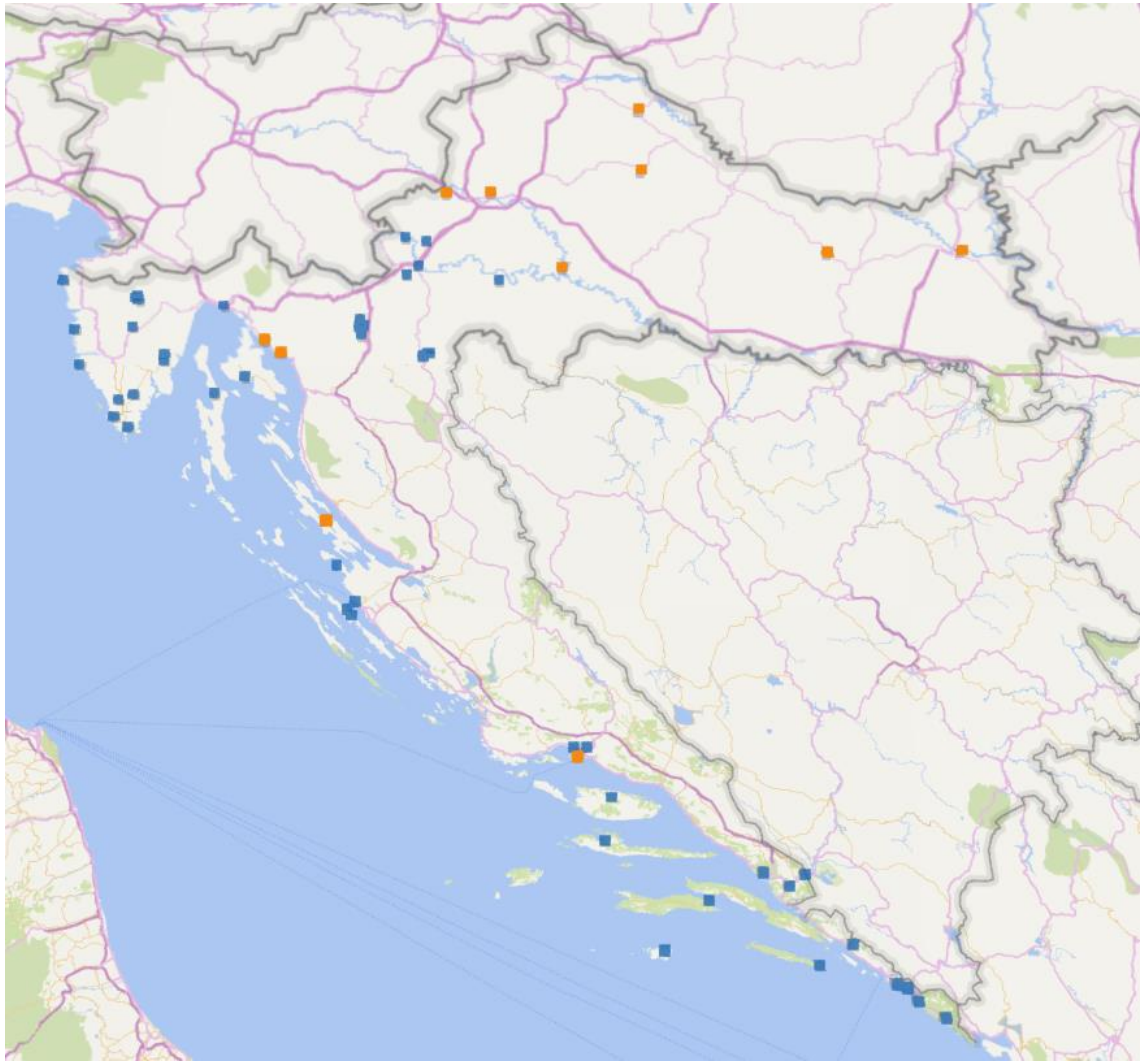
Slika 17. Stroj za sortiranje otpada [40]



Slika 18. Ručno sortiranje komunalnog otpada na perforiranom stolu [40]

Podaci o sastavu komunalnog otpada prikupljeni su od strane stručnih osoba koje su određivale sastav komunalnog otpada na velikom broju lokacija u Republici Hrvatskoj i ustupljeni za potrebe ovog rada. Podaci su prikupljeni za 42 lokacije (Slika 19.), a obrađen je 91 uzorak. Prikupljeni podaci se odnose na desetogodišnje razdoblje od 2005. godine do 2015. godine. Za svako pojedino područje je osim samog sastava komunalnog otpada, prikupljen i podatak o broju stanovnika te o dolasku turista na godišnjoj razini. Osim navedenih podataka, utvrđena je sezona u kojoj je određeno uzorkovanje [41].

Također su za potrebe ovog rada ustupljeni podaci o sastavu komunalnog otpada prikupljeni su od strane stručnih osoba koje su određivale sastav komunalnog otpada na 19 lokacija za vremensko razdoblje od 1990. do 2000. godine (Slika 19.).



Slika 19. Prikaz položaja mjesta uzorkovanja (plavo – od 2005. do 2010.; narančasto – od 1990. do 2000.)

U cilju obrade statističkih podataka na razini RH, podaci koje se odnose na razdoblje od 1990. do 2000. godine objedinjeni su sa podacima od 2005. do 2015. godine. S obzirom kako podaci starog i novog uzorkovanja ne sačinjavaju iste kategorije sastava komunalnog otpada, novi podaci prilagođeni su starima na način da se više kategorija sastava iz novih podataka uzorkovanja svrstava u kategoriju za koju se smatra da po svojim svojstvima odgovara kategoriji iz starih podataka uzorkovanja (broj kategorija). Kategorije koje su se koristile za grafičko prikazivanje su: kuhinjski i biootpad, papir i karton, koža i kosti, drvo, tekstil, staklo, metali, plastika, guma i ostali otpad.

Za potrebe što bolje usporedbe starih i novih podataka, u starim podacima kategorija kuhinjski otpad i biootpad uključivala je sastavnice organskog otpada iz kuhinja i sitnice

do 40 mm koji su prema starim podacima činile 2 kategorije. Kategorija ostali otpad sačinjena je od kategorija zemlja i kamenje te posebni otpad.

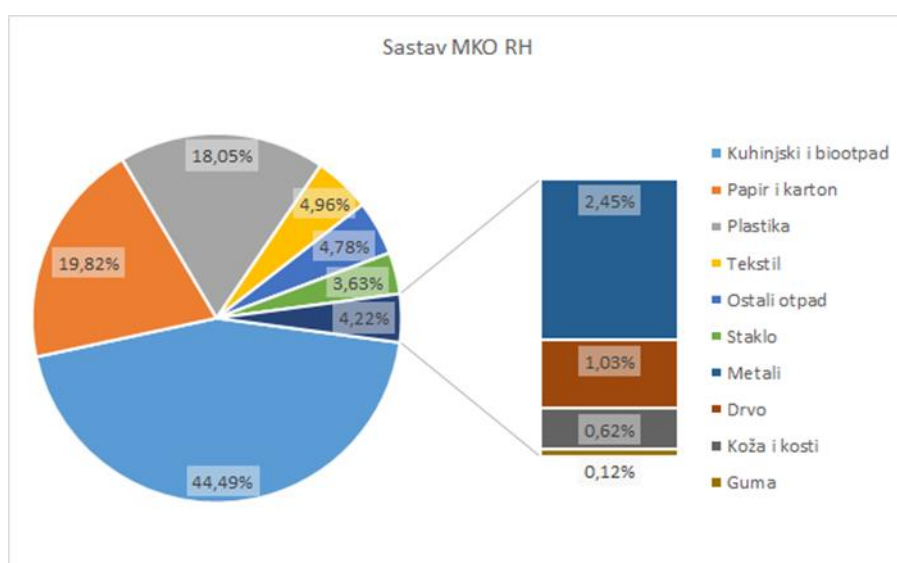
Kako se novi podaci (2005. - 2015. godine) sastoje od više kategorija otpada došlo je do spajanja većeg broja kategorija u kategoriju koja se koristila za graf, tako je kategorija **kuhinjski i biootpad** sastavljena od kategorije organski otpad + biootpad + sitnica, **papir i karton** od papira/novine i časopisi + karton + tetrapak, **tekstil** se sastojao od odjeće i obuće + tekstil, **metali** = sitni metalni predmeti + ostali metali, **plastika** = PET + sitna plastika meka + ostala plastika tvrda, **ostali otpad** sačinjen je od najvećeg broja kategorija = pelene + bijela tehnika i olupine bijele tehnike + zemlja i kamenje + elektronska oprema + baterije + lijekovi + akumulatori.

Statistička obrada podataka i grafički prikaz napravljena je alatom Microsoft Office - Excel 2016.

5 ANALIZA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA RH

5.1 Sastav MKO u RH

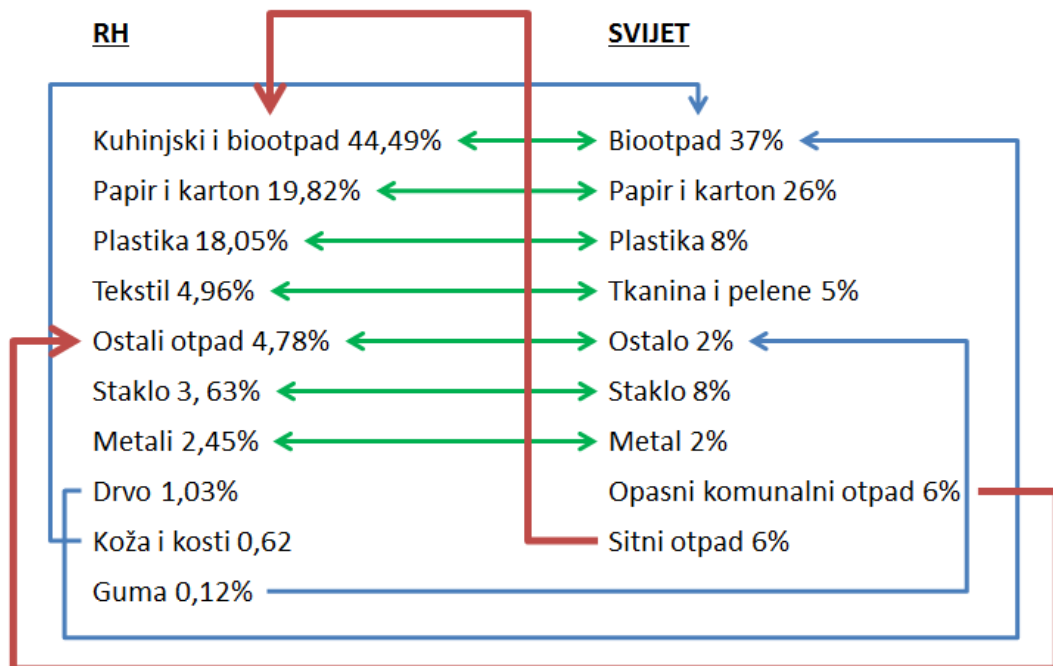
Sastav otpada na svjetskoj razini svrstan je u devet kategorija poredanih po udjelima od najzastupljenijeg (Slika 6.) (Biootpad 37 %, Papir i karton 26 %, Plastika 8 %, Staklo 8%, Opasni komunalni otpad 6 %, Sitni otpad 6 %, Tkanina i pelene 5 %, Metal 2 % i Ostalo 2 %.) (47)(16).



Slika 20. Sastav miješanog komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj

Sastav MKO-a za RH može se vidjeti na slici (Slika 20.), poredan po kategorijama od najvećeg prema najmanjem masenom udjelu (Kuhinjski i biootpad 44,49 %, Papir i karton 19,82 %, Plastika 18,05 %, Tekstil 4,96 %, Ostali otpad 4,78 %, Staklo 3,63 %, Metali 4,22 %, Drvo 1,03 %, Koža i kosti 0,62 %, Guma 0.12 %). Uspoređujući sastav MKO-a na svjetskoj razini i u RH vidljive su razlike u masenim udjelima svih kategorija otpada. Kako bi se podaci mogli uspoređivati, kategorija opasnog otpada svrstana je u kategoriju ostalo, dok je sitni otpad dodan u kategoriju kuhinjski i biootpad. Kako u podacima za svijet nema kategorija drvo te koža i kosti, one su svrstane u kategoriju kuhinjskog otpada, dok je kategorija gume svrstana u ostali otpad (Slika 21.).

Na slici (Slika 21.) može se primijetiti da u kategoriji kuhinjski i biootpad maseni udio je 7,9 % veći od svjetskog prosjeka. Kako su kategorije drvo i kosti i koža svrstani u kategoriju kuhinjski i biootpad maseni udio bio bi veći (9,55 %), međutim napominje se kako su podaci za sitni otpad svrstani u kategoriju kuhinjskog i biootpada, dok kod svjetskih podataka čine posebnu kategoriju pa se može govoriti o razlici 3,55 %. Za kategoriju papir i karton uočava se manji maseni udio u RH od svjetskog za 6,11 %. U kategoriji plastika može se zaključiti kako velik udio plastike završi u MKO-u za razliku od svjetskog prosjeka. Postotak bi možda bio manji kada bi RH imala energanu na otpad u kojoj bi se oporabljivala sva plastika koja nije ekonomski isplativa za recikliranje. Što se tiče kategorija metala i tekstila, RH je u rangu sa svjetskim prosjekom, međutim u RH je kategorija pelena svrstana u ostali otpad, stoga se može zaključiti kako je više tekstila u MKO-u u RH. Za kategoriju staklo, RH ima dva puta niži udio u MKO-u. S obzirom kako je staklo vrijedna sirovina za proizvodnju novih proizvoda, taj postotak bi trebao biti još niži. U pogledu kategorije ostalog otpada, na svjetskoj razini kada bi se promatrale kategorije ostali otpada i opasni otpad, u RH bi maseni udio bio manji naspram svjetskih podataka. Kretanje masenog udjela kategorije opasnog otpada u budućnosti će biti od sve većeg značaja.



Slika 21. Usporedba sastava MKO u RH i svijetu

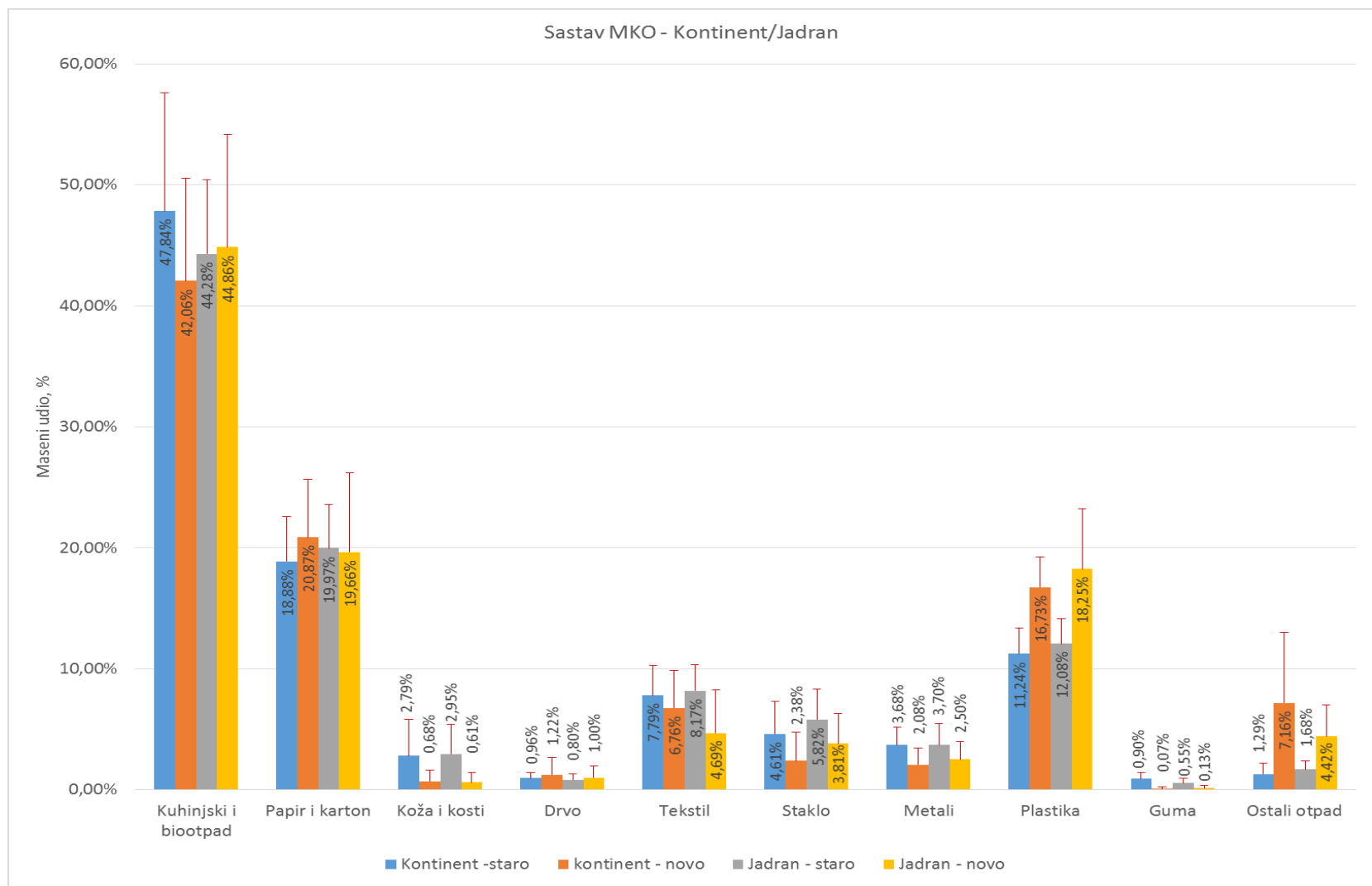
Analiza definiranih kategorija otpada i rasprava iz koje proizlaze zaključci, temelji se na analizi odnosa Kontinenta (Kontinentalna Hrvatska) i Jadrana (Jadranska Hrvatska) zbog razvijenosti turizma i različitog doprinosa u masenim udjelima za MKO što je prethodno objašnjeno.

5.1.1 Organski otpad

5.1.1.1 Kuhinjski i biootpad

Analizom MKO u RH utvrđeno je kako najveći udio zauzima kuhinjski otpad i biootpad. Uspoređujući empirijske podatke MKO za Kontinent i Jadran, uočava se trend pada (S - 47,84 %, N – 42,06 %) masenog udjela kuhinjskog i biootpada na Kontinentu za razliku od Jadrana gdje se uočava trend rasta (S - 44,28 %, N - 44,86 %) što se može vidjeti na slici (Slika 22.). Trend pada se može pripisati donošenju Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN 094/2013, 073/2017) koji navodi da je jedinica lokalne samouprave dužna na temelju dokumenata iz Zakona osigurati odvojeno prikupljanje biootpada s ciljem kompostiranja, digestije ili energetske uporabe biootpada, međutim treba napomenuti kako zaključivanje na temelju podataka za Kontinent ne može biti potpuno budući da empirijski podaci ne obuhvaćaju veće županije Slavonske regije [8].

Trend rasta kuhinjskog i biootpada u sastavu MKO-a na Jadranu može se objasniti jačanjem sektora turizma i povećanjem broja noćenja gostiju na Jadranu.



Slika 22. Sastav miješanog komunalnog otpada ovisno o regiji (Kontinentalna i Jadranska RH)

5.1.1.2 Papir i karton

Prema slici (Slika 22.) vidljiv je trend rasta masenog udjela kartona i papira u MKO-u ukoliko se promatraju podaci za Kontinent (S – 18,88 %, N – 20,87 %), dok je na Jadranu uočen trend pada (S – 19,97 %, N – 19,66 %). Razlog povećanja može se pripisati povećanju životnog standarda u RH zadnjih deset godina te okretanju ka tehnološkom napretku Kontinenta, za razliku od Jadrana koji se okreće turizmu i ugostiteljskoj djelatnosti.

5.1.1.3 Plastika

Napretkom tehnologije dolazi do sve šire upotrebe plastike, ponajprije upotrebe plastike u ambalažne svrhe. Taj trend očituje se u značajnom porastu masenog udjela kako za Kontinent (5,49 %) tako i za Jadran 6,17 %. Primjećuje se malo veći udio plastike na području Jadrana što je pak posljedica turističke djelatnosti (Slika 22.).

5.1.1.4 Tekstil

Udio tekstila u MKO-u na Kontinentu bilježi pad od 1,03 % dok na Jadranu razlika iznosi 3,84 % (Slika 22.). Trend smanjenja masenog udjela u MKO-u može se pripisati izlasku iz poslijeratnog razdoblja, dok se primijećeni veći maseni udio na Kontinentu (N - 6,76%) u odnosu na Jadran (N – 4,69 %) može objasniti većom gustoćom stanovništva na Kontinentu u odnosu na Jadran.

5.1.1.5 Drvo

Maseni udio drva u MKO-u na Kontinentu u usporedbi s podacima za Jadran je nešto veći kada se gledaju novi podaci (Kontinent – 1,22 %, Jadran – 1,00 %) što se može pripisati duljim i hladnijim zimama na Kontinentu čime se produljuje i sezona grijanja. Kao dodatni razlog može se navesti i postojanje više obiteljskih kuća s okućnicama u kojima se generira više drvene mase (Slika 22.). Također se primjećuje mali rast masenog udjela

drva u MKO-u i za Kontinent (S – 0,96 %, N – 1,22 %) i za Jadran (S – 0,80 %, N – 1,00%) što bi se moglo objasniti prelaženjem na ostale sustave grijanja, osim drva, čime se smanjuje upotreba otpadnog drva u svrhu potpale.

5.1.1.6 Koža i kosti

Na grafičkom prikazu (Slika 22.), uočava se značajan pad masenog udjela kože i kostiju u sastavu MKO-a na Kontinentu (S – 2,77 %, N – 0,68 %) i na Jadranu (S – 2,95 %, N – 0,61 %), što se može pripisati donošenju Pravilnika o načinu postupanja sa životinjskim lešinama i otpadom životinjskog podrijetla, te o njihovom uništavanju (NN 24/2003) [42]. Razlika u masenim udjelima između Jadrana i Kontinenta nije značajna.

5.1.1.7 Guma

Udio gume u MKO-u za nove podatke na Kontinentu iznosi 0,07 % dok za Jadran iznosi 0,13 % (Slika 22.). Razlog tako malih udjela je u tome što se otpadne gume u velikoj mjeri predaju vulkanizerima pa je uvelike smanjeni udio otpadne gume u MKO-u. Ne postoje značajnije razlike u sastavu između Jadrana i Kontinenta.

5.1.2 Anorganski otpad

5.1.2.1 Staklo

Udio stakla u MKO-u bilježi pad u odnosu starih i novih podataka; za Kontinent pad iznosi 2,23 %, dok za Jadran 2,01 % (Slika 22.). Glavni razlog smanjenja udjela stakla može se pripisati sustavu povratne naknade koja je uvedena 2005. godine (NN 097/2005) i povećanju uporabe plastičnih ambalažnih materijala za pića u želji za uštedom u transportu [43]. U bliže vrijeme primjećuje se kako je i dalje prisutan blago veći udio stakla na Jadranu (3,81 %) za razliku od Kontinenta (2,38 %) što se može objasniti zastupljenijom ugostiteljskom djelatnošću na Jadranu, posebice za vrijeme turističke sezone u kojoj se pretežito koristi staklena ambalaža za piće.

5.1.2.2 *Metali*

U odnosu na stare podatke, kako za Kontinent tako i za Jadran uočeno je smanjenje udjela metala u sastavu MKO-a (Slika 22.). Za Kontinent smanjenje iznosi 1,60 %, dok za Jadran 1,20 %. Glavni razlog trenda je mogućnost prodaje metala kao sekundarne sirovine otkupljivačima i stvaranje dodatne zarade u kućnom budžetu. Ne postoje značajnije razlike u sastavu između Jadrana i Kontinenta.

5.1.3 **Ostali otpad**

U kategoriji ostali otpad u usporedbi sa starim podacima vidljivo je povećanje udjela u MKO-u za nove podatke vezane za Kontinent i Jadran (Slika 22.). Razlog tog povećanja je postojanje većeg broja kategorija otpada u podacima novog uzorkovanja kao što su: **akumulatori, pelene, boja/tinta/ljepila i smole, lijekovi, baterije, elektronska oprema, zemlja i kamenje, bijela tehnika i olupine bijele tehnike**. Kategorije ostali otpad vezana za stare podatke sačinjena je od dvije sastavnice: **posebni otpad te zemlja i kamenje**.

5.2 **Godišnje kretanje sastava otpada**

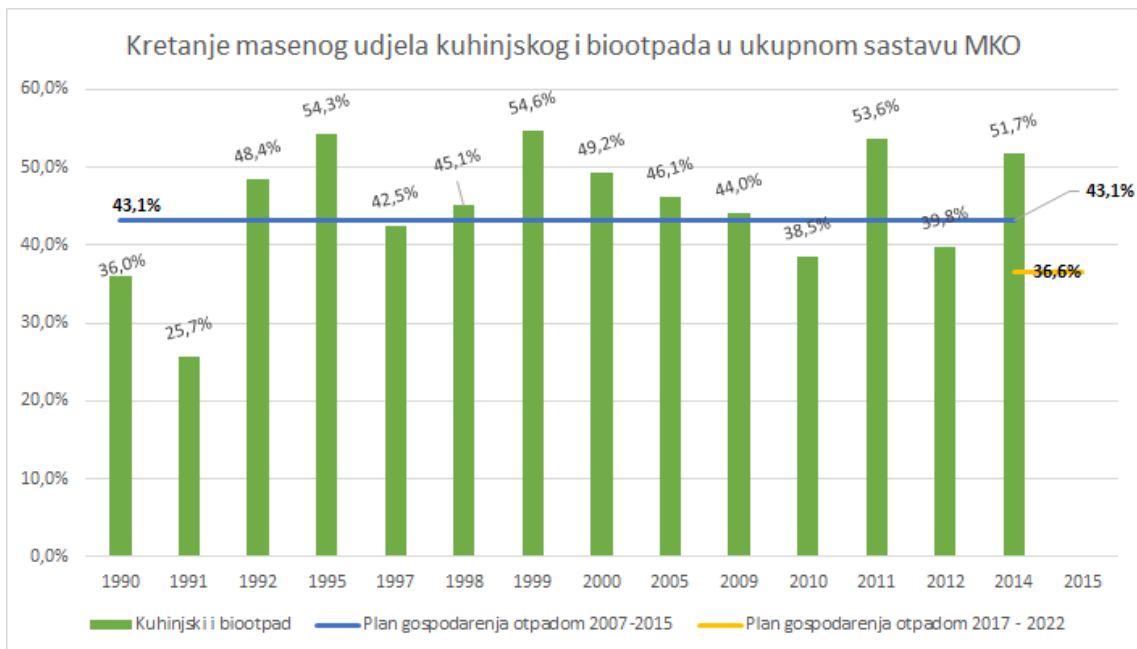
Za izradu grafova godišnjih kretanja sastava otpada u MKO-u, empirijski rezultati uzorkovanja uzimani sa urbanih i ruralnih područja u RH objedinjeni su s obzirom na datum uzorkovanja i prikazani kao srednja vrijednost za navedenu godinu.

5.2.1 **Organski otpad**

5.2.1.1 *Kuhinjski i biootpad*

Najveći maseni udio u ukupnom sastavu MKO-a odnosi se na kategoriju kuhinjskog i biootpada. Na slici

Slika 23.) se vidi kretanje masenog udjela tokom godina te prosjek definiran starim i novim Planom gospodarenja otpadom za RH. Grafički prikaz (Slika 23.) se temelji na empirijskim podacima sakupljenih tokom proteklih godina od strane stručnih osoba. Za 1990. i 1991. godinu uočava se manji dio kuhinjskog i biootpada u sastavu MKO-a što se može pripisati ratnim zbivanjima na području RH. Nakon toga postoji rast koji kulminira 1995. godine. Donošenjem Pravilnika o vrstama otpada (NN 027/1996) i Pravilnika o uvjetima za postupanje s otpadom (NN 123/1997) 1997. godine dolazi do smanjenja kuhinjskog i biootpada u sastavu MKO-a s 54,3 % na 42,5 %. U 1999. godini bilježi se skok nakon kojeg količina opada primjenom pravilnika i donošenjem Strategije gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/2005) 2005. godine. S ulaskom u gospodarsku krizu 2008. godine nastavlja se trend pada do 2011. godine u kojoj se očituje skok zbog malog broja uzorkovanja koja su odrađena na području dalmatinskih gradova kada je najveće opterećenje od turizma, za razliku od prethodnih godina u ljetnim mjesecima kada su podaci bili ujednačeniji za Kontinent i Jadran. Za 2012. godinu bilježi se pad na 39,8 % te se uzrok pada može pripisati tome da su pretežito svi uzorci uzeti na urbanim područjima.

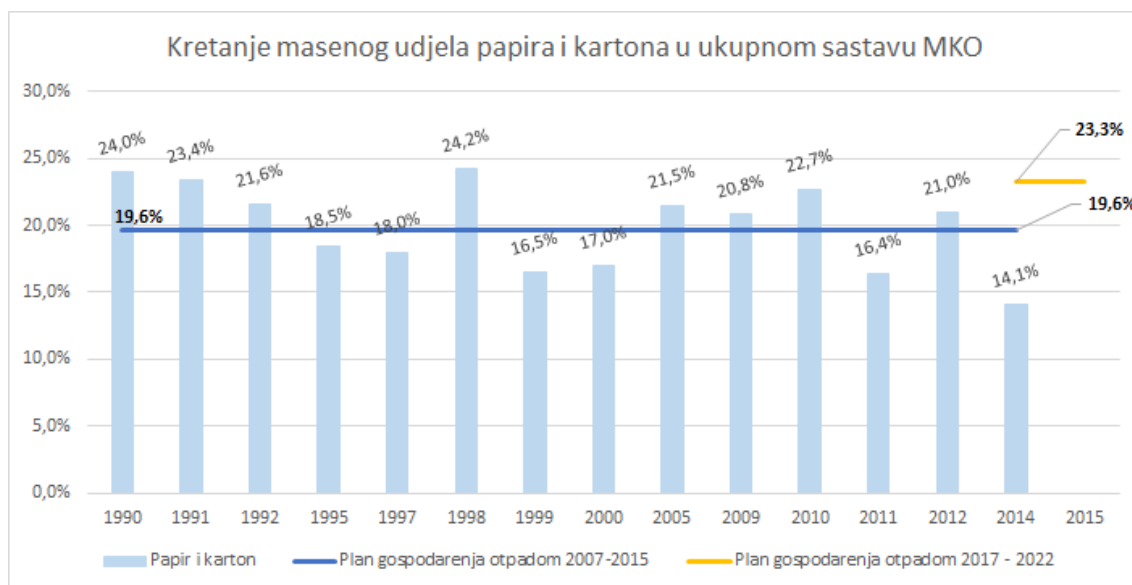


Slika 23. Kretanje masenog udjela kuhinjskog i biootpada u ukupnom sastavu MKO-a

5.2.1.2 Papir i karton

Druga po zastupljenosti u masenom udjelu komunalnog otpada je kategorija papir i karton. Na temelju podataka prikazanih po godinama (Slika 24.), vide se odstupanja čiji uzrok može biti mjesto uzorkovanja (ruralna/urbana područja). U 2013 godini stupa na snagu Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 094/2013, 073/2017), u kojem se navodi da jedinica lokalne samouprave izvršava obvezu odvojenog prikupljanja problematičnog otpada, otpadnog papira, metala, stakla, plastike i tekstila te krupnog (glomaznog) komunalnog otpada [8].

Može se zaključiti da je Zakon imao utjecaja na 2014. godinu kada se bilježi najmanji udio papira i kartona u MKO od 1990. godine (14,10 %). Navedena vrijednost je bila ispod predviđene Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2007. – 2015. godine (NN 085/2007). S obzirom na Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. godine (NN 003/2017), predviđa se povećanje udjela papira i kartona u MKO tako da je očekivana vrijednost 23,3 %.



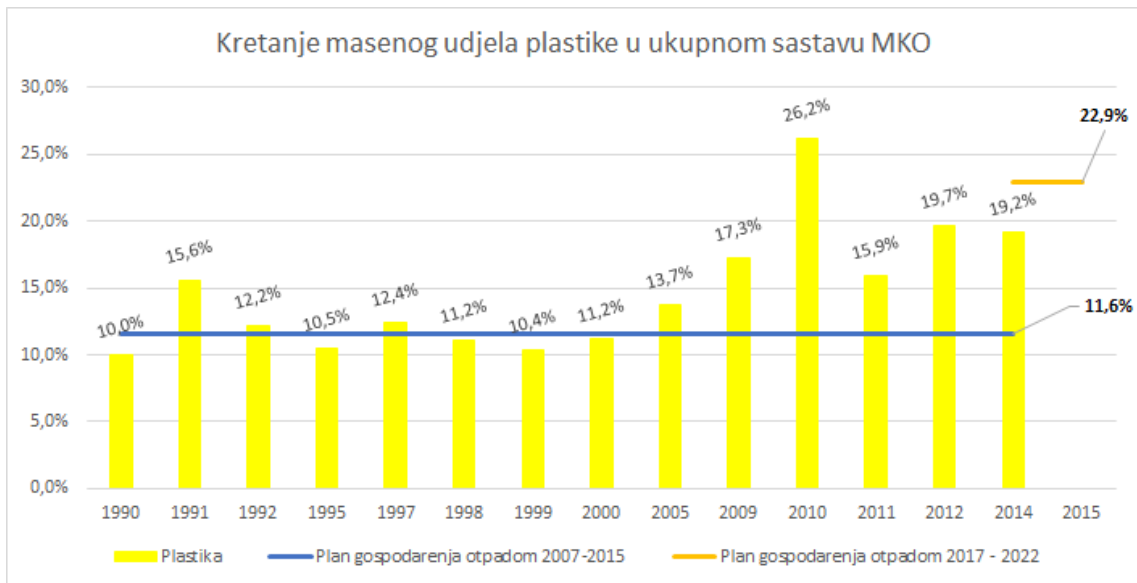
Slika 24. Kretanje masenog udjela papira i kartona u ukupnom sastavu MKO-a

5.2.1.3 *Plastika*

Napretkom tehnologije na tržištu se pojavljuju različiti proizvodi koji poboljšavaju svojstva robe, hrane i sirovina, međutim za iste nije pronađen način efikasnog recikliranja jer se u plastiku dodaju različite vrste aditiva koji proces recikliranja degradiraju ili u potpunosti onemogućuju te sirovina kao takva završava na odlagalištu. Iako volumno zauzima najveći udio u MKO-u, plastika se zbog svoje mase nalazi na trećem mjestu masenog udjela u sastavu MKO-a. Maseni udio plastike varira oko 12 % što je otprilike i predviđeno Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2007. – 2015. (NN 085/2007) (Slika 25.). Međutim uočavaju se dva odstupanja 1991. i 2010. godine što se može objasniti time da podatak za 1991. godinu se odnosi samo na ljetni period grada Velika Gorica koji predstavlja urbanu zonu pa samim time i veću potrošnju ambalaže, dok podatak za 2010 na ljetni period u Splitu, gdje osim urbanog područja na količine utječe i turistička sezona. S obzirom na tehnološki razvoj predviđen je porast udjela plastike u MKO-u s 11,6 % na 22,9 %.

Tendencija rasta udjela primjećuje se od 2005. godine s kulminacijom 2010. godine, Glavni pokretač rasta je proizvodnja polugotovih i gotovih proizvoda od plastike i to plastičnih cijevi i spojnice (103.898 t), ambalaže (52.417 t), proizvoda za graditeljstvo (19.985 t) te ostalih proizvoda od plastike (19.158 t). Povećanje udjela proizvodnje bilježi i proizvodnja polimera, koja je, nažalost, nakon prestanka rada najvažnijeg hrvatskog proizvođača tvrtke DIOKI smanjena u odnosu na 2010. godinu [44].

U nastojanju sprječavanja odlaganja plastike na odlagališta donesen je Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu (NN 097/2005, 115/2005, 081/2008, 031/2009, 156/2009, 038/2010, 010/2011, 081/2011, 126/2011, 038/2013, 086/2013) [43]. Cilj Pravilnika je bio potaknuti građane na odvajanje PET ambalaže iz miješanog komunalnog otpada. Od 2015 ukida se naknada samo na PET ambalažu mliječnih proizvoda.



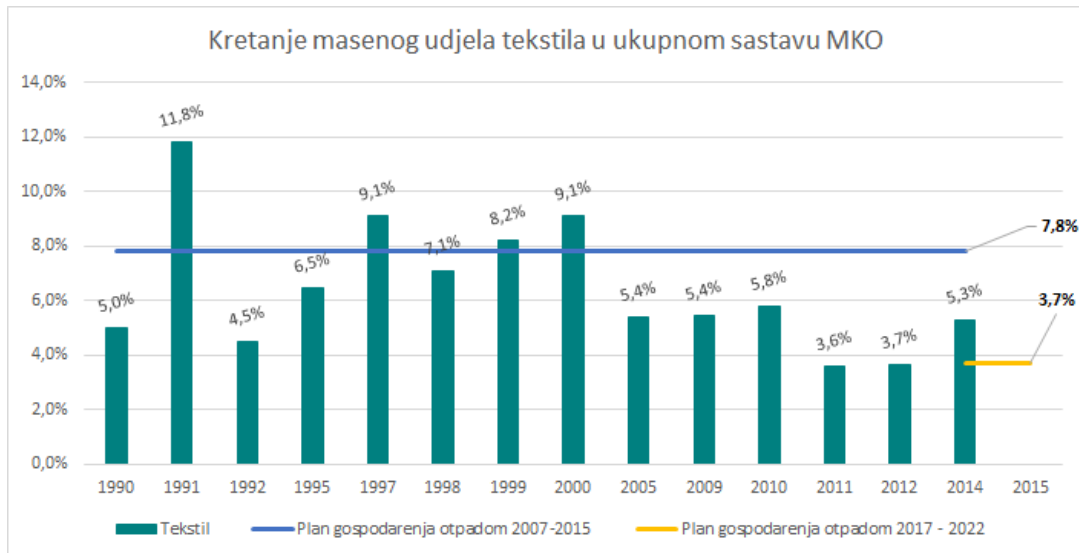
Slika 25. Kretanje masenog udjela plastike u ukupnom sastavu MKO-a

5.2.1.4 Tekstil

Kod kategorije tekstila može se uočiti anomalija vezana za 1991. godinu koju se može povezati s ratnim zbivanjima i donacijama odjeće (Slika 26.). Do 2000. godine bilježe se dva intervala rasta udjela tekstila u MKO-u s najvećim vrijednostima 1997. i 2000. godine što se može objasniti jačanjem tekstilne industrije kao i povećanje udjela robe niske kvalitete koja se proizvodi na tržištima Dalekog istoka. Od 2005. godine uočava se kako udio tekstila u MKO-u ne prelazi granicu od 5,4 % što je u skladu s projekcijama Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2007 – 2015. godine (NN 085/2007).

Ako se promatra uvoz tekstila i odjeće u Europsku uniju, Kina ima udio od 33 % ukupnog uvoza tekstila i odjeće i 47,7 % uvoza kože i kožnih proizvoda. Sporazum o tekstilu i odjeći, koji je stupio na snagu 1. siječnja 2005. godine, ukinuo je dvjesto europskih uvoznih kvota te je rezultirao naglim porastom uvoza tekstilnih i odjevnih proizvoda iz Kine, Indije i Vijetnama što je rezultiralo nekonkurentnosti domaće tekstilne industrije [45][46].

Uočen je trend povećanja tekstilnog otpada u miješanom komunalnom otpadu na temelju osobne potrošnje građana i niskim cijenama na tržištu te je 2015. godine donesen Pravilnik o gospodarenju otpadnim tekstilom i otpadnom obućom. (NN 099/2015) [47].



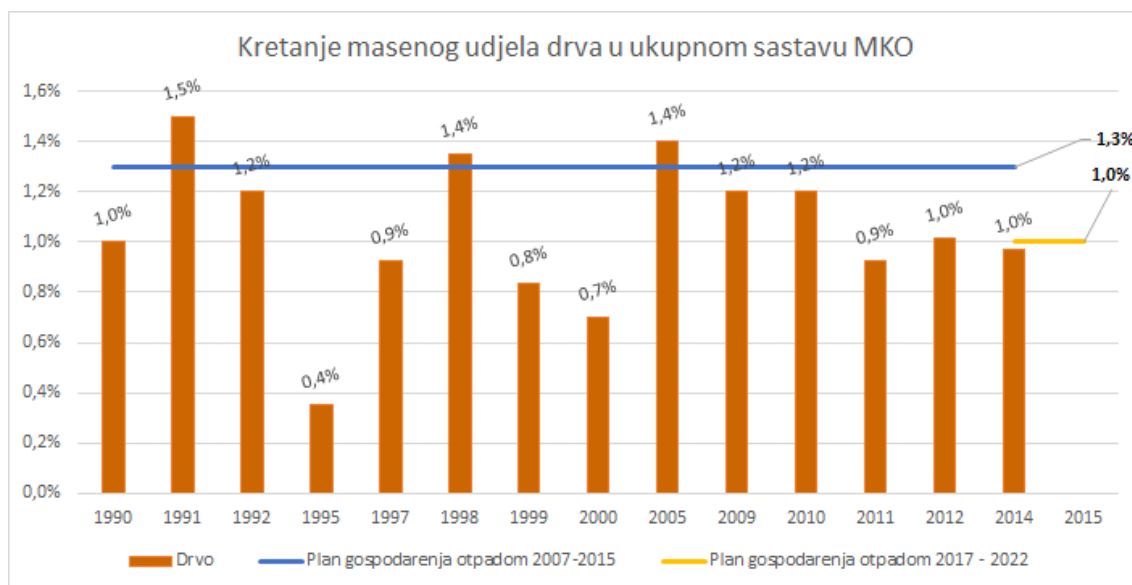
Slika 26. Kretanje masenog udjela tekstila u ukupnom sastavu MKO-a

5.2.1.5 Drvo

Velike količine drvenog otpada nastalog pri građenju se najčešće spaljuju na gradilištu. Otpad koji nastaje od ostataka iz poljoprivrede, šumarstva i drvne industrije predstavlja količinski značajnu stavku u ukupnom otpadu RH. Dio se odlaže na odlagališta, a dio koristi u proizvodnji energije za potrebe drvne industrije [9].

Podatak u 1995. godini vidljiv na (Slika 27.) odnose se na grad Osijek i Sisak, a kako je riječ o zimskim mjesecima može se pretpostaviti da je veći dio otpadnog drveta iskorišten za zagrijavanje stambenih prostora te se zbog toga uočava značajan pad udjela. Vrijednost za 1998. godinu odnosi se na samo dva uzorka, za jesen i zimu za grad Split. Kako je za 2005. godinu samo jedan podatak uzorkovanja u gradu Zagrebu podatak nije reprezentativan. Prema Planu gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017 - 2022. godine (NN 003/2017) udio drva u MKO-u iznosi 1 % te se na temelju projekcije spomenutog plana može zaključiti kako je drvo važan energent koji bi se trebao što više iskoristiti u uporabi.

U usporedbi s Jadranom, Kontinent ima nešto veći udio drveta u sastavu MKO-a, a to se može pripisati većim okućnicama na Kontinentu i većoj zastupljenosti šuma.

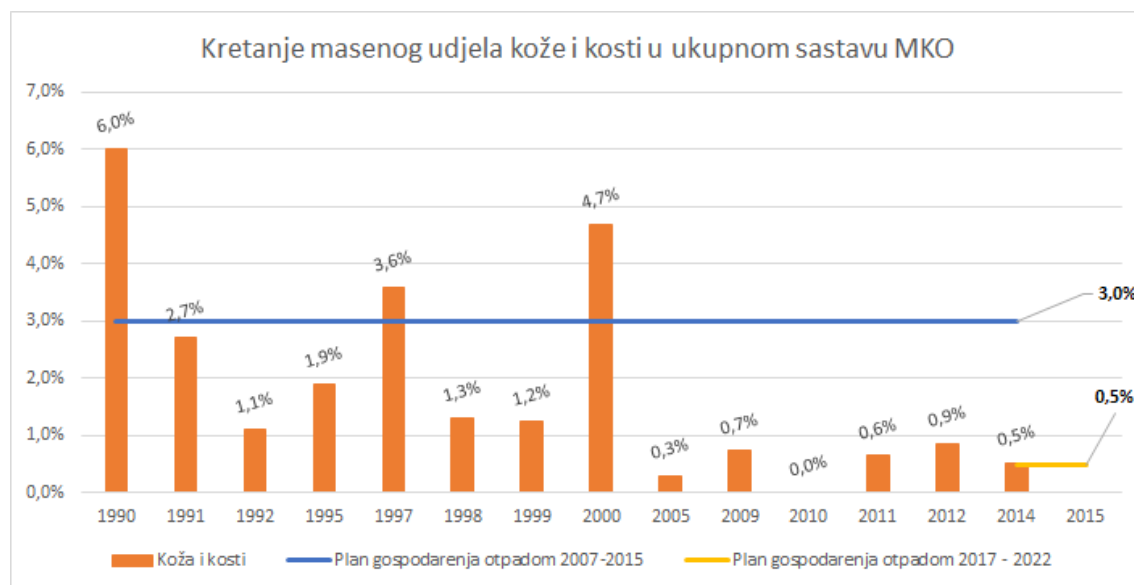


Slika 27. Kretanje masenog udjela drva u ukupnom sastavu MKO-a

5.2.1.6 Kost i koža

Maseni udio kosti i kože za razdoblje 1990. godine uočljivo odskače od prosjeka (Slika 28.). Budući da se podatak odnosi na grad Koprivnicu, moguće da je na uzorak utjecalo to što se u blizini nalazi Podravka te je uzorkovano u zimskom periodu. Godine 1997. došlo je do naglog povećanja udjela u MKO-u. Uzorci su se uzimali u ljetnom periodu na području grada Crkvenice i općine Vinodol kada je broj turističkih noćenja najveći. Za podatak iz 2000. godine od tri uzorka ističe se uzorak iz Orahovice – zimski period s 12 % udjela u MKO-u što podiže prosjek na 4,7 %. Donošenjem Pravilnika o načinu postupanja sa životinjskim lešinama i otpadom životinjskog podrijetla te o njihovom uništavanju (NN 024/2003) u narednim godinama ne bilježi se značajan porast kože i kosti u MKO-u te u 2010. godini iznosi 0 %. Razlog se može vidjeti u postojanju samo jednog uzorkovanja, međutim u 2006. godini donesen je Pravilnik o načinu postupanja s nusproizvodima životinjskog podrijetla koji nisu za prehranu ljudi (NN 056/2006), kao i Pravilnik o nusproizvodima životinjskog podrijetla koji nisu za prehranu ljudi (NN 087/2009) što je također moglo utjecati na navedeni postotak. Za 2014. godinu postotak

iznosi 0,5 % što je ujedno i projekcija donesena Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017 - 2022. godine (NN 003/2017).

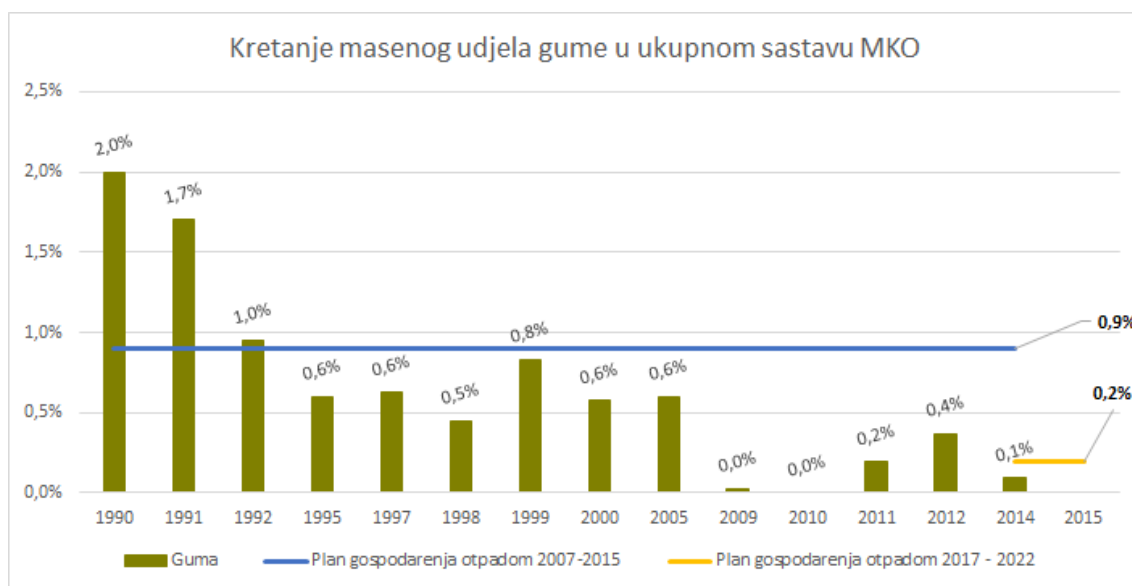


Slika 28. Kretanje masenog udjela kože i kosti u ukupnom sastavu MKO-a

5.2.1.7 Guma

Stupanjem na snagu Pravilnika o gospodarenju otpadnim gumama (NN 040/2006, 031/2009, 156/2009, 111/2011, 086/2013) u RH počinje ozbiljnije sakupljanje starih guma koje su se prije odlagala na divljim odlagalištima. Prilikom zamjene starih guma otkupljivaču se mogu ostaviti stare gume bez ikakvih troškova. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost sakupljaču plaća cijenu skladištenja otpadnih guma sve dok osoba koja je zadužena za njihovu oporabu ne preuzme otpadne gume [48].

Nadalje, uočava se trend smanjenja masenog udjela gume u MKO-u i od 1995. godine postotak se nalazi ispod 1 % (Slika 29) uočava se kako za 2011. i 2012. godinu postoji odstupanje koje se može objasniti ne provođenjem Pravilnika o gospodarenju otpadnim gumama (NN 040/2006, 031/2009, 156/2009, 111/2011, 086/2013) [49].



Slika 29. Kretanje masenog udjela gume u ukupnom sastavu otpada

5.2.2 Anorganski otpad

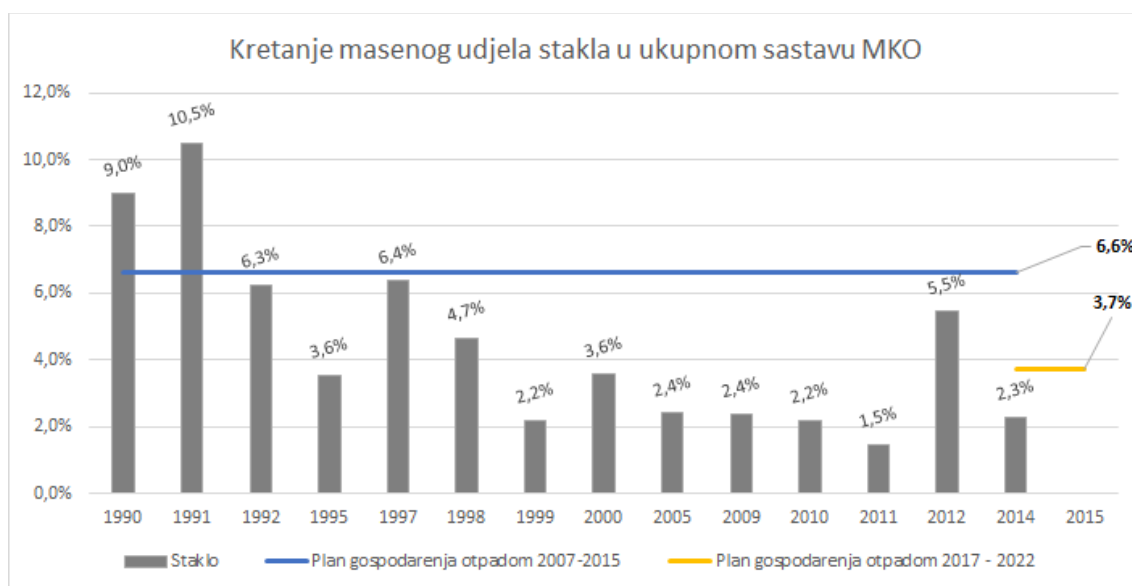
5.2.2.1 Staklo

Na temelju podataka uzorkovanja, staklo iz godine u godinu ima sve manji udio u MKO-u. Razlog toga su ratna zbivanja, navika ljudi i donošenje Pravilnika o postupanju s ambalažnim otpadom (NN 053/1996). Donošenje pravilnika trebalo je smanjiti nastanak ambalažnog otpada, odnosno smanjiti ukupne mase otpada u RH kroz odvojeno skupljanje ambalažnog otpada i njegovu ponovnu uporabu kao vrijedne sekundarne sirovine, međutim jedina tvornica u RH koja je reciklirala staklenu ambalažu (RO Straža) u 1997. godini je privatizirana. S obzirom da je tvornica bila na tehnološki vrlo niskoj razini, ograničenim tržištem i mogućnošću razvoja OMCO (OMCO INTERNATIONAL NV) se odlučuje za preuzimanje i modernizaciju tvornice nakon koje se povećava i kapacitet recikliranja što se može vidjeti na slici (Slika 30.) za 1998. godinu [50]. S obzirom da za 2000. godinu postoji odstupanje može se konstatirati da se uzimani uzorak nalazi na području grada Koprivnice gdje se nalazi tvornica Podravka koja generira lom stakla u vlastitoj proizvodnji.

Donošenjem Pravilnika o ambalažnom otpadu (NN 097/2005), distributeri proizvoda u ambalaži, moraju preuzimati povratnu ambalažu proizvoda koje stavljaju u promet.

Odvojeno skupljanje ambalažnog otpada vrši se unutar poslovnog prostora i u naselju na određenim mjestima što je imalo utjecaj na smanjenje stakla u MKO-u.

S obzirom da je projekcija kretanja staklenog otpada procijenjena na 3,7 % može se konstatirati da se za 2014 godinu RH nalazi ispod prosjeka Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. -2022. godine (NN 003/2017). Podatak koji se odnosi na 2012. godinu s udjelom od 5,5 % ističe se zbog uzimanih uzoraka u primorskom području za vrijeme ljetnih mjeseci u turističkoj sezoni (Slika 30.).



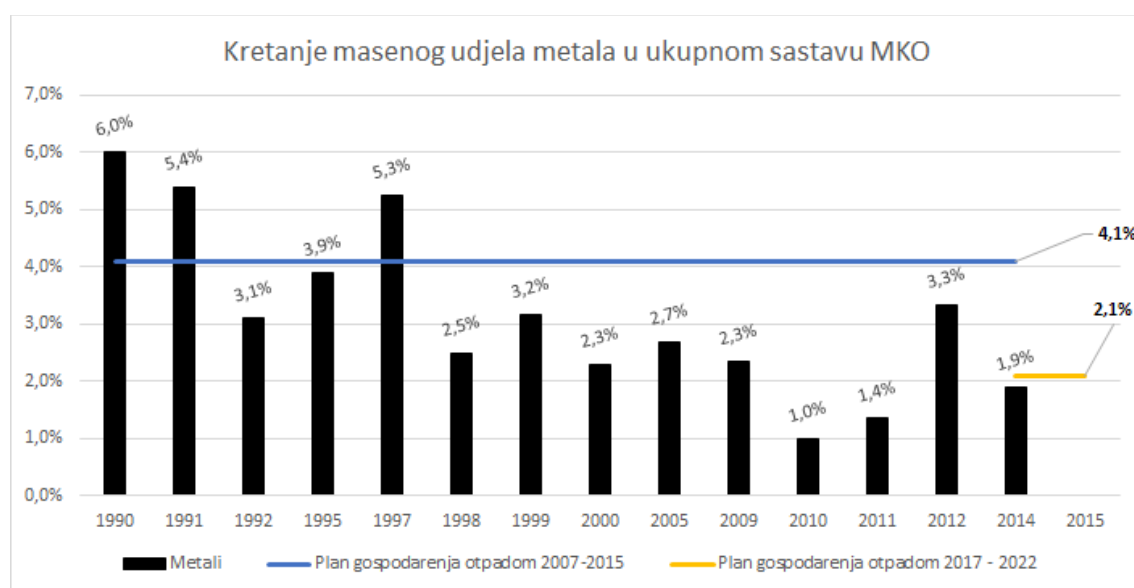
Slika 30. Kretanje masenog udjela stakla u ukupnom sastavu MKO

5.2.2.2 Metali

Metali se svrstavaju u najvrjedniju sastavnicu otpada; recikliranjem se smanjuju količine krutog otpada, emisije štetnih plinova, šteti se velika količina energije i prirodnih resursa te na taj način doprinosi očuvanju okoliša. Ako se uzme u obzir cijena po jedinici mase može se zaključiti da je cilj ukloniti iz otpada što je više moguće metala kako bi gospodarenje otpadom bilo ekonomski održivo. S obzirom na ratne godine uočava se povećani udio metala u MKO-u zbog ratnih razaranja, slabom platežnom moći građana, uništenom privredom i korištenjem hrane isključivo iz konzervi (Slika 31.). Godine 1997. bilježi se skok, među mjestima uzorkovanja ističu se Općina Vinodol i Grad Samobor s visokim vrijednostima koje podižu prosjek, zbog metalne industrije i turizma. Nakon toga

bilježi se pad udjela metala sve do 2012. godine kada visoke vrijednosti udjela metala u MKO-u podižu primorski gradovi što se može pretpostaviti da je zbog utjecaja korištenja metalne ambalaže u turističkoj sezoni s obzirom da su svi uzorci uzimani u ljetnim mjesecima.

Temeljem projekcija Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. godine (003/2017) o udjelu metala u MKO-u u postotku od 1,9 % RH se nalazi u području predviđenog kretanja količine metala za 2014. godinu s 2,10 %.



Slika 31. Kretanje masenog udjela metala u ukupnom sastavu MKO-a

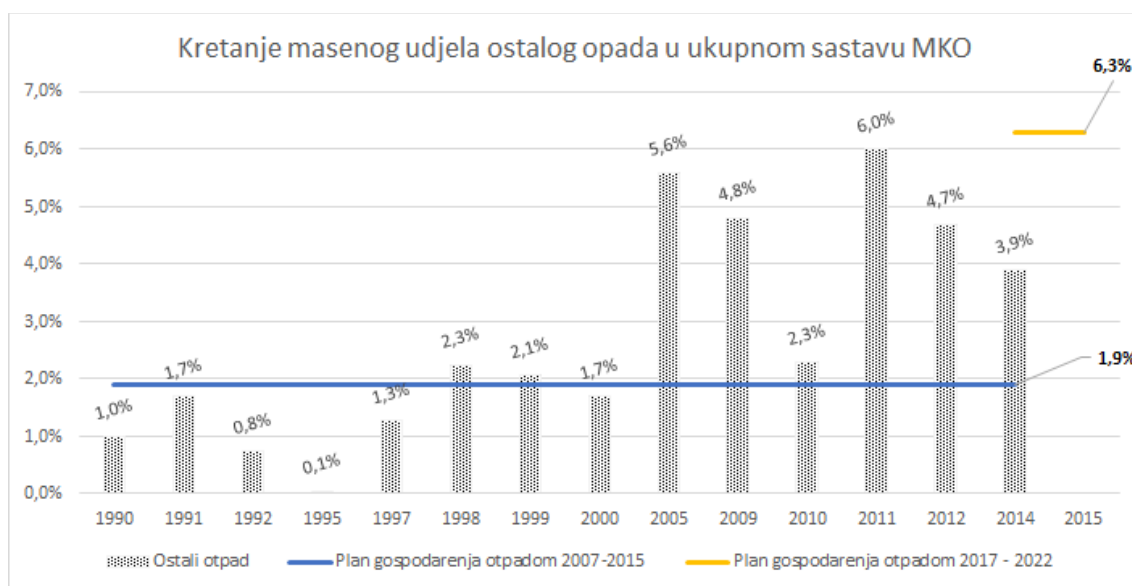
5.2.3 Ostali otpad

Nepostojanje većeg broja kategorija uzorkovanja kod starih podataka onemogućava povezivanje podataka u jedan graf kako bi se moglo doći do nekog zaključka; može se samo komentirati razdoblje svako za sebe. Kao što se vidi na slici (Slika 32.), za 1995. i 2010. godinu postoji odstupanje u rezultatima, čemu razlog može biti samo jedno provedeno uzorkovanje.

Kako dobiveni empirijski podaci obuhvaćaju različita razdoblja uzorkovanja (stariji podaci 1990. – 2000. godine i noviji podaci 2001. – 2014. godine) treba se uzeti u obzir kako stari podaci sadrže u komunalnom otpadu posebne kategorije otpada koje su se za

novе podatke posebno odvajale, a uvrštene se u MKO. Kako se može i vidjeti na slici (Slika 32) količine ostalog otpada od 2005. godine imaju povišene vrijednosti što se može pripisati tehnološkom napretku i izumom novih materijala.

Kategorije kao što su **akumulatori, pelene, boja/tinta/ljepila i smole, lijekovi, baterije, elektronska oprema, zemlja i kamenje, bijela tehnika i olupine bijele tehnike**, posebno se sortiraju te mogu poslužiti u daljnjim analizama za dobivanje preciznijih rezultata kada broj kategorija otpada bude veći.

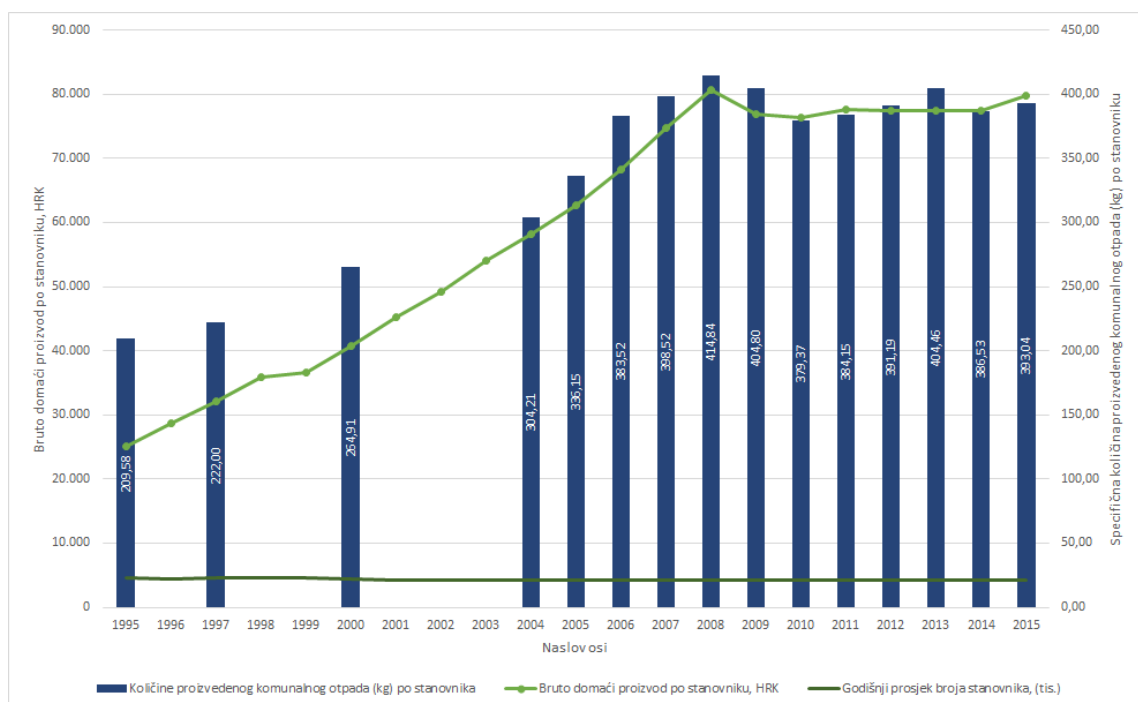


Slika 32. Kretanje masenog udjela ostalog otpada u ukupnom sastavu MKO-a

5.3 Ovisnost BDP-a i količina komunalnog otpada

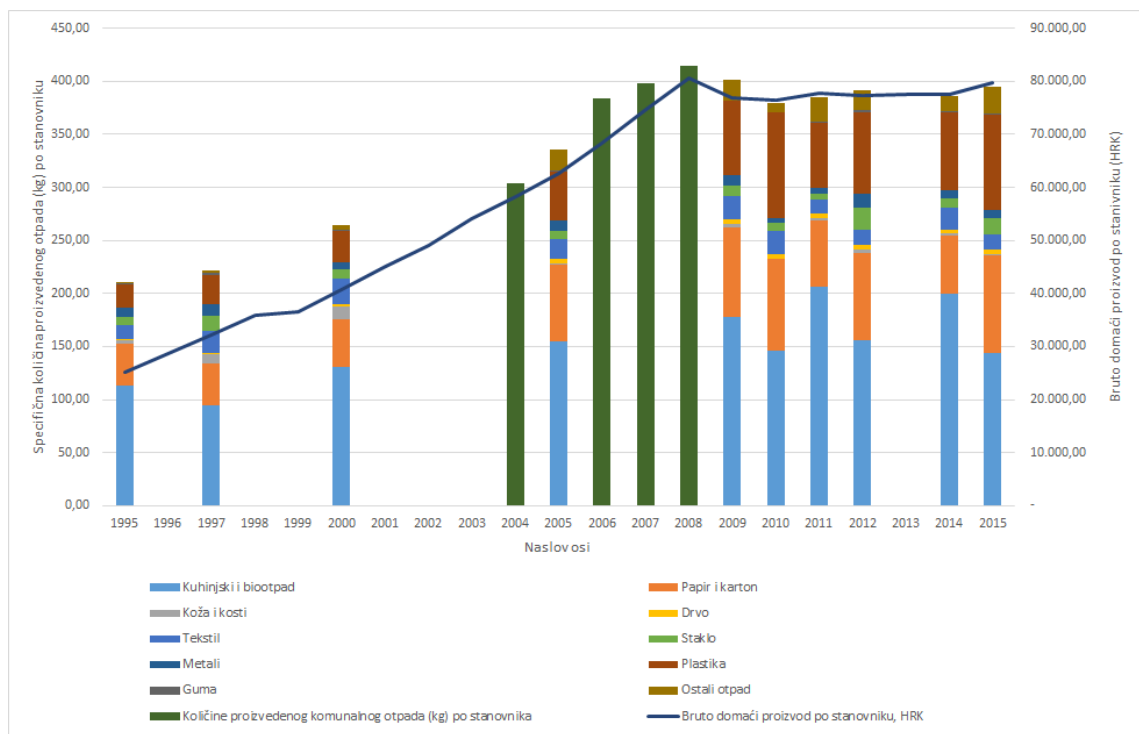
Nakon poslijeratnih godina, bilježi se konstantni rast prosječnih plaća u gospodarstvu u RH. Odnos BDP-a, kao osnovnog gospodarskog pokazatelja, s količinom proizvedenog komunalnog otpada u RH je proporcionalan., što se može primijetiti i u zemljama EU-e. U razvijenim zemljama za uzrok porasta količine komunalnog otpada se najčešće smatra porast BDP-a. Činjenica da je RH od 1995. godine zemlja u razvoju, vidi se na slici (Slika 33.) koja prikazuje proporcionalan odnos količine proizvedenog komunalnog otpada s BDP-om. Rast gospodarstva može se uočiti sve do pojave gospodarske krize 2008. godine nakon koje BDP stagnira. Paralelno, količine proizvedenog komunalnog otpada imaju nešto manje vrijednosti od prosjeka zbog smanjene osobne potrošnje građana. Izuzetak

se može vidjeti 2013. godine kada RH postaje članica EU-e te kada se RH otvaraju nova tržišta. U 2015. godini vidljiv je mali rast BDP-a i kojeg količine nastalog otpada ne prate, nego se još smanjuju. Premda je moguće, ipak je prerano zaključivati kako je RH došla do stupnja razvoja u kojem će BDP dalje nastaviti rasti, a količine otpada padati. U daljnje projekcije treba se uvrstiti daljnje kretanje populacije stanovništva, educiranost stanovništva o gospodarenju otpadom i iseljavanje iz RH koje će se u narednih 5 godina odraziti na izgled grafa. Uključivanjem navedenih faktora u daljnje projekcije moći će se vidjeti postojanje trenda razdvajanja krivulje nastanka otpada i BDP-a i poprimanje izgleda grafa Kuznetsovoj krivulji.



Slika 33. Odnos količine proizvedenog komunalnog otpada i BDP-a

Na slici (Slika 34.) vidljiv je odnos između sastavnica koje sačinjavaju otpad po stanovniku. Iz grafa se može vidjeti kako su 2004., 2006., 2007. i 2008. godina prikazane samo kao količina nastalog otpada po stanovniku. Razlog tome je nepostojanje podataka uzorkovanja za navedene godine. Iz grafa se može vidjeti kako su sastavnice poput **kuhinjskog i biootpada, papir i karton te plastika** sastavnice na kojima se najviše može poraditi kako bi se njihov udio smanjio u sastavu MKO. Sastavnica **ostalog otpada**, također predstavlja izazov za gospodarenje otpadom iz razloga što je dio otpada koji čini ovu sastavnicu opasni otpad.



Slika 34. Odnos količine proizvedenog komunalnog otpada i BDP-a po sastavnicama otpada

6 ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih istraživanja analize sastava komunalnog otpada u RH, može se uočiti razlika u sastavu komunalnog otpada između kontinentalne i jadranske Hrvatske, čiji je glavni uzrok turizam koji na Jadranu u ljetnim mjesecima povećava količinu otpada u miješanom komunalnom otpadu. Zbog proporcionalnosti između nastanka komunalnog otpada i BDP-a, RH još uvijek nije dosegla stupanj razvoja kada BDP i dalje raste, a količine otpada se smanjuju. Novi izazovi očituju se u izdvajanju biootpada iz miješanog komunalnog otpada, povećanje uporabe plastike, papira i kartona, tekstila i u konačnici opasnog otpada.

Na temelju analize sastava MKO-a u RH može se zaključiti povećani maseni udio kategorija otpada kao što su kuhinjski i biootpad 44,49 %, papir i karton 19,82 % i plastika 18,05 %. Donošenjem Zakona, Uredbi i Pravilnika nije se znatno smanjio maseni udio kategorija otpada u MKO-u. Ako se pogleda godišnje kretanje sastava MKO-a vidljivo je povećanje masenog udjela za 2014. godinu u kategorijama kuhinjski i biootpad 51,70 % i plastika 19,20 % u usporedbi s prijašnjim godinama. Daljnjim rastom gospodarstva povećava se BDP kao i količine nastalog otpada, tako da još uvijek spadamo u skupinu zemalja u razvoju jer postoji korelacija BDP-a i količina MKO-a. Za povezivanje BDP-a s pojedinim udjelima sastavnica potrebne su detaljne analize.

U kategoriji kuhinjski i biootpad primijećene su najveće razlike u novim podacima za kontinentalnu Hrvatsku i jadransku Hrvatsku u postotku (42,06 % i 44,86 %) gdje je vidljivo da jadranska Hrvatska ima za 2,80 % više kuhinjskog i biootpada u MKO-u. Razlika se očituje zbog jačanja sektora turizma na Jadranu.

Utjecaj zakonodavstava imao je najviše utjecaja u kategoriji kosti i koža, gdje se donošenjem Pravilnika o načinu postupanja sa životinjskim lešinama i otpadom životinjskog podrijetla te o njihovom uništavanju (NN 024/2003) udio iz 2000. godine (4,7 %) smanjio na 0,30 % u 2005. godini, što je s obzirom na ratnu 1990. godinu smanjenje za 5,70 %.

Na razini RH može se zaključiti kako donošenje zakona, pravilnika i uredbi na temu gospodarenja otpadom smanjuje količinu vrijednih sirovina u MKO, međutim treba naglasiti kako se za provođenje zakona treba više konzultirati s jedinicama lokalne samouprave i županijama u cilju provođenja istih, kako bi se i ostvarili ciljevi koje smo preuzeli ulaskom RH u EU.

7 LITERATURA

- [1.] Kalambura S, Krička T, Kalambura D. Gospodarenje otpadom. Velika Gorica: Veleučilište Velika Gorica; 2011.
- [2.] Runko Luttenberg L. Gospodarenje vodom i otpadom: Inženjerstvo okoliša u komunalnom gospodarenju vodom i otpadom. Novi Vinodolski: Naklada Kvarner; 2011.
- [3.] Prelec Z. Energija i energetičari: Monografija Saveza energetičara ZO. Rijeka: Tipograf Rijeka; 1986.
- [4.] Fundurulja D. Spoj tradicije i zanimljivih rješenja. FONDEKO svijet, Naučno popularna revija o prirodi, čovjeku i ekologiji. 2009. 29, pp. 23-25.
- [5.] Zakon o otpadu. Narodne novine. 1995. Broj 034/1995. [03.12.2004.]
- [6.] Zakon o otpadu. Narodne novine. 2003. Broj 151/2003. [12.09.2003.]
- [7.] Zakon o otpadu. Narodne novine. 2004. Broj 178/2004. [10.12.2004.]
- [8.] Zakon o održivom gospodarenju otpadom. Narodne novine. 2013. Broj 094/2013. [15.07.2013.]
- [9.] STRATEGIJA GOSPODARENJA OTPADOM REPUBLIKE HRVATSKE. Narodne novine. 2005. Broj 178/2004. [14.10.2005.]
- [10.] Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. - 2015. godine. Narodne novine. 2007. Broj 085/2007. [19.07.2007.]

- [11.] Plan gospodarenja otpadom grada Hvara za razdoblje 2014. - 2020."Dostupno na :"
:" <http://www.hvar.hr/portal/wp-content/uploads/PLAN-GOSPODARENJA-OTPADOM-GRADA-HVARA-2.pdf> Datum pristupa 02.09.2017.
- [12.] Zakon o održivom gospodarenju otpadom. Narodne novine. 2013. Broj 94/2013. [15.07.2013.]
- [13.] Pravilnik o Katalogu otpada. Narodne novine. 2015. Broj 94/2013. [19.8.2015.]
- [14.] Odluka o donošenju Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine. Narodne novine. 2017. Broj 3/2017. [05.01.2017.]
- [15.] Bjelić M. Metodologija za određivanje sastava i količina komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada s Naputkom za naručivanje i provedbu određivanja prosječnog sastava komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada. Zagreb: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu; 2015.
- [16.] Požgaj Đ. Komunalni otpad u RH do 2010. godine. Znanstveno-stručni skup "Gospodarenje otpadom" Varaždin. "Dostupno na:"
<http://www.gozz.hr/hr/novosti/znanstveno-strucni-skup-gospodarenje-otpadom-varazdin-2012/>. "Datum pristupa:" 02.09.2017.
- [17.] Domanovac T, Orašanić R, Fundurulja D. Sastav komunalnog otpada kontinentalnog i priobalnog dijela RH. Seminar Odlagališta komunalnog otpada”, Društvo građevinskih inženjera. 2006.
- [18.] Kreith F, Tchobanoglous G. Handbook of Solid Waste Management. New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney, Toronto: McGRAW-HILL; 2002.
- [19.] Hrvatska agencija za okoliš i prirodu. Upute za određivanje količina odloženog biorazgradivog komunalnog otpada na odlagališta. "Dostupno na:"

<http://www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=5926> Datum pristupa: 02.09.2017.

- [20.] Zakon o održivom gospodarenju otpadom. Narodne novine. 2013. Broj 094/2013. [15.07.2013.]
- [21.] Matas M. Simončić V. Šobot S. Zaštita okoliša za danas i sutra. Zagreb: Školska knjiga; 1992.
- [22.] Fundurulja D, Mužinić M, Pletikapić Z. Odlagališta komunalnog otpada na području Hrvatske. Građevinar. 2001. 12, pp. 727-734.
- [23.] Springer OP. Ekološki leksikon. Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja RH; 2001.
- [24.] Plan gospodarenja otpadom Šibensko - kninske županije za razdoblje 2005 - 2015. 2007. pp. 1-101.
- [25.] World Bank. What a waste: a global review of solid waste management: Waste Composition. 2012. 12, pp. 1-98.
- [26.] ECOINA d.o.o. za zaštitu okoliša. Jedinstvena metodologija za određivanje sastava i količina komunalnog otpada. Zagreb: 2015.
- [27.] Briški F. Zaštita okoliša. Zagreb: Element; 2016.
- [28.] Chifari R, Lo Piano S, Matsumoto S, Tasaki T. Does recyclable separation reduce the cost of municipal waste management in Japan? "Dostupno na:" <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.015> "Datum pristupa:" 02.09.2017.
- [29.] Akbar A, Alavi N, Goudarzi G, Teymouri P, Ahmed K, Rafiee M. Household recycling knowledge , attitudes and practices towards solid waste management 2015. 102, pp. 94-100.

- [30.] 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.
- [31.] 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.
- [32.] Waste atlas. Waste Generation per Capita vs GDP per Capita. "Dostupno na:" <http://www.atlas.d-waste.com/>. "Datum pristupa:" 02.09.2017.
- [33.] Lieb C. Possible Causes of the Environmental Kuznets Curve Bern, Berlin, Bruxelles, Frankfurt am Main, New York, Oxford, Wien: Peter Lang; 2004.
- [34.] Tun Lin, Swanson T. Economic Growth And Environmental Regulation New York: Routledge; 2010.
- [35.] Dietz R, O'Neil D, Daly H. Enough is Enough. San Francisco: Rutledge; 2013.
- [36.] SONG T, ZHENG T, TONG L. An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: A panel cointegration approach. 2008.19(3), pp. 381–92.
- [37.] Arbulú I, Lozano J, Rey-maqueieira J. Tourism and solid waste generation in Europe : A panel data assessment of the Environmental Kuznets Curve. 2015. 46. pp. 628-636.
- [38.] 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.
- [39.] Bandara NJGJ, Hettiaratchi JPA, Wirasinghe SC, Pilapiiya S. Relation of waste generation and composition to socio-economic factors: A case study. 2007. 135. (1–3), pp. 31–9.

- [40.] Baboni Z. ELABORAT o količini i sastavu komunalnog otpada na području Zadarske županije: zimski i ljetni period. Elaborat. Zagreb: IPZ Uniprojekt TERRA ZAGREB. 2009.
- [41.] Sarić A. Analiza utjecaja gospodarskih čimbenika na sastav komunalnog otpada. Završni specijalistički rad. Sveučilište u Zagrebu, Centar za poslijediplomske studije. 2016.
- [42.] Pravilnik o načinu postupanja sa životinjskim lešinama i otpadom životinjskog podrijetla te o njihovom uništavanju. Narodne novine. 2013. Broj 24/2003. [27.01.2003.]
- [43.] Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu. Narodne novine. 2005. Broj 097/2005.[08.08.2005.]
- [44.] Hrvatska gospodarska komora. Vijeće Udruženja industrije plastike i gume: U 2016. rast proizvodnje, prihoda, broja tvrtki i zaposlenih te izvoza. "Dostupno na:" <https://www.hgk.hr/vijece-udruzenja-industrije-plastike-i-gume-u-2016-rast-proizvodnje-prihoda-broja-tvrtki-i-zaposlenih-te-izvoza>. "Datum pristupa:" 09.02.2017.
- [45.] Zelenika R, Grilec Kaurić A. Ocjena ekonomskog položaja tekstilne i odjevne industrije u Republici Hrvatskoj. "Dostupno na:" http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=112289. "Datum pristupa" 02.09.2017.
- [46.] Palibrk D. Chiara Bonfiglioli istražuje uzroke propasti tekstilne industrije u zemljama bivše Jugoslavije. "Dostupno na:" http://www.novilist.hr/Vijesti/Hrvatska/Chiara-Bonfiglioli-istrazuje-uzroke-propasti-tekstilne-industrije-u-zemljama-bivse-Jugoslavije?meta_refresh=true. "Datum pristupa:" 02.09.2017.

- [47.] Pravilnik o gospodarenju otpadnim tekstilom i otpadnom obućom. Narodne novine. 2015. Broj 99/2015. [09.09.2015.]
- [48.] Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama. Narodne novine. 2006. Broj 040/2006. [21.03.2006.]
- [49.] Uspostava i razvoj “ Integriranog Sustava Gospodarenja Otpadom u Istarskoj županiji ” "Dostupno na:" <http://www.azo.hr/fgs.axd?id=4566>. "Datum pristupa:" 02.09.2017.
- [50.] Pavić M. Materijali alata za izradu staklene ambalaže. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet stojarstva i brodogradnje. 2015.

POPIS SLIKA

SLIKA 1. PROSJEČNI SASTAV KOMUNALNOG OTPADA U RH 1981. GODINE, MAS. % (3).....	3
SLIKA 2. VREMENSKI SLIJED DONOŠENJA ZAKONODAVSTVA O GOSPODARENJU OTPADOM.....	6
SLIKA 3. VREMENSKI SLIJED DONOŠENJA ZAKONODAVNIH PODATAKA VEZANIH UZ ZAKONE O GOSPODARENJU OTPADOM	9
SLIKA 4. VREMENSKI SLIJED DONOŠENJA I TRAJANJA STRATEGIJE	10
SLIKA 5. VREMENSKI SLIJED DONOŠENJA PLANOVA ZA GOSPODARENJE OTPADOM.....	12
SLIKA 6. SASTAV I UDJELI (%) KOMPONENATA U MIJEŠANOM KOMUNALNOM OTPADU, PREMA (18).....	14
SLIKA 7. SASTAV KOMUNALNOG OTPADA PREMA MASENOM I VOLUMNOM UDJELU SUHOG ILI VLAŽNOG UZORKA U KONTINENTALNOM DIJELU, PREMA (17).....	15
SLIKA 8. INTENZITET STVARANJA OTPADA U RH U RAZDOBLJU OD 1995 DO 2015. GODINE, PREUZETO OD (14).....	20
SLIKA 9. KRETANJE GODIŠNJIH KOLIČINA PROIZVEDENOG KOMUNALNOG OTPADA U RH U RAZDOBLJU OD 1995. DO 2015. GODINE, PREUZETO OD (14).....	21
SLIKA 10. PROIZVEDENI I ODLOŽENI BIORAZGRADIVI KOMUNALNI OTPAD U RAZDOBLJU OD 1997. DO 2015. U ODNOSU NA PROPISANE CILJEVE, PREUZETO OD (14).....	22
SLIKA 11. KOLIČINE ODVOJENO SAKUPLJENOG KOMUNALNOG OTPADA (UKUPNO, POJEDINE VRSTE) U RH U RAZDOBLJU OD 2010. DO 2015. GODINE, PREUZETO OD (14).....	23
SLIKA 12. KOLIČINE SAKUPLJENOG OTPADA KOJEG PROIZVODE STANOVNICI I TURISTI, HVAR, 2010., PREMA (11).....	24
SLIKA 13. PRIKAZ SPECIFIČNIH KOLIČINA PROIZVEDENOG OTPADA PO ŽUPANIJAMA, PREUZETO OD (14) ...	25
SLIKA 14. KOLIČINE OTPADA NASTALOG IZ TURIZMA U 2015. GODINI, PO ŽUPANIJAMA, PREUZETO IZ (14)	26
SLIKA 15. GOSPODARENJE KOMUNALNIM OTPADOM U RH U RAZDOBLJU OD 2010. DO 2015. GODINE, PREUZETO OD (14).....	27
SLIKA 16. PRIKAZ TIJEKA UZORKOVANJA (40).....	38
SLIKA 17. STROJ ZA SORTIRANJE OTPADA (40)	39
SLIKA 18. RUČNO SORTIRANJE KOMUNALNOG OTPADA NA PERFORIRANOM STOLU (40)	39
SLIKA 19. PRIKAZ POLOŽAJA MJESTA UZORKOVANJA (PLAVO – OD 2005. DO 2010.; NARANČASTO – OD 1990. DO 2000.)	40
SLIKA 20. SASTAV MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ	42
SLIKA 21. USPOREDBA SASTAVA MKO U RH I SVIJETU	43
SLIKA 22. SASTAV MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA OVISNO O REGIJI (KONTINENTALNA I JADRANSKA RH).....	45
<i>SLIKA 23. KRETANJE MASENOG UDJELA KUHINJSKOG I BIOOTPADA U UKUPNOM SASTAVU MKO-A</i>	<i>49</i>
SLIKA 24. KRETANJE MASENOG UDJELA PAPIRA I KARTONA U UKUPNOM SASTAVU MKO-A.....	50
SLIKA 25. KRETANJE MASENOG UDJELA PLASTIKE U UKUPNOM SASTAVU MKO-A	52
SLIKA 26. KRETANJE MASENOG UDJELA TEKSTILA U UKUPNOM SASTAVU MKO-A.....	53
SLIKA 27. KRETANJE MASENOG UDJELA DRVA U UKUPNOM SASTAVU MKO-A.....	54
SLIKA 28. KRETANJE MASENOG UDJELA KOŽE I KOSTI U UKUPNOM SASTAVU MKO-A.....	55

SLIKA 29. KRETANJE MASENOG UDJELA GUME U UKUPNOM SASTAVU OTPADA.....	56
SLIKA 30. KRETANJE MASENOG UDJELA STAKLA U UKUPNOM SASTAVU MKO	57
SLIKA 31. KRETANJE MASENOG UDJELA METALA U UKUPNOM SASTAVU MKO-A	58
SLIKA 32. KRETANJE MASENOG UDJELA OSTALOG OTPADA U UKUPNOM SASTAVU MKO-A.....	59
SLIKA 33. ODNOS KOLIČINE PROIZVEDENOG KOMUNALNOG OTPADA I BDP-A	60
SLIKA 34. ODNOS KOLIČINE PROIZVEDENOG KOMUNALNOG OTPADA I BDP-A PO SASTAVNICAMA OTPADA	61

POPIS TABLICA

TABLICA 1. SASTAV OTPADA U ZEMLJAMA RAZLIČITOG STUPNJA EKONOMSKOG RAZVOJA, PREMA (23)....	19
---	----

POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA KORIŠTENIH U RADU

RH – Republika Hrvatska

EU – Europska unija

NN – Narodne novine

EE – električnim i elektroničkim

PET- polietilen

BDP - bruto domaći proizvod

SWA – Solid waste analysis

EEA - European Environment Agency

PIR - Pollution Income Relationship

SAD – Sjedinjene Američke Države

MKO – Miješani komunalni otpad

Kontinent – kontinentalna Hrvatska

Jadran – jadranska Hrvatska