

Analiza zbrinjavanja baliranog otpada u Hrvatskoj

Vlahović, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:484357>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-18**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij strojarstva

Završni rad

**ANALIZA ZBRINJAVANJA BALIRANOG OTPADA
U HRVATSKOJ**

Rijeka, rujan 2022.

Ana Vlahović
0069086215

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij strojarstva

Završni rad

**ANALIZA ZBRINJAVANJA BALIRANOG OTPADA
U HRVATSKOJ**

Mentor: doc. dr. sc. Dunja Legović

Rijeka, rujan 2022.

Ana Vlahović
0069086215

Rijeka, 9. ožujka 2022.

Zavod: **Zavod za brodogradnju i inženjerstvo morske tehnologije**
Predmet: **Zaštita okoliša**
Grana: **2.11.03 proizvodno strojarstvo**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: **Ana Vlahović (0069086215)**
Studij: **Preddiplomski sveučilišni studij strojarstva**

Zadatak: **Analiza zbrinjavanja baliranog otpada u Hrvatskoj / Analysis of baled waste disposal in Croatia**

Opis zadatka:

Opisati tijelo odlagališta otpada i tehnologiju odlaganja za pojedine izvedbe. Analizirati prosječni očekivani sastav baliranog otpada. Procijeniti godišnju količinu baliranog otpada koja se proizvede na promatranom području, te opisati njegov utjecaj na okoliš. Razmotriti mogućnosti smanjenja količine baliranog otpada u budućnosti te mogućnosti sanacije postojećih odlagališta u skladu s primjerima iz svijeta i u skladu s trenutnim planovima iz dostupnih elaborata.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

Ana Vlahović

Zadatak uručen pristupniku: 21. ožujka 2022.

Mentor:



Doc. dr. sc. Dunja Legović

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:



Prof. dr. sc. Kristian Lenić

IZJAVA

Izjavljujem da sam prema članku 8. Pravilnika o završnom radu, završnom ispitu i završetku studija preddiplomskih sveučilišnih studija Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, samostalno izradila završni rad naslova „Analiza zbrinjavanja baliranog otpada u Hrvatskoj“ pod vodstvom doc. dr. sc. Dunje Legović.

Ana Vlahović

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. sc. Dunji Legović na uputama, vodstvu i pomoći tijekom izrade završnog rada.

Zahvaljujem se dečku, prijateljicama i prijateljima, kolegicama i kolegama koji su bili uz mene i vjerovali u mene. Drago mi je što sam s vama mogla dijeliti sve trenutke studiranja.

Najviše se zahvaljujem roditeljima, sestri, braći i ostatku obitelji koja me motivirala i bila podrška tokom studiranja.

Ana Vlahović

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O OTPADU.....	2
3. KOMUNALNI OTPAD.....	3
3.1 Količine proizvedenog komunalnog otpada.....	4
3.2 Sastav komunalnog otpada.....	7
3.3 Sastav odvojeno sakupljenog komunalnog otpada.....	8
3.4 Sastav miješanog komunalnog otpada.....	11
4. BALIRANJE OTPADA.....	12
4.1 Postupak baliranja.....	12
4.2 Uređaji za baliranje.....	14
4.3 Prednosti baliranja otpada.....	15
4.4 Nedostaci baliranja otpada.....	15
4.5 Baliranje otpada u Hrvatskoj.....	16
5. ODLAGALIŠTA OTPADA.....	17
5.1 Odlaganje otpada.....	17
5.2 Podjela odlagališta.....	17
5.3 Izbor lokacije odlagališta otpada.....	19
5.4 Prednosti odlagališta otpada.....	19
5.5 Nedostaci odlagališta otpada.....	19
5.6 Rizici na odlagalištima otpada.....	20
5.7 Količina odloženog otpada.....	20
5.8 Sastav odloženog otpada.....	22
5.9 Odlaganje biootpada.....	23
5.10 Odlagališta u Hrvatskoj.....	24
5.11 Sanacija odlagališta.....	24

5.11.1 ex-situ metoda	25
5.11.2 in-situ metode	25
5.11.3 Sanacija odlagališta na primjeru odlagališta neopasnog baliranog otpada na lokaciji ,Brezje' grad Varaždin	26
6. METODE SMANJIVANJA KOLIČINA NASTALOG OTPADA I METODE ZBRINJAVANJA OTPADA	27
6.1 Hijerarhija upravljanja otpadom	27
6.2 Spaljivanje otpada kao opcija zbrinjavanja baliranog otpada	30
7. ZAKLJUČAK	31
SAŽETAK	33
POPIS SLIKA	35
POPIS TABLICA	36

1. UVOD

Ubrzanjem razvoja industrije i povećanjem stanovništva povećala se i količina otpada. Okoliš bismo najbolje zaštitili kada ne bismo stvarali otpad, no realnost je da to nije moguće. Zbog toga je potrebno posvetiti više pažnje pravilnom zbrinjavanju otpada i razvijanju novih tehnologija kako bi se to učinilo na najefikasniji mogući način kojim će se smanjiti zagađenje. Nastanak otpada je neizbježan, ali o nama ovisi u kolikim će se količinama proizvoditi otpad. Bitno je i na koji način ćemo ga tretirati te hoćemo li savjesno obavljati dužnost odvajanja, recikliranja i ponovne upotrebe. Malim i jednostavnim koracima moguće je postići velike napretke i napraviti vidljivu promjenu.

Postoje razni načini gospodarenja otpadom ovisno o kakvom se otpadu radi. Svaka vrsta ima svoje zahtjeve i u skladu s njima se treba ponašati. U tome nam pomažu razne mjere, propisi i zakoni koji određuju koje je najbolje rješenje za zbrinjavanje određene vrste otpada. Problemi se uglavnom javljaju kod nepoštivanja i ne praćenja propisanih mjera i to stvara najveću štetu. Puno negativnih utjecaja se može spriječiti pravilnim i pravovremenim reagiranjem te svesti štetne utjecaje na minimum i na tome trebamo raditi.

2. OPĆENITO O OTPADU

Često se miješa pojam otpada i smeća, no to nije isto. Otpad možemo definirati kao predmete i tvari koje se odbacuju, ali ih je moguće opet iskoristiti ili reciklirati uz uvjet da je otpad prethodno odvojen. Otpadom se također smatraju predmeti i tvari koje se prikupljaju, prevoze i obrađuju kako bi se zaštitio javni interes. Smećem smatramo otpad kojim se rukovalo na pogrešan ili neprimjeren način, a kao posljedica toga vrlo ga je teško reciklirati te kad je to moguće onda se može samo djelomično uz troškove koji su visoki. Smeće nastaje kada se različite vrste otpada pomiješaju te ih više nije moguće odvojiti i sortirati pa se zbog toga ne može iskoristiti u druge svrhe te postaje štetno. [1]

Otpad dijelimo prema dvjema karakteristikama, a to su svojstva i mjesto nastanka. [1]

Prema svojstvima otpad se dijeli na:

- opasni – otpad koji sadrži neka od svojstva kao što su štetnost, toksičnost, reaktivnost, eksplozivnost, zapaljivost, nadražljivost, nagrizanje, infektivnost i slično
- neopasni – otpad koji nema svojstva zbog kojih se otpad smatra opasnim
- inertni – otpad koji neće podlijevati značajnim biološki, kemijskim niti fizikalnim promjenama, nema utjecaj na živi svijet, ljude, biljke i životinje [1]

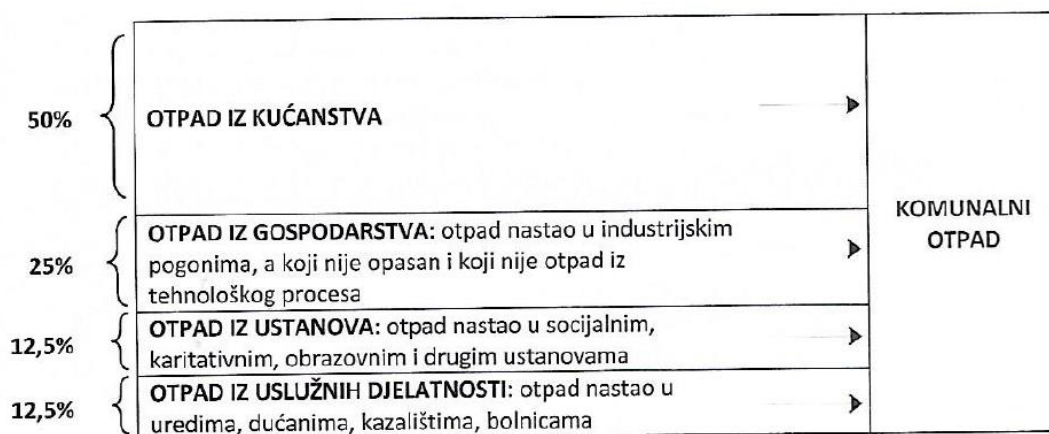
Prema mjestu nastanka otpad se dijeli na:

- komunalni – otpad iz kućanstva i onaj po sastavu sličan tome, osim otpada iz proizvodnje i iz šumarstva i poljoprivrede
- proizvodni – otpad nastao u proizvodnim procesima u industriji, obrtima i drugim procesima, različit je po svojstvima i sastavu od komunalnog [1]

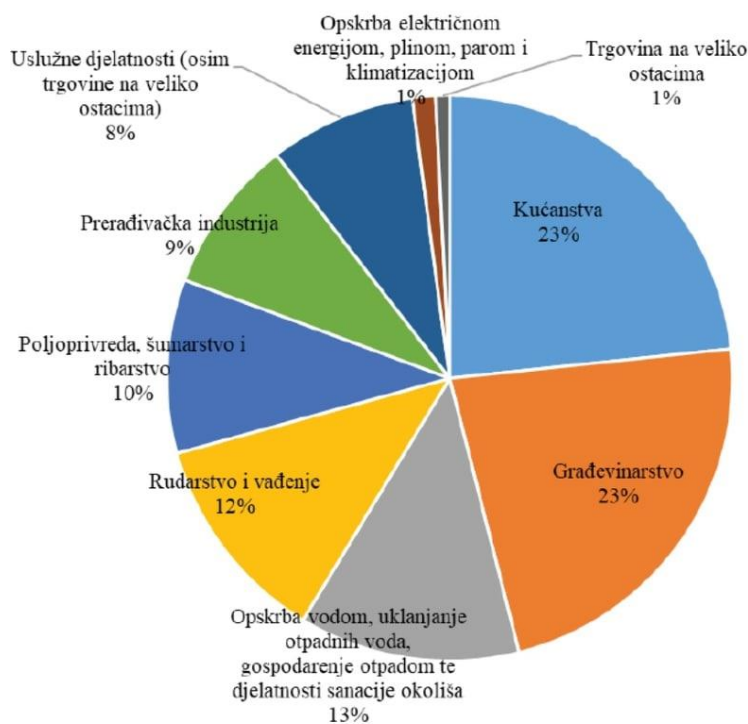
3. KOMUNALNI OTPAD

Komunalnim otpadom nazivamo otpad koji je nastao u kućanstvu te otpad sličnog sastava istom, a koji je produkt nastao u gospodarstvu, uslužnim djelatnostima, raznim ustanovama. Otpad nastao pri čišćenju javnih površina također ubrajamo u komunalni otpad.[10]

Komunalni otpad obzirom na porijeklo možemo podijeliti u sljedeće skupine: otpad iz kućanstva, gospodarstva, ustanova te uslužnih djelatnosti. Većinski udio komunalnog otpada je onaj nastao u kućanstvu što je vidljivo na slici 3.1, a možemo potvrditi da to nije iznimka nego trend podacima iz 2018. koji su vidljivi na slici 3.2. Prema tim podacima najviše otpada nastaje u kućanstvima i građevinarstvu. Udio komunalnog otpada iz kućanstva nije nužno uvijek najveći, ali je uvijek visoki, tj. među najvećim udjelima. [3, 10]



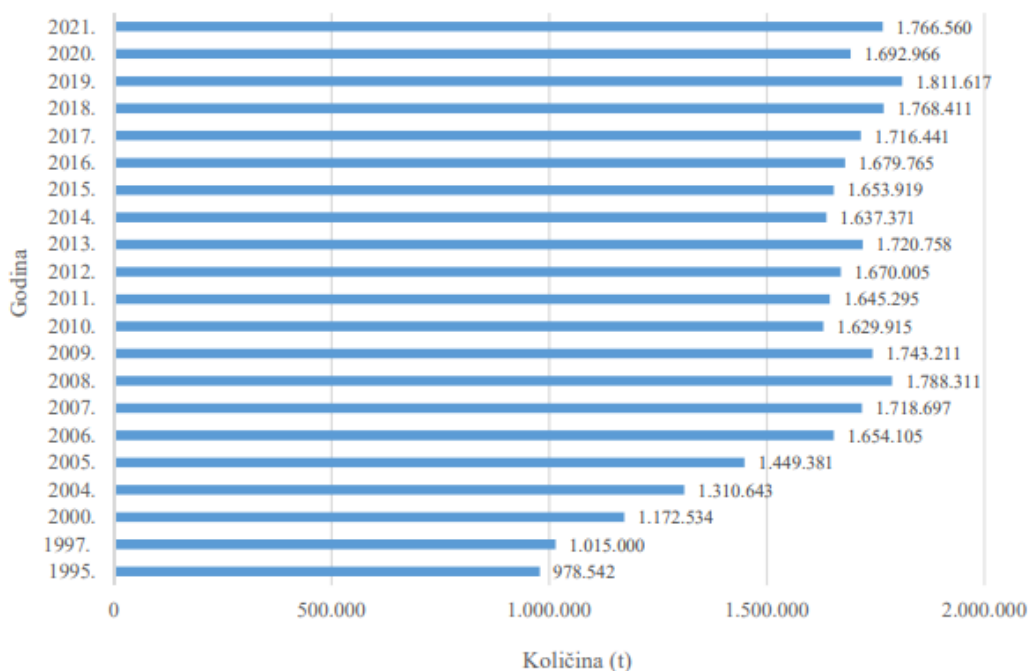
Slika 3.1 Vrsta komunalnog otpada i njihov prosječni udio u ukupnom otpadu (Hickman, 1999) [3]



Slika 3.2 Udjeli pojedinih sektora u ukupno nastalom otpadu 2018. godine [2]

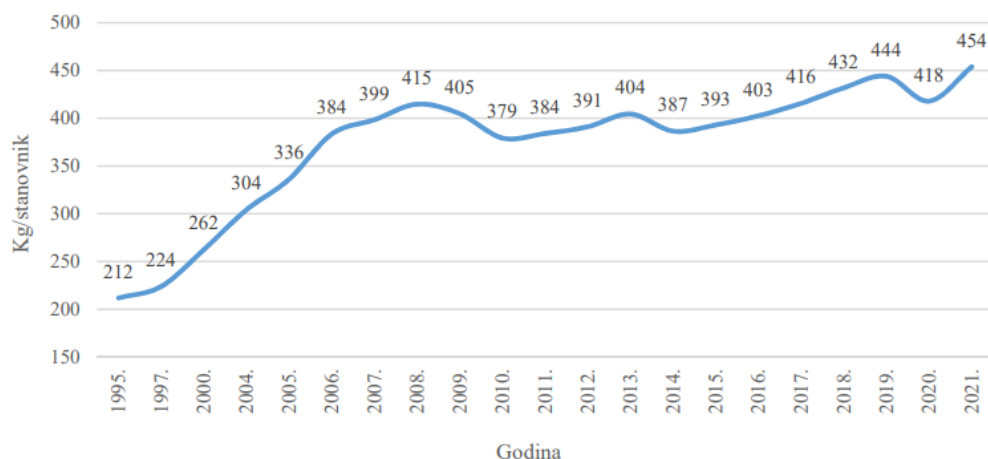
3.1 Količine proizvedenog komunalnog otpada

U 2021. godini zabilježena količina komunalnog otpada koja je nastala u Republici Hrvatskoj je 1.766.560 tona. Na slici 3.3 je prikazano da su godišnje količine proizvedenog komunalnog otpada naglo rastle od 1995. do 2008. godine nakon čega je uslijedio umjereni pad uslijed gospodarske krize pa zatim ponovni kontinuirani rast, a prema priloženim podacima najveća količina proizvedenog komunalnog otpada je bila 2019. godine. U 2020. godini je bila smanjena količina proizvedenog komunalnog otpada zbog globalne pandemije koja je uzrokovala smanjenje aktivnosti uslužnih djelatnosti pa je manje otpada nastalo zbog turizma. U 2021. godini se ponovno nastavlja trend porasta ukupne godišnje proizvedene količine komunalnog otpada.



Slika 3.3 Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH, 1995.-2021. [4]

Ako procjenjujemo prosječnu godišnju količinu proizvedenog komunalnog otpada po stanovniku tada dolazimo do iznenađujućih rezultata. Iako je 2018. godine bila najveća količina ukupno proizvedenog komunalnog otpada u promatranom razdoblju od 1995. do 2021. godine, te godine nije bila i najveća prosječna količina proizvedenog komunalnog otpada po stanovniku. Na slici 3.4 vidimo da je najveća prosječna godišnja proizvodnja komunalnog otpada po stanovniku, točnije 454 kilograma, bila upravo u 2021. godini. Prema tome možemo zaključiti da je u 2021. godini broj stanovnika u odnosu na 2018. godinu manji, a količina koju pojedini stanovnik godišnje prosječno proizvede, veća.



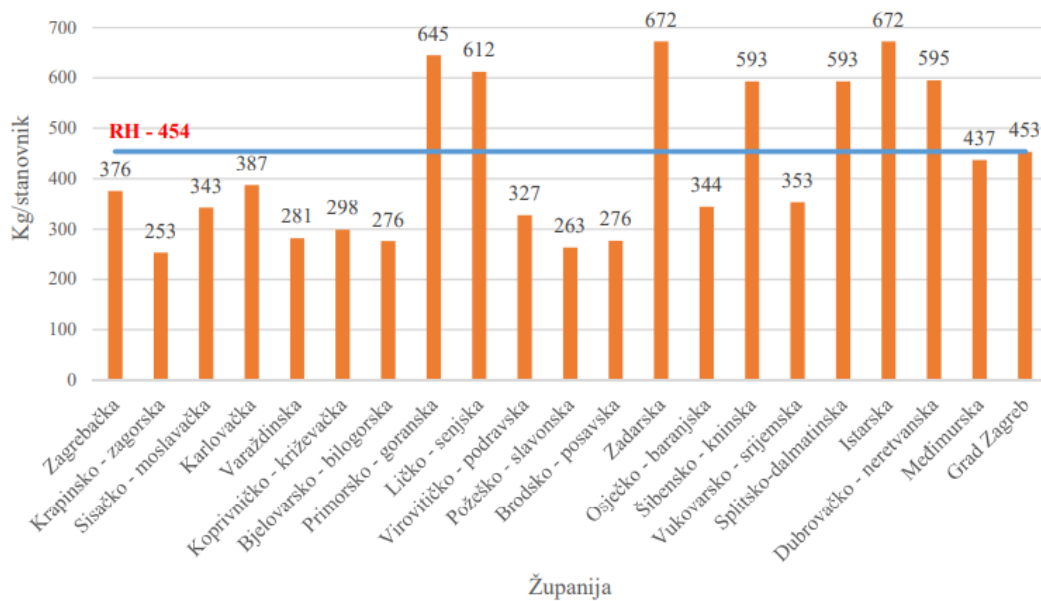
Slika 3.4 Godišnje količine nastalog komunalnog otpada po stanovniku u RH, 1995.-2021. [4]

Količina proizvedenog komunalnog otpada razlikuje se od županije do županije, a možemo primijetiti da je povezana s brojem stanovnika pojedine županije, što je prikazano u tablici 3.1. Primjećujemo kako u Gradu Zagrebu nastaju najveće količine komunalnog otpada, a tamo je ujedno i najveći broj stanovnika. Kod drugih županija kao što su Splitsko-dalmatinska, Primorsko-goranska i Zagrebačka, također primjećujemo kako je velik broj stanovnika i nastalog komunalnog otpada. Kod županija s manjim brojem stanovnika kao što su Ličko-senjska, Virovitičko-podravska i Požeško-slavonska uočavamo da je i manja količina nastalog komunalnog otpada u odnosu na županije s većim brojem stanovnika.

Tablica 3.1 Količine nastalog otpada po stanovniku, po županijama [4]

Županija	Ukupne količine nastalog komunalnog otpada (t)	Broj stanovnika po županiji (Popis stanovnika 2021)	Količina otpada po stanovniku (kg/stanovnik)
1. Zagrebačka	113.111	301.206	376
2. Krapinsko - zagorska	30.577	120.942	253
3. Sisačko - moslavačka	48.161	140.549	343
4. Karlovačka	43.573	112.596	387
5. Varaždinska	45.088	160.264	281
6. Koprivničko - križevačka	30.311	101.661	298
7. Bjelovarsko - bilogorska	28.198	102.295	276
8. Primorsko - goranska	171.820	266.503	645
9. Ličko - senjska	26.241	42.893	612
10. Virovitičko - podravska	23.140	70.660	327
11. Požeško - slavonska	16.952	64.420	263
12. Brodsko - posavska	36.152	130.782	276
13. Zadarska	107.815	160.340	672
14. Osječko - baranjska	89.230	259.481	344
15. Šibensko - kninska	57.289	96.624	593
16. Vukovarsko - srijemska	51.017	144.438	353
17. Splitsko-dalmatinska	252.144	425.412	593
18. Istarska	131.637	195.794	672
19. Dubrovačko - neretvanska	68.925	115.862	595
20. Međimurska	46.280	105.863	437
21. Grad Zagreb	348.899	769.944	453
Ukupno RH:	1.766.560	3.888.529	454

Uz to, vidljivo je da svih sedam priobalnih županija bilježi nadprosječnu količinu otpada po stanovniku, tj. više od gore spomenutih 454 kg po stanovniku u državi za 2021. godinu, što je pripisano utjecaju turizma. To je jasnije prikazano na slici 3.5. Županije s najvećom prosječnom količinom proizvedenog otpada po stanovniku su Zadarska i Istarska, a s najmanjom Krapinsko-zagorska.



Slika 3.5 Odnos količine nastalog komunalnog otpada po stanovniku po županijama i količine nastalog komunalnog otpada po stanovniku za RH, 2021. [4]

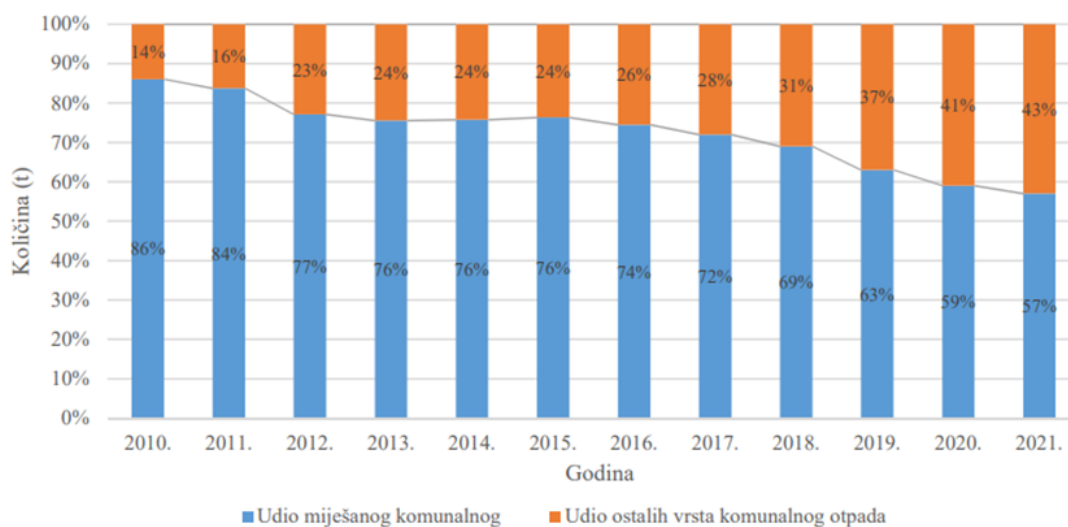
3.2 Sastav komunalnog otpada

Komunalni otpad je najraznovrsnija vrsta otpada jer nastaje na različitim mjestima kao što su kućanstvo, industrijski pogoni, turistički objekti i druge razne ustanove. Zbog svoje raznovrsnosti, komunalni otpad se odvojeno sakuplja kako bih se dio otpada moglo reciklirati i/ili ponovno iskoristiti te kako bi se maksimizirala korisnost tog otpada. [4]

Za bolje razumijevanje potrebno je izdvojiti termin miješanog i odvojeno sakupljenog komunalnog otpada. Miješani komunalni otpad podrazumijeva otpad koji je nastao u kućanstvu te trgovini, industriji i ustanovama koje po svojstvima i sastavu proizvode otpad sličan onom iz kućanstva, a iz kojeg nisu posebnim postupcima izdvojene pojedine vrste materijala kao što su papir i karton, staklo, plastika i drugi. Odvojeno sakupljeni komunalni otpad je otpad koji odvajamo pri samom nastananku otpada kako bi se kasnije taj otpad mogao reciklirati. [4]

Ako usporedimo udjele odvojeno sakupljenog i miješanog komunalnog otpada od 2010. do 2021. godine prema slici 3.6 uočavamo da se udio odvojeno sakupljenog komunalnog otpada povećavao, što znači da se udio miješanog komunalnog otpada smanjivao. Najmanja razlika

udjela dosad je bila 2021. godini kada je od ukupno sakupljenog komunalnog otpada 57%, odnosno 1.004.877 t, činio miješani komunalni otpad, a ostalih 43%, to jest 761.683 t, je bilo odvojeno sakupljenog komunalnog otpada.

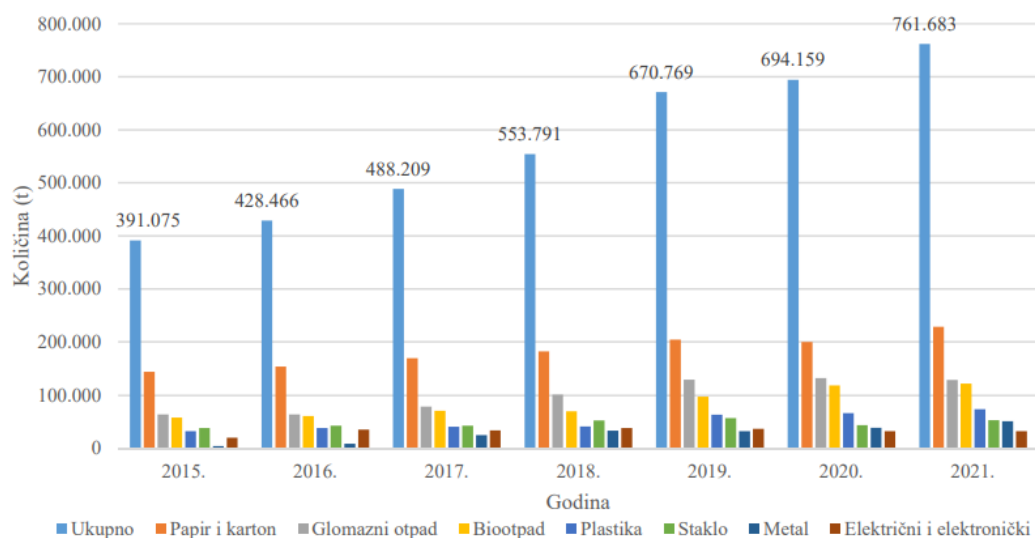


Slika 3.6 Udio odvojeno sakupljenog komunalnog otpada i miješano sakupljenog komunalnog otpada u RH, 2010.-2021. [4]

Te rezultate možemo pripisati podizanju svijesti građana o problemu otpada i na koji način mogu napraviti pozitivnu promjenu te ulaganjem u infrastrukturu za boljim gospodarenjem otpadom. To je dovelo i do povećanja broja jedinica lokalnih samouprava u 2021. godini, s 514 na 519 uz 2-postotno povećanje udjela odvojenog sakupljenog komunalnog otpada u odnosu na 2020. godinu. Bilježi se i povećanje broja aktivnih reciklažnih dvorišta s 186 na 201. Stvarna količina recikliranog komunalnog otpada iznosila je 555.320 t čime je stopa recikliranja iznosila 31%. Također je zaprimljeno 20% više otpada u kompostanama te je bilo kompostirano 75.546 t otpada. [4]

3.3 Sastav odvojeno sakupljenog komunalnog otpada

Prema podacima na slici 3.7 vidljivo je da je u rasponu od 2015. do 2021. godine rasla ukupna količina odvojeno sakupljenog komunalnog otpada. Najveći porast odvojeno sakupljenog komunalnog otpada uspoređujući s prethodnom godinom je primjećen kod biootpada, otpada od metala, glomaznog otpada i otpada od plastike, a najmanji kod električnog i elektroničkog otpada.

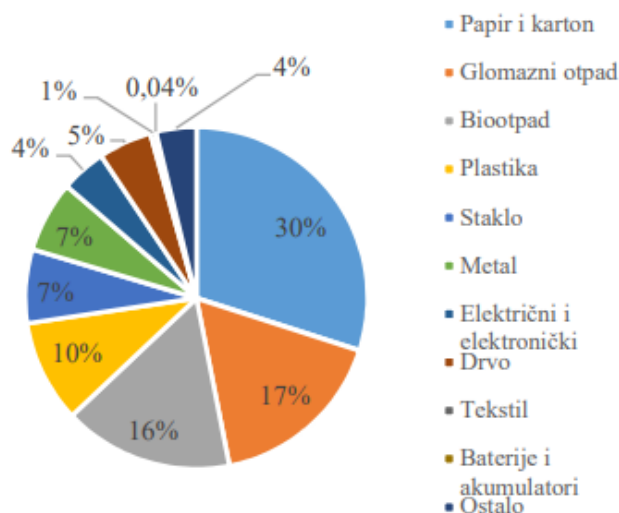


Slika 3.7 Količine odvojeno sakupljenog otpada u RH, 2015.-2021. [4]

Detaljnije analizirajući odvojeno sakupljeni komunalni otpad u 2021. godini što je prikazano u tablici 3.2 i na slici 3.8 vidimo da ja najviše sakupljeno papira i kartona, zatim glomaznog otpada i biootpada.

Tablica 3.2 Odvojeno sakupljeni otpad u 2021. godini [4]

Vrsta otpada	Količina (t)
Papir i karton	228.265
Glomazni otpad	129.086
Biootpad	122.175
Plastika	73.707
Staklo	53.210
Metal	51.225
Električni i elektronički	32.503
Drvo	38.450
Tekstil	3.838
Baterije i akumulatori	314
Ostalo	28.909
Ukupno (t):	761.683



Slika 3.8 Odvojeno sakupljeni komunalni otpad u 2021., po vrstama [4]

Gledajući zasebno svaku županiju podaci se malo razlikuju u odnosu na prosječne količine na razini države što se vidi u tablici 3.3. Ukupno je najviše sakupljeno papira i kartona, a u vidu javne usluge je najviše sakupljeno glomaznog otpada. Daleko najmanje je sakupljeno otpada od tekstila.

Tablica 1.3 Količine pojedinih vrsta odvojeno sakupljenog otpada u 2021. godini, po županijama [4]

Županija	Papir i karton (t)	Plastika (t)	Staklo (t)	Metal (t)	Glomazni otpad (t)	Tekstil (t)	Biootpad (t)
Bjelovarsko-bilogorska	2.219	397	409	33	637	19	44
Brodsko-posavska	1.542	228	306	58	1.567	21	2.410
Dubrovačko-neretvanska	1.573	311	139	182	2.337	7	5
Grad Zagreb	16.692	12.986	2.967	452	12.367	829	24.380
Istarska	6.088	2.911	1.823	443	8.112	564	2.424
Karlovačka	1.163	647	200	38	1.672	127	100
Koprivničko-križevačka	1.379	1.631	503	185	1.402	71	3.996
Krapinsko-zagorska	916	2.083	324	49	1.957	58	87
Ličko-senjska	237	92	55	74	542	4	917
Međimurska	1.824	1.861	771	341	1.695	19	7.791
Osječko-baranjska	4.767	2.470	441	150	2.814	70	8.806
Požeško-slavonska	532	126	205	43	796	63	0
Primorsko-goranska	6.004	1.362	1.207	275	12.975	374	7.373
Sisačko-moslavačka	1.542	409	219	59	1.929	249	912
Splitsko-dalmatinska	4.464	1.929	465	167	13.724	170	1.032
Šibensko-kninska	1.155	331	89	62	2.664	92	264
Varaždinska	2.902	2.171	1.018	327	1.337	326	2.775
Virovitičko-podravaska	1.306	443	81	17	493	52	886
Vukovarsko-srijemska	2.176	662	269	117	1.208	114	52
Zadarska	1.072	847	151	166	3.576	120	2.047
Zagrebačka	4.352	4.653	947	292	9.849	343	1.529
Ukupno u okviru javne usluge (t):	63.907	38.552	12.590	3.531	83.655	3.693	67.831
Sakupljeno putem trgovanja na malo, sustava povratne naknade u RD, dodatno utvrđene i procijenjene količine (t):	164.358	35.155	40.621	47.695	45.432	145	54.344
Ukupno:	228.265	73.707	53.210	51.225	129.086	3.838	122.175

3.4 Sastav miješanog komunalnog otpada

Miješani komunalni otpad sadrži različite vrste otpada koje nisu odijeljene već su pomiješane pa ih je potrebno sortirati. Prema rezultatima, procijenjeni sastav miješanog otpada u RH u 2015. godini prikazan je na tablici 3.4. Prema tim podacima skoro trećina miješanog komunalnog otpada je kuhinjski otpad, čak 30,9%, papir i karton su drugi po redu u zastupljenosti s 23,2%, a plastika je s 22,9% treća po redu. Ostatak odvojenog otpada je u manjim postocima. Bitno je za naglasiti da je ovo procijenjeni sastav na razini države. Kada bi se ispitivao sastav miješanog komunalnog otpada svakog područja zasebno, ti rezultati bi se razlikovali s obzirom da sastav miješanog komunalnog otpada ovisi o raznim čimbenicima.

Tablica 3.2 Procijenjeni sastav miješanog otpada u Republici Hrvatskoj, 2015. (Hrvatska Agencija za okoliš, 2015.) [3]

Sastavnica	Udio (%)	Biorazgradivi udio (%)
Kuhinjski otpad	30,93	64,81
Papir i karton	23,19	
Koža/kosti	0,4	
Drvo	0,98	
Tekstil/odjeća	3,71	
Vrtni otpad	5,6	
Staklo	3,65	
Metal	2,07	
Plastika	22,87	
Guma	0,22	
Ostali otpad (pelene, prašina, pijesak, itd.)	6,25	

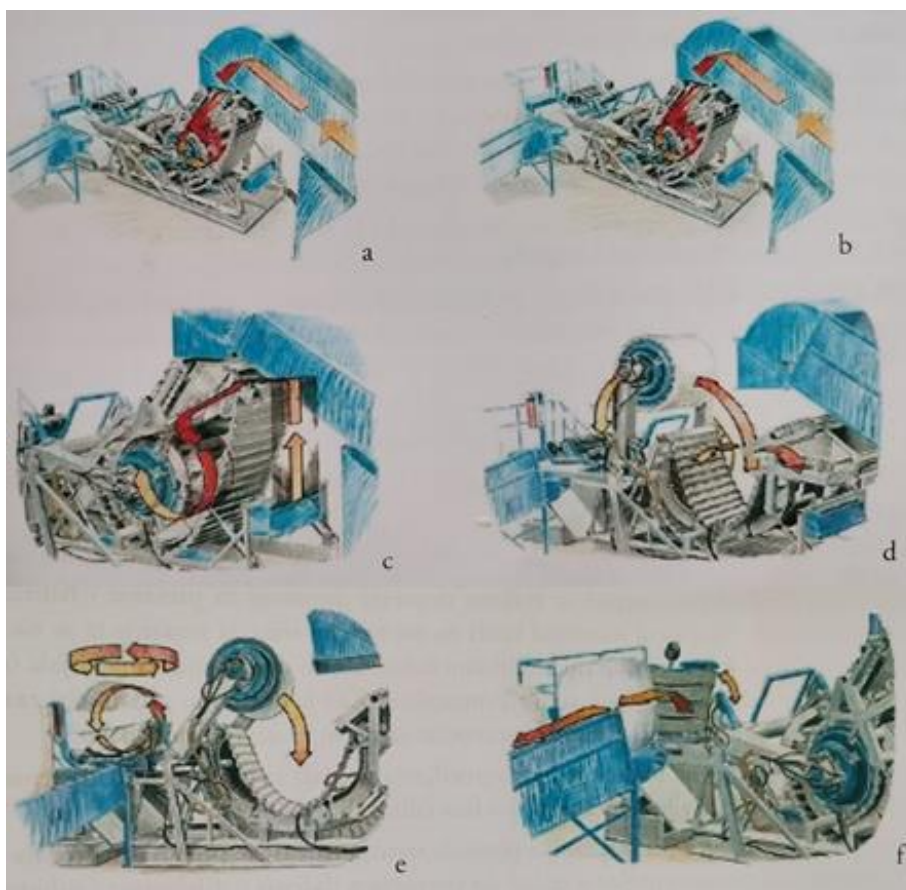
4. BALIRANJE OTPADA

Mehaničkom obradom otpada nazivamo skup svih postupaka u kojima se otpad sortira pomoću mehaničkih postupaka, a produkt toga ide na daljnju obradu. Osim toga, tu ubrajamo i postupke usitnjavanja. [5]

Baliranje je jedna od mehaničkih obrada otpada koja olakšava postupanje s otpadom jer se na taj način smanjuje volumen za $2/3$ što znači da na jednakoj površini možemo odložiti tri puta veću količinu baliranog otpada u usporedbi s klasičnim odlaganjem. [5]

4.1 Postupak baliranja

Miješani komunalni otpad se doprema čime započinje tehnološki proces baliranja. Otpad se prvo važe na mosnoj vazi kako bi se odredila masa. Nakon toga otpad je potrebno odvojiti stoga se stavlja na probirnu transportnu traku. Na toj traci otpad se odvaja na otpad koji bi potencijalno mogao oštetiti tj. probušiti balu, kao što su staklo i metal, i na otpad koji se može reciklirati, kao što su papir i plastika. Nakon odvajanja, ostatak otpada odlazi transporterom u drobilicu. Prije nego što otpad uđe u drobilicu sitne metalne frakcije se izdvajaju pomoću magneta koji se nalazi iznad trake za transport. Nakon procesa drobljenja otpad je spreman za prešanje i baliranje. Otpad ide transportnom trakom do stroja za prešanje i tamo se kreće po rotirajućoj traci kako bi se usitnio (slika 4.1.a). Postupno se formira valjkasta bala uz konstantno dodavanje otpada do postizanja određenog tlaka. Na taj način se otpad postupno tlači i smanjuje se volumen od 2 do 4 puta, najčešće oko 3 puta. Nakon toga potrebno je osigurati oblik bale i to se radi na način da se bala fiksira plastičnom mrežom koja je ekološki prihvatljiva zato jer ju je moguće reciklirati ili spaliti bez štetnih produkata spaljivanja (slika 4.1.b). Bala se zatim polugama, koje se nalaze s bočne strane preše, preseli na stol za zamatanje (slika 4.1.c). Na stolu se umotava u plastičnu foliju (slika 4.1.d). Folija je nepropusna kako bi spriječila kontakt baliranog otpada s okolišem i sastoji se od 3 sloja raznih vrsta polietilena koji su niske gustoće (LLDPE). Nakon što je bala umotana proces baliranja je završen te se bala odnosi na daljnje skladištenje (slika 4.1.e).



Slika 4.1 Prikaz postupka baliranja otpada [5]

Svaka bala ima volumen oko $1,33 \text{ m}^3$, dimenzija oko $1,20 \times 1,20 \text{ m}$. Bale su najčešće valjkastog oblika zato što je to povoljniji oblik od kockastog jer je manja šansa da se oštete rubovi bala i da dođe do rasipanja pri transportu i skladištenju. Proces baliranja nije nužno rezerviran samo za miješani komunalni otpad pa težina bala ovisi o vrsti materijala/otpada koji je baliran. U tablici 4.1 je vidljivo kako je među najteže baliranim otpadom, kućni otpad s biootpadom, otpadno voće i povrće i silaža, a među najlakšim plastične boce, drvena strugotina i slama. [5]



Slika 4.2 Uskladištene bale [8]

Tablica 4.1 Mase bala za različite vrste otpada [5]

Vrsta otpada	Masa bale (kg)
Kućni otpad s biootpadom	800 – 1.150
Kućni otpad bez biootpada	600 – 700
Drvo (granje, šumsko drvo)	500 – 600
Drvena strugotina	370 – 420
Iver	630 – 700
Plastika mješana	550 – 600
Plastične boce	150 – 200
Autogume	550 – 650
Autogume razne (usitnjene)	800 – 900
Ljepenka, karton	400 – 600
Mješani papir	570 – 800
Otpadno voće i povrće	1.000 – 1.700
Silaža	700 – 1.500
Treset	750 – 950
Slama	350 – 450
Industrijski (suhi) otpad	450 – 600

4.2 Uređaji za baliranje

Uređaje za baliranje otpada dijelimo na stacionarne i mobilne. Stacionarni uređaji se koriste u većim gradovima jer imaju veći kapacitet. Uglavnom se koriste u svrhu zbrinjavanje otpada te kako bi se uklonila gradska odlagališta u potpunosti. S druge strane mobilni uređaji imaju manji kapacitet u odnosu na stacionarne pa se zato koriste i u manjim mjestima. Najčešće se koriste kako bi se sanirala divlja odlagališta koja se nalaze na zabačenim i teže dostupnim lokacijama. [5]



Slika 4.3 Uređaj za baliranje [11]

4.3 Prednosti baliranja otpada

Glavne prednosti baliranja otpada su niski troškovi i smanjeni utjecaj otpada na okoliš. Zbog nedostatka zraka u bali i doticaja s vodom, zaustavljena je biološka razgradnja otpada, doduše ne u potpunosti, ali je vrlo usporena. Prednost je i to što balirani otpad zauzima manje prostora od nebaliranog otpada. Uz ovaj način zbrinjavanja otpad ne gubi svoju energetska vrijednost jer se ne razgrađuje. Zbog folije kojom su bale obavijene, nema opasnosti kod skladištenja baliranog otpada na otvorenim odlagalištima. Nema neugodnih mirisa ili isparavanja para koje su toksične, smanjeno je širenje bolesti koje su zarazne putem ptica i glodavaca, ne postoji opasnost od trovanja kišnice, tla ili podzemnih voda. To vrijedi ako je balirani otpad zbrinut pravilno i u skladu s propisima. [5]

4.4 Nedostaci baliranja otpada

Balirani miješani komunalni otpad sadrži velik udio organskog otpada, a problem je što se on lako razgrađuje. Postoji rizik da fizikalne i kemijske reakcije budu pokretači za brži raspad baliranog otpada. Biološki otpad koji je baliran se razgrađuje kao i onaj na odlagalištima, samo sporije. U aerobnoj fazi s porastom vlage dolazi do povećanja populacije mikroorganizama i

kisik se troši. Na taj način se stvaraju uvjeti za anaerobnu razgradnju u kojoj nastaju metan i ugljikov dioksid. Proces biološke razgradnje je usporen u odnosu na običan otpad pa početna faza može trajati i više od jedne godine. [5]

Baliranje otpada nije krajnja faza zbrinjavanja otpada već međufaza što nam proces biološke razgradnje i potvrđuje. Samo baliranje kao jedan od načina zbrinjavanja otpada nije problematično, nego kada taj otpad stoji, trune i ne postoji konkretan plan za njegovo daljnje zbrinjavanje pa postaje štetan i opasan za ljude i okolinu.

4.5 Baliranje otpada u Hrvatskoj

U 2004. godini je Hrvatska uvela baliranje otpada kao jedno od rješenja privremenog zbrinjavanja otpada. Postupak baliranja se uklapa kod procesa saniranja odlagališta jer se na taj način smanjuje volumen otpada, baliran otpad se lakše transportira i skladišti, sprečava se širenje neugodnih mirisa te raznošenje otpada, sačuva se energetska vrijednost otpada. U Varaždinu, Makarskoj i Karlovcu su instalirani sustavi za baliranje. [5]

Grad Makarska se odlučio za taj korak nakon što je zatvoreno odlagalište otpada Donja Gora pa više nisu imali mjesto za odlaganje otpada. To je dovelo do toga da je grad bio zatrpan otpadom što je između ostalog uzrokovalo neugodan miris. Baliranje se odvijalo usred grada. [5]

U Varaždinu je proces baliranja poslužio kao privremeno rješenje za lakše skladištenje otpada. Tamo je obavljena obrada otpada, baliranje te skladištenje dok neće taj otpad biti finalno zbrinut. Nakon obavljenog inspekcijskog nadzora zaključeno je da ta lokacija ne zadovoljava propisane mjere pa je potrebna sanacija. Odlagalište još uvijek nije zbrinuto jer ne postoji rješenje kamo će se preseliti tolika količina otpada koja se tamo nalazi. [5]

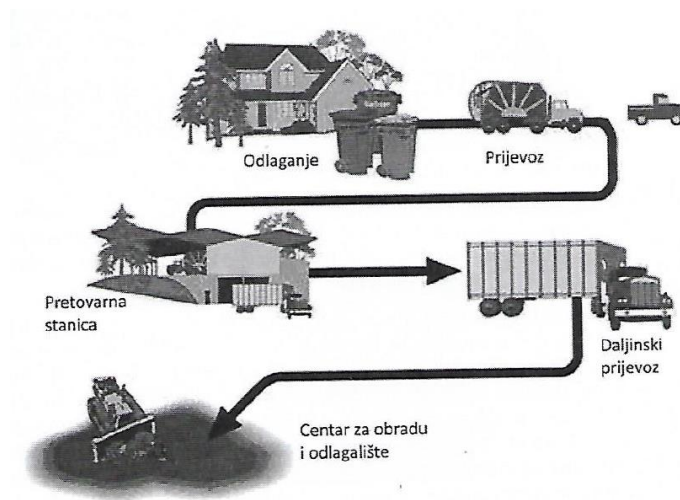
U Karlovcu je baliranje i odlaganje otpada trajalo nekoliko godina s ciljem sprječavanja neugodnog mirisa i smanjenje količine prekrivnog materijala. [5]

5. ODLAGALIŠTA OTPADA

5.1 Odlaganje otpada

Odlaganjem smatramo trajno i kontrolirano odbacivanje otpada na to predviđeno mjesto, tj. odlagalište. [3]

Prvo odlaganje otpada je privremeno i to je na mjestu njegova nastanka. Na slici 5.1 je vidljivo da nakon sakupljanja otpada s njegova mjesta nastanka, otpad se odvozi na pretovarnu stanicu. To nije krajnje odredište na kojem otpad završava već međustanica. Nakon toga otpad se odvozi do mjesta gdje se odvija njegova krajnja obrada i zbrinjavanje. [3]



Slika 5.1 Elementi sustava upravljanja otpadom [3]

5.2 Podjela odlagališta

Ako odlagališta dijelimo prema otpadu koji se na njemu odlaže tada možemo reći da postoje odlagališta za inertni, neopasni i opasni otpad. [5]

Prema propisima u Hrvatskoj (NN 117/07, 111/11, 17/13) odlagališta dijelimo na četiri vrste gledajući vrste otpada:

- odlagalište 1. kategorije – odlagalište inertnih tvari odnosno otpada koji u sebi ne sadrži štetne i otrovne, na takvom odlagalištu se odlaže otpad koji neće uzrokovati posljedice štetne za okoliš

- odlagalište 2. kategorije – komunalno odlagalište, na njemu se uz komunalni otpad odlaže i mulj sakupljen u uređajima za pročišćavanje otpadnih komunalnih voda

- odlagalište 3. kategorije – odlagalište posebnog (tehnološkog) otpada, odlagalište za otpad koji je nastao u raznim tehnološkim procesima te zbog svoje opasnosti i količine zahtjeva zasebno odlagalište

- odlagalište 4. kategorije – odlagalište posebno opasnog otpada, koristi se za otpad koji sadrži povećane količine neke štetne tvari kao što su otrovi, teški metali, radioaktivne tvari ili cijanid, zbog opasnosti kakvu opasni otpad predstavlja, odlagališta su podzemna [3]

Ako odlagališta dijelimo prema uređenju, odnosno veličini, pravnom statusu, opremljenosti, stanju aktivnosti tada odlagališta možemo svrstati u pet kategorija, a to su:

- legalna odlagališta – služe za trajno odlaganje otpada, sagrađena u skladu s propisima i regulativama, odobrena od strane nadležnih tijela jer imaju potrebne dozvole i procjenu utjecaja na okoliš

- odlagališta u postupku legalizacije – koriste se za odlaganje otpada iako još traje postupak legalizacije, postupak procjene utjecaja na okoliš je započet, no ne i završen

- službena odlagališta – veći neuređeni prostori koji se koriste za odlaganje, nemaju nijednu potrebnu dozvolu, nije provedena procjena utjecaja na okoliš, službeno su ovlaštena za organizirani dovoz otpada jer su predviđena prostorno-planskim dokumentima

- dogovorna odlagališta – manji prostori koji nisu uređeni, nemaju procjenu utjecaja na okoliš niti su predviđeni prostorno-planskim dokumentima, ali djeluju dogovorno s nadležnim tijelom, nisu uvedena u sustav kao službeno ovlaštena za organizirani dovoz otpada

- 'divlja' odlagališta – neuređeni prostori nastali na mjestima na kojima nije predviđeno odlaganje otpada, odlaganje se odvija bez znanja nadležnog tijela, otpad koji završi na ovakvim

odlagalištima nije kontroliran ni u jednoj mjeri (količna, vrsta i tako dalje) pa se na taj način zagađuje okoliš [5]

5.3 Izbor lokacije odlagališta otpada

Na izbor lokacije odlagališta otpada utječe više čimbenika. Poželjno je da je odlagališta u okolini mjesta nastajanja otpada (na primjer u okolini grada), ali ne smije biti preblizu naseljenog prostora. Treba imati dobar pristup cesti te procjenu utjecaja na okoliš kako bi se osiguralo da se taj prostor u budućnosti može na drugi način iskoristiti, kao na primjer park. Nema propisane veličine, ona se obično procjenjuje prema količini otpada koji nastaje u okolini odlagališta na koje se dovozi otpad. Bilo bi dobro da odlagališta ima i prostor za prerađivanje otpada. [5]

5.4 Prednosti odlagališta otpada

S obzirom na količinu otpada koja se stvara na dnevnoj, tjednoj i godišnjoj bazi, nije uvijek moguće odmah zbrinuti nastali otpad zbog čega dolazi potreba za odlagalištima koja služe kao privremena rješenja zbrinjavanja istog. Prednost im je što nisu veliki troškovi te što se na taj način mogu zbrinuti razne vrste otpada. Nakon što više nema potrebe za odlagalištem, ono se zatvori, sanira i uredi pa je taj prostor moguće iskoristiti u neke druge svrhe. [5]

5.5 Nedostaci odlagališta otpada

Iako su odlagališta dobra privremena rješenja, uz njih se pojavljuju poteškoće kada se njima ne upravlja pravilno. Problemi se javljaju kod odlagališta koja ne zbrinjavaju procjedne vode i deponijski plin na pravilan način. To uzrokuje zagađenje i rizik onečišćenja okolice. Dolazi do širenja neugodnih mirisa, a može doći i do kontaminacije zemljišta na kojem se nalazi odlagalište pa ono više neće moći biti iskorišteno u budućnosti u druge svrhe. [5]

5.6 Rizici na odlagalištima otpada

Rizike vezane uz odlagališta otpada možemo podijeliti na:

- globalne rizike – djelomičan gubitak energije, gubitak sirovina, emisija stakleničkih plinova

- lokalne rizike – neugodni mirisi, buka, ugrožavanje površinskih i podzemnih voda, ptice, insekti, glodavci, trovanje CO₂, požari, eksplozije

Kod vođenja odlagališta veću je pažnju potrebno posvetiti lokalnim rizicima s obzirom da oni imaju direktan utjecaj na ljude i generalno okolinu. [5]

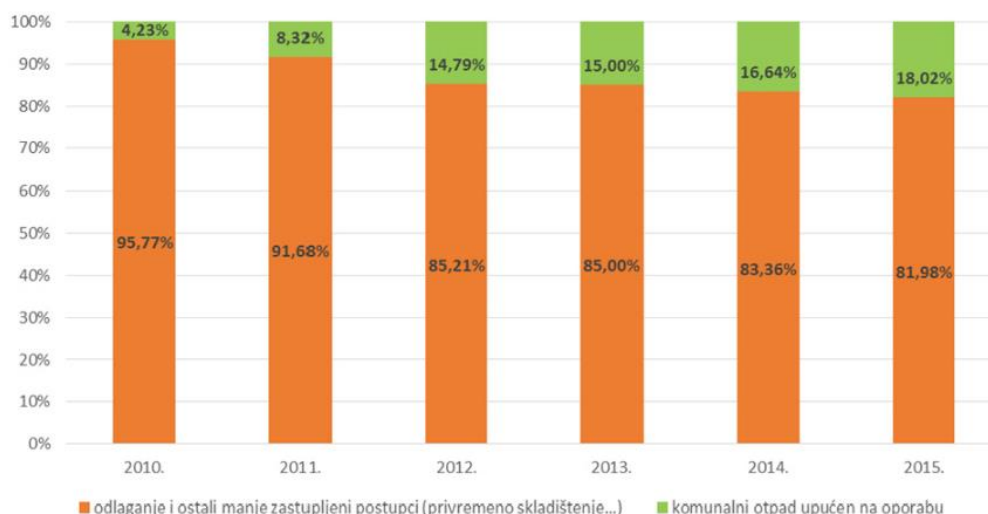
Još jedan od rizika odlagališta otpada je kada se otpad odlaže na mjesta na koja to nije predviđeno pa nastaju takozvana 'divlja' odlagališta. Kod takvih nekontroliranih odlaganja postoji rizik nastanka ekološke nesreće koja ima neželjene utjecaje, a neki od njih su onečišćenje tla, vode, zraka, neugodni mirisi. [5]

Kada odlagališta ne zadovoljavaju propisane standarde u potpunosti te se ne provode provjere, uvjeti su loši pa lako može doći do negativnih posljedica. Jedna od takvih su požari koji ugrožavaju i stvaraju probleme zajednici. Takvi požari su karakteristična pojava za 'divlja' odlagališta zbog čega ona predstavljaju veliku opasnost za okoliš. Spontani požari događaju se zbog nepravilnog zbrinjavanja otpada, kada nisu poštivane zadane mjere zaštite. Problematika takvih požara je u plinovima koji se oslobađaju sagorijevanjem otpada te su vrlo toksični. Ako je pojava požara povezana s prisutnosti metana postoji mogućnost od eksplozije što bi dovelo do još veće katastrofe. Kod zbrinjavanja takvih požara nužno je držati se propisa zaštite na radu kako nitko ne bi stradao i da ne nastane još veća šteta. [1]

5.7 Količina odloženog otpada

Prema slici 5.2 uočavamo da se velika većina nastalog komunalnog otpada odlaže, dok se manji dio oporablja. Od 2010. do 2015. godine se postupno smanjuje količina odloženog otpada, a

povećava količina oporabljene što se može pripisati tome da se povećavala i količina odvojeno sakupljenog otpada u odnosu na miješani komunalni otpad što je vidljivo prethodno na slici 3.7.



Slika 5.2 Gospodarenje komunalnim otpadom u RH od 2010. do 2015. (HAOP, 2016.) [2]

Prema slici 5.3 možemo uočiti da je u 2020. godini zabilježena najmanja količina odloženog otpada u razdoblju od 2010. do 2020. godine. Što se tiče biootpada, odložene količine biorazgradivog otpada u komunalnom otpadu su se također smanjile i bile najmanje u 2020. godini. Takvo smanjenje količine otpada u 2020. godini se djelomično pripisuje i globalnoj pandemiji, ali je cilj da se količine proizvedenog komunalnog otpada nastave smanjivati i u normalnim okolnostima.

Tablica 5.1 Odlaganje otpada u RH, razdoblje 2010.-2020. [4]

Godina	Ukupne količine odloženog otpada u RH (t)	Odloženi biorazgradivi komunalni otpad u RH (t)
2010.	1.995.954	963.889
2011.	2.032.808	937.375
2012.	1.934.684	892.049
2013.	1.963.641	870.434
2014.	1.802.439	819.757
2015.	1.889.201	828.454
2016.	1.872.329	831.977
2017.	1.814.539	801.238
2018.	1.638.599	744.506
2019.	1.615.571	679.080
2020.	1.451.749	596.013

Izvor: MINGOR

Kroz 2021. godinu u Hrvatskoj je od ukupne količine proizvedenog komunalnog otpada odloženo 1.029.725 t. To je za 2% manje u odnosu na prethodnu godinu što je napredak iako ne veliki, ali uspoređujući s 2010. godinom to je smanjenje količine odloženog otpada za 40%. Prema Planu gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2017.-2022. je cilj smanjiti količinu odloženog komunalnog otpada na 25%. To znači da bi u 2022. godini količina odloženog otpada trebala biti duplo manja nego što je bila u 2021. godini. Prema tablici 5.2 za smanjenje količine odloženog komunalnog od 26%, što bi bilo potrebno u 2022. da se ostvari cilj, je potrebno otprilike 7-8 godina pa nije sasvim realno očekivati da će taj cilj biti ispunjen u jednoj godini. Bez obzira na to ne treba odustati jer smo kroz protekle godine pokazali da je poboljšanje moguće korak po korak. Uspoređujući udio smanjenja odloženog komunalnog otpada u odnosu na prethodnu godinu najveći napredak je zabilježen u 2018. godini kada je količina odloženog otpada bila za 7% manja u odnosu na 2017. godinu.

Tablica 5.2 Ukupne količine proizvedenog i odloženog komunalnog otpada za razdoblje 2010.-2021.

Godina	Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH (t)	Količine ukupno odloženog komunalnog otpada u RH (t)	Udio odloženog komunalnog otpada od ukupne količine otpada u RH (%)
2010.	1.629.915	1.600.836	98,22%
2011.	1.645.295	1.578.864	95,96%
2012.	1.670.005	1.382.283	82,77%
2013.	1.720.758	1.413.113	82,12%
2014.	1.637.371	1.308.122	79,89%
2015.	1.653.919	1.318.741	79,73%
2016.	1.679.765	1.288.377	76,69%
2017.	1.716.441	1.242.892	72,41%
2018.	1.768.411	1.170.912	66,21%
2019.	1.811.617	1.072.727	59,12%
2020.	1.692.966	1.023.093	60,43%
2021.	1.766.560	1.029.725	58,29%

5.8 Sastav odloženog otpada

U tablici 5.3 je prikazan prosječan sastav komunalnog otpada koji se odlaže na odlagalištima neopasnog otpada. Prema navedenim podacima najveći udio je biootpad s udjelom od 37%, a prati ga papir sa skoro duplo manjim udjelom od 19%. Najmanje ima metalnog otpada te tkanine

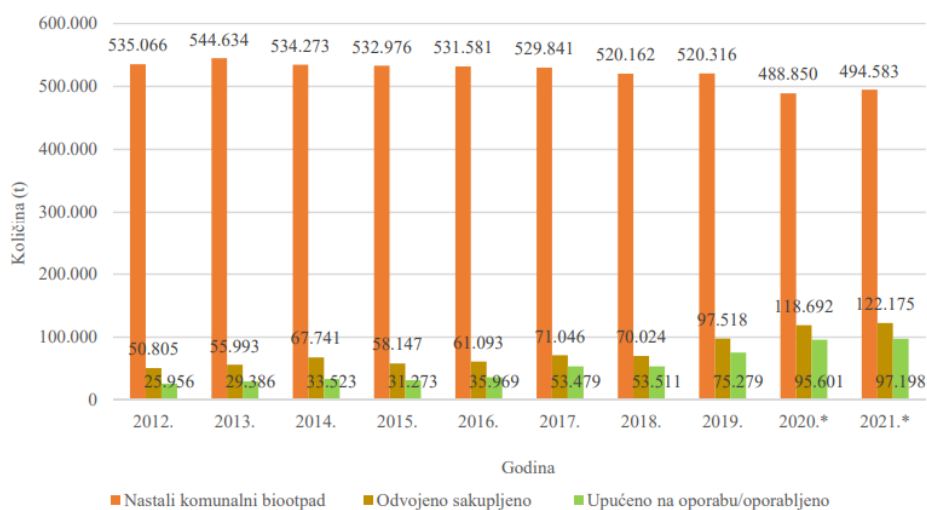
i pelena. Bez obzira što se papir, karton, stakleni otpad, plastični otpad i metani otpad odvojeno sakupljaju, uvijek dio tog otpada završi među miješanim otpadom, ali u manjim postocima.

Tablica 5.3 Prosječni sastav komunalnog (kućnog) otpada koji se odlaže na odlagalištima neopasnog otpada [5]

Vrsta otpada	Postotak udjela
Biootpad (hrana, zeleni otpad)	37%
Papir	19%
Razni sitni otpad, problematične tvari itd.	14%
Stakleni otpad	8%
Plastični otpad (sintetičke tvari, polimeri)	8%
Karton	7%
Tkanine i pelene	5%
Metalni otpad	2%

5.9 Odlaganje biootpada

Biootpadom se smatra biološki razgradiv otpad. To je otpad iz vrtova, parkova, restorana, maloprodajnih i ugostiteljskih objekata, hrana i kuhinjski otpad iz kućanstva. Od 2013. do 2021. godine količina nastalog biootpada se sporim tempom smanjivala što je prikazano na slici 5.4. Kroz te se godine povećavala količina odvojeno sakupljenog biootpada te je rasla i količina biootpada koja je upućena na uporabu (kompostiranje, anaerobna digestija i dr.). [4]



* Stvarno oporabljene količine, bez nečistoća i neciljanih materijala

Slika 5.3 Nastali biootpad iz komunalnog otpada i gospodarenja istim, 2012.-2021.[4]

U 2021. godini ukupno je nastalo 494.583 t biootpada iz komunalnog otpada što je najmanje dosad u promatranom razdoblju, a od toga je odvojeno sakupljeno bilo 122.175 t. Prema procjenama za tu godinu na odlagalištima je završilo oko 66%, točnije 328.847 t, od ukupne količine biootpada, oko 20%, 97.198 t, je poslano na oporabu, a ostatak je bio u sklopu miješanog komunalnog otpada te je zajedno s njim zbrinut u centrima za gospodarenje otpadom. [4]

5.10 Odlagališta u Hrvatskoj

Određivanje lokacije i vrste odlagališta te način upravljanja istim uređeno je zakonima i propisima, a temelje se na Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13 i 73/17). Postoji još brojnih zakona, propisa i pravilnika o odlagalištima otpada koja služe za bolje i sigurnije uređenje koje neće voditi do negativnih i štetnih posljedica, stoga ih se potrebno pridržavati. [5]

Oslanjajući se na dostupne podatke, od 2005. do 2020. godine u Hrvatskoj je evidentirano i praćeno sveukupno 317 lokacija na kojima se nalaze službena odlagališta. Od toga je zabilježeno 306 odlagališta za odlaganje komunalnog otpada. Tokom godina nova odlagališta su se otvarala, a druga su se sanirala i zatvarala pa su na kraju 2020. godine zabilježena 93 aktivna odlagališta od kojih se na 84 odlagao komunalni otpad. Prema bazi podataka sveukupna količina odloženog otpada u 2020. godini na svim aktivnim odlagalištima je iznosila 1.451.749 t. [6]

5.11 Sanacija odlagališta

S obzirom da odlaganje otpada nije trajno rješenje za njegovo zbrinjavanje, s vremenom je potrebno pobrinuti se za taj otpad i odlagalište na kojem se nalazi. U razdoblju u kojem se odlagalište nalazi na određenoj lokaciji, cilj je smanjiti štetan utjecaj na okoliš. Neki od tih utjecaja su onečišćenje voda (površinskih i podzemnih), tla i zraka, u to ubrajamo i efekt stakleničkih plinova. Kod sanacije je željeno postići da lokacija na kojoj se nalazilo odlagalište bude prihvatljiva za okoliš nakon sanacije. [7]

Za sanaciju odlagališta nude se dva rješenja, ex-situ i in-situ metoda, koja se odabiru prema 3 ključna kriterija, a to su ekonomske i tehničke karakteristike lokacije te utjecaj na okoliš. Prema odabranoj metodi potrebno je izraditi plan sanacije. [7]

5.11.1 ex-situ metoda

Kod ex-situ metode predviđeno je da se sav otpad prebaci na drugu lokaciju, to jest na drugo odlagalište otpada gdje će ono biti adekvatno zbrinuto. Nakon toga lokacija će biti vraćena u svoje prvobitno stanje. Nedostatak je što su troškovi sanacije veliki kada je potrebno preseliti veliku količinu otpada ili kada se radi o velikoj udaljenosti do uređenog odlagališta na kojem će se izvršiti prihvrat otpada. [7]

5.11.2 in-situ metode

In-situ metode sadrži dvije mogućnosti sanacije. Prvi način je da se na lokaciji odlagališta uredi nova ploha na koju bi se preselio sav stari postojeći otpad s odlagališta te bi se tamo dalje odlagao i novi otpad sve do zatvaranja odlagališta. Prednost ove mogućnosti je što ne postoji rizik da procjedne vode imaju negativan utjecaj na okoliš. [7]

Kod druge mogućnosti ove metode se također uređuje nova ploha na lokaciji odlagališta, ali se stari otpad ne seli na nju. Sanacija starog otpada se vrši na način da se ugrađuje sistem plinskih bunara koji služi za pasivno otplinjavanje. Na taj način se smanjuje novo nastajanje procjednih voda, ali je nedostatak što i dalje postoji mogućnost da procjedne vode negativno utječu na okoliš jer nije uređen sloj ispod starog otpada. S druge strane, prednost ove mogućnosti je što se može graditi nova ploha unutar samog odlagališta pa nije potrebna kupovina okolnih parcela. [7]

5.11.3 Sanacija odlagališta na primjeru odlagališta neopasnog baliranog otpada na lokaciji 'Brezje' grad Varaždin

Odlagalište na lokaciji 'Brezje' je korišteno za mehaničku obradu te skladištenje neopasnog i miješanog komunalnog otpada. Odlaganje otpada se na toj lokaciji vrši od 2005. godine što je već više od 10 godina i potrebno ga je sanirati na način da se ta lokacija može ponovno iskoristiti prema prostornom planu uređenja. Problematika ovog odlagališta je što su neke bale djelomično oštećene pa imaju negativan utjecaj na okoliš i treba ih zbrinuti što prije i na najsigurniji mogući način. Na slici 5.4 su prikazane odložene bale, a uz njih se nalazi procjedna voda koja zagađuje površinske i podzemne vode. [8]



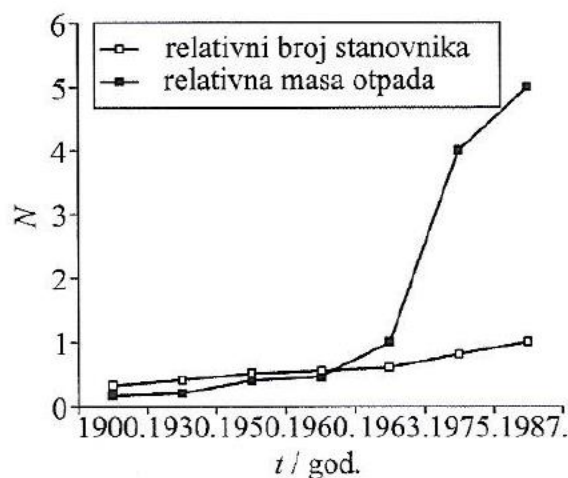
Slika 5.4 Procjedna voda uz odložene bale [8]

Ako dođe do rasipanja otpada zbog oštećenja bale, taj otpad će biti adekvatno uklonjen na način da se spriječe negativne posljedice. Otprilike ukupno 125.000 bala je potrebno transportirati do mjesta gdje će biti konačno zbrinute mehaničko-biološkom obradom. Prema planu sanacije ovog odlagališta možemo zaključiti da se radi o ex-situ metodi jer se otpad transportira na drugu lokaciju gdje će potom biti zbrinut. Osim bala potrebno je ukloniti i sve postojeće građevine koje se nalaze na odlagalištu. Po završetku sanacije lokacija treba zadovoljavati sanitarne uvjete i biti adekvatna za novu daljnju primjenu. [8]

6. METODE SMANJIVANJA KOLIČINA NASTALOG OTPADA I METODE ZBRINJAVANJA OTPADA

6.1 Hijerarhija upravljanja otpadom

Svjedočimo povećanju populacije, a uz to se povećala i količina nastalog otpada. Međutim količina otpada je puno brže rasla što je vidljivo na slici 6.1 koja prikazuje odnos broja stanovništva i mase nastalog otpada u 20. stoljeću.



Slika 6.1 Odnos između broja stanovnika i nastalog otpada u 20. stoljeću [9]

Shvaćajući opasnost kakvu otpad predstavlja za okoliš te posljedice koje na nas same utječu uvode se strategije upravljanja otpadom kojima se želi smanjiti količina nastalog otpada te spriječiti onečišćenje okoliša. Europska Unija je kroz zakonodavna tijela donijela šest akcijskih programa od kojih je naistaknutija strategija u četvrtom Akcijskom programu. Radi se o hijerarhijskom pristupu upravljanja otpadom kao dugoročnoj strategiji koja je prikazana na slici 6.2.



Slika 6.2 Hijerarhija upravljanja otpadom

Prema tom planu najvažnije je smanjiti količinu nastalog otpada na izvoru nastajanja. Ovo je korak koji se često zapostavlja iako je najbitniji. Ova mjera podrazumijeva da se spriječi nastajanje otpada na način da se prenamjeni proizvodni ili uporabni proces, smanji količina otpada i da se proizvod ponovno koristi. Jedan od načina kako se to može postići je kupovanjem namjernica i stvari koje su upakirane u materijale koji se mogu reciklirati te da materijali ne sadrže aditive koji mogu biti štetni za naše zdravlje i okoliš. Odgovornost na proizvođačima je da se pobrinu za to koliko njihov proizvod pomaže ili odmaže nastanku novog otpada (pakiranja, proces izrade i ostalo), a na nama je da biramo proizvode kojima nećemo povećavati količinu nastalog otpada. Mjere kojima se želi izbjeći ili barem smanjiti količina nastalog otpada možemo podijeliti na izravne i neizravne mjere. U izravne mjere ubrajamo uvođenje ekoporeza i kaucija, poticaj na čistije proizvodnje, maknuti iz uporabe materijale koji nisu poželjni u toku otpada. Neizravne mjere podrazumijevaju razvoj recikliranih materijala i njihovu dostupnost te da je veći udio recikliranih materijala u proizvodima, poticanje građana da kompostiraju u svojim kućanstvima, a kada je to moguće da umjesto kupovanja novog iskoriste stare prepravljene stvari. Kako bi se ove mjere implementirale u svakodnevicu bitna je bolja edukacija građana što pokazuje tablica 6.1. Tablica prikazuje na koji način se potencijalno mogu smanjiti određene vrste otpada. Količine otpadnog papira je moguće smanjiti tako da se više služimo elektronskim sadržajem koji služi u komercijalne svrhe, a kada je potrebno ispisivati dokumente da to radimo dvostrano. Za smanjenje nastanka organskog otpada, posebice hrane koja se baca potrebno je ne pretjerivati s količinama kod pripreme hrane i ne kupovati prevelike količine kvarljivih namjernica. Hrana koja je višak može se darovati u pučke kuhinje, a ostatke koje je nemoguće iskoristiti mogu postati dio kućnog komposta. Ostatak otpada je moguće smanjiti na način da se koriste višekratne opcije umjesto jednokratnih kada je to moguće (na primjer zamjena

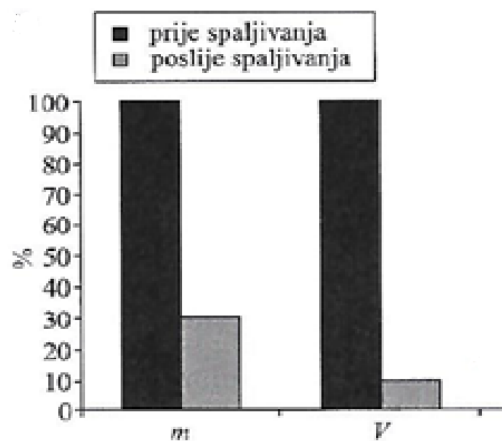
jednokratnih pelena s višekratnima, korištenje platnenih rupčića umjesto papirnatih maramica). Uz to je poželjno popravljanje i servisiranje umjesto odbacivanja i kupovanja novog ili poklanjanje te zamjena kako bi netko drugi ponovno koristio neku stvar/proizvod koja prethodnom vlasniku nije potrebna. Jedan od dobrih primjera su *second hand* dućani te garažne prodaje koje omogućavaju pronalazak novog oporabitelja. [5]

Tablica 6.1 Potencijal smanjenja količina otpada [1]

Prevenција nastalog komunalnog otpada	Prevenција po pojedinoj frakciji		
	Papir	Organski otpad	Ostatak otpada
Promocija kućnog kompostiranja		X	
Zabrane besplatnih komercijalnih materijala (poštanski sandučići)	X		
Opskrba trajnim proizvodima (kutije za kruh)			X
Prevenција nastanka organskog otpada, tzv. „Chicken project“		X	
Bolja edukacija građana	X	X	X
Promocija popravka namještaja – servis za građane			X
Promocija i poticaji servisa za pelene (zamjena jednokratnih pelena višekratnim platnenim)			X
Poticanje <i>second hand</i> dućana za ponovno korištenje tekstila			X
Dvostrano ispisivanje dokumenata na pisačima	X		

Količine otpada se mogu smanjiti na izvoru nastanka, neki proizvodi se mogu ponovno iskoristiti, biootpad može postati dio komposta, no ipak će nastati nešto otpada i ako je moguće taj se otpad treba reciklirati. Recikliranje podrazumijeva sakupljanje proizvoda koji nam više ne služe, ali se mogu ponovno upotrijebiti ili pretvoriti u neki novi proizvod. Kako bi recikliranje otpada bilo moguće potrebno ga je odvajati. Nakon što se otpad sakupi i razvrsta, određuju se klase zatim se sortira. U centrima za reciklažu se od starih stvari rade nove, spremna za upotrebu. [5]

Sav nastali otpad nije moguće reciklirati pa je potrebno pronaći druge načine za iskorištavanje tog otpada kao što je spaljivanje otpada i drugi termički postupci. Velika prednost spaljivanja je što se na taj način znatno smanjuje masa i volumen otpada što je prikazano na slici 6.3. Masa nakon spaljivanja je oko 30% od početne mase prije spaljivanja, a volumen oko 10%. [9]



Slika 6.3 Relativni odnos mase i volumena otpada prije i nakon spaljivanja [9]

Zadnja opcija kod upravljanja otpadom je odlaganje iako to nije trajno rješenje zbrinjavanja otpada jer je i dalje prisutan problem njegova nakupljanja. Zbog toga postoji potreba za pronalaskom adekvatnog trajnog rješenja.

6.2 Spaljivanje otpada kao opcija zbrinjavanja baliranog otpada

Utvrđeno je da odlagališta otpada nisu trajna rješenja u procesu zbrinjavanja otpada, ali se često poseže za tom opcijom jer nastaju velike količine otpada koje nismo u mogućnosti odmah zbrinuti pa ih se privremeno odlaže. Jedna opcija načina zbrinjavanja odloženog baliranog otpada je spaljivanje. Osim što se na taj način znatno smanjuje volumen i masa otpada kao što je prikazano na slici 6.3 pa zauzimaju manje mjesta, na taj način je moguće potpuno uništiti najopasnije materijale. Još jedna prednost ovakvog zbrinjavanja otpada je dobivanje energije spaljivanjem otpada. [9]

Prije spaljivanja miješanog čvrstog komunalnog otpada potrebno je izdvojiti neke otpadne tvari koje ne gore već se tale kao što je staklo. Uz to se izdvaja i hrana iz otpada jer vlaga u njoj smanjuje učinkovitost spaljivanja. Prije ispuštanja dimnih plinova u okoliš potrebno je pročišćavanje tih plinova kako bi se spriječilo onečišćenje. Pepeo koji ostaje nakon spaljivanja potrebno je pravilno zbrinuti prema njegovu sastavu. [9]

7. ZAKLJUČAK

Jedina živa bića koja stvaraju otpad su ljudi. Dok je ljudi bit će i otpada, to je neizbježno, ali tu količinu treba svesti na minimum i pronaći najbolji način za njegovo zbrinjavanje kako se otpad nebi pretvorio u smeće koje je štetno. Bez obzira što ne možemo spriječiti nastajanje otpada, možemo utjecati na način na koji će se taj otpad zbrinuti. Na nama je odgovornost da otpad razdvajamo pri njegovu nastanku pa ga recikliramo i ponovno koristimo. Otpad kojim se gospodari na druge načine treba biti zbrinuti prema određenim mjerama kako nam ne bi škodio. Balirani otpad je dobro privremeno rješenje zbrinjavanja otpada jer zauzima manji prostor, nije skupo i na taj način se može očuvati energetska vrijednost otpada, no nedostatak je što se na taj način ne sprečava razgradnja otpada unutar bale. Problemi se javljaju kad takav otpad stoji na odlagalištima bez daljnjeg plana zbrinjavanja. Na taj način može doći do zagađenja mjesta na kojem se nalazi odlagalište te taj prostor ne može biti prenamijenjen nakon zatvaranja i saniranja odlagališta, kako je prvotno planirano. U Hrvatskoj se baliranje i odlaganje otpada koriste kao metode privremenog zbrinjavanja otpada prije krajnje obrade, a u posljednje tri godine odloženo je otprilike 60% nastalog komunalnog otpada. S obzirom da su to velike količine treba ozbiljno pristupiti rješavanju problema kad su bale odložene dulje od planiranog jer će to ostaviti negativne posljedice koje su se mogle izbjeći.

LITERATURA

- [1] Kalambura, S.: Krička T.; Kalambura D.: „Gospodarenje otpadom 1“, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 2011.
- [2] Vlada Republike Hrvatske: “Odluka o donošenju Izmjena Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine“, s Interneta, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_01_1_1.html, 3.1.2022.
- [3] Margeta, J.: „Upravljanje krutim komunalnim otpadom“, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split, 2017
- [4] Punarić, E. i dr.: “Izješće o komunalnom otpadu za 2021.. godinu“, s Interneta, https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjescia/komunalni/OTP_I_zvje%20C5%A1%C4%87e%20o%20komunalnom%20otpadu%20za%202021.%20godinu_FV.pdf, srpanj 2022.
- [5] Kalambura, S.: Krička T.; Kalambura D.: „Gospodarenje otpadom 2“, Veleučilište Velika Gorica, Osijek, 2018
- [6] Kušević-Vukšić, M.: “Pregled podataka o odlaganju i odlagalištima otpada za 2020. godinu“, s Interneta, https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjescia/komunalni/OTP_2020_IZVJE%20c5%a0%20c4%86E_ODLAGALI%20c5%a0TA_web.pdf, svibanj 2021.
- [7] Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost: “Odlagališta otpada i sanacija“, <https://www.fzoeu.hr/hr/odlagalista-otpada-i-sanacije/7587>, 2022.
- [8] Budiša, M.: “Sanacija odlagališta neopasnog baliranog otpada na lokaciji „Brezje“, grad Varaždin“, s Interneta, https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/ARHIVA%20DOKUMENATA/ARHIVA%20---%20OPUO/2015/elaborat_zastite_okolisa_94.pdf, listopad 2015.
- [9] Briški F.: „Zaštita okoliša“, Element, Zagreb, 2016
- [10] Vlada Republike Hrvatske: “Odluka o donošenju Izmjena Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine“, s Interneta, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_01_1_1.html, 11.1.2017.
- [11] “The Different Types of Recycling Balers Explained“, <https://www.anis-trend.com/recycling-balers/>, 11.3.2021.

SAŽETAK

Kroz ovaj rad obrađena je problematika otpada, točnije baliranog otpada te kakav ima utjecaj na okoliš. Svjesni smo da je nastanak otpada neizbježan stoga ga mora zbrinjavati pravilno. Kroz godine je uspješno smanjena količina proizvedenog otpada te je povećana stopa recikliranog otpada. Takvim tempom ostvarit će se propisani ciljevi, iako izvan planiranog roka. Za dio otpada, miješanog komunalnog otpada, koriste se druga rješenja zbrinjavanja, a jedno od njih je baliranje otpada. Sam proces baliranja nije štetan, a balirani otpad može poslužiti u korisne svrhe. Najveći problem kod baliranog otpada je što često ne postoji plan za njegovo trajno zbrinjavanje pa ono počne imati štetni utjecaj, a to se svakako želi izbjeći. Kroz godine su uspješno zatvorena i sanirana odlagališta, a za neka druga se tek radi plan sanacije.

Ključne riječi: miješani komunalni otpad, bale, baliranje, odlagališta smeća

SUMMARY

This paper deals with the issue of waste disposal, specifically baled waste, and its impact on the environment. We are aware that creating waste is unavoidable, so it must be disposed of properly. Over the years, the amount of produced waste has been successfully reduced and the quantity of recycled waste has increased. At such a pace, the set goals will be achieved, although after the initially planned deadline. For part of the waste, mixed municipal waste, other disposal solutions are used, one of which is waste baling. The baling process itself is not harmful, and the baled waste can be used purposefully. The biggest problem with baled waste is that there is often no plan for its permanent disposal, so it starts to have a harmful effect, which is definitely something to be avoided. Over the years, landfills have been successfully closed and refurbished, while a plan to modernise other is still being developed.

Keywords: mixed municipal waste, bales, baling, garbage disposal sites

POPIS SLIKA

Slika 3.1 Vrsta komunalnog otpada i njihov prosječni udio u ukupnom otpadu (Hickman, 1999) [3]	3
Slika 3.2 Udjeli pojedinih sektora u ukupno nastalom otpadu 2018. godine [2]	4
Slika 3.3 Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH, 1995.-2021. [4]	5
Slika 3.4 Godišnje količine nastalog komunalnog otpada po stanovniku u RH, 1995.-2021. [4] ..	5
Slika 3.5 Odnos količine nastalog komunalnog otpada po stanovniku po županijama i količine nastalog komunalnog otpada po stanovniku za RH, 2021. [4]	7
Slika 3.6 Udio odvojeno sakupljenog komunalnog otpada i miješano sakupljenog komunalnog otpada u RH, 2010.-2021. [4]	8
Slika 3.7 Količine odvojeno sakupljenog otpada u RH, 2015.-2021. [4]	9
Slika 3.8 Odvojeno sakupljeni komunalni otpad u 2021., po vrstama [4]	10
Slika 4.1 Prikaz postupka baliranja otpada [5]	13
Slika 4.2 Uskladištene bale [8]	13
Slika 4.3 Uređaj za baliranje	15
Slika 5.1 Elementi sustava upravljanja otpadom [3]	17
Slika 5.2 Gospodarenje komunalnim otpadom u RH od 2010. do 2015. (HAOP, 2016.) [2]	21
Slika 5.3 Nastali biootpad iz komunalnog otpada i gospodarenja istim, 2012.-2021. [4]	23
Slika 5.4 Procjedna voda uz odložene bale [8]	26
Slika 6.1 Odnos između broja stanovnika i nastalog otpada u 20. stoljeću [9]	27
Slika 6.2 Hijerarhija upravljanja otpadom	28
Slika 6.3 Relativni odnos mase i volumena prije i nakon spaljivanja [9]	30

POPIS TABLICA

Tablica 3.1 Količine nastalog otpada po stanovniku, po županijama [4].....	6
Tablica 3.2 Odvojeno sakupljeni otpad u 2021. godini [4]	9
Tablica 3.3 Količine pojedinih vrsta odvojeno sakupljenog otpada u 2021. godini, po županijama [4]	10
Tablica 3.4 Procijenjeni sastav miješanog otpada u Republici Hrvatskoj, 2015. (Hrvatska agencija za okoliš, 2015.) [3].....	11
Tablica 4.1 Mase bala za različite vrste otpada [5]	14
Tablica 5.1 Odlaganje otpada u RH, razdoblje 2010.-2020. [4]	21
Tablica 5.2 Ukupne količine proizvedenog i odloženog komunalnog otpada za razdoblje 2010.-2021.	22
Tablica 5.3 Prosječni sastav komunalnog (kućnog) otpada koji se odlaže na odlagalištima neopasnog otpada [5].....	23
Tablica 6.1 Potencijal smanjenja količina otpada [5].....	29