

INVESTITOR: „JP Elektroprivreda Srbije Beograd“ Balkanska 13, Beograd
IZRADA STUDIJE: „Duo Bacco“ d.o.o. Beograd, 23, Beograd

ANALIZA TRŽIŠTA DOBAVLJAČA ALTERNATIVNIH GORIVA

**Za izgradnju postrojenja za ko-sagorevanje alternativnog goriva u
TE „Nikola Tesla“ A (blokovima A3, A4 i A5) k.p. 1934/1 K.O. Urovci**



Beograd, Septembar 2023. godine

1. Podaci o naručiocu i autorima studije**INVESTITOR:**

AD „Elektroprivreda Srbije Beograd“ , Balkanska 13 Beograd
v.d. generalnog direktora Dušan Živković

OBRAĐIVAČ STUDIJE:

„Duo Bacco“ d.o.o. Beograd, Brankova 23, Beograd
Direktor: Miroslav Ostojić, dim
Autor studije: Prof. dr Nemanja Stanisavljević

Sadržaj

1	Uvodna razmatranja	4
1.1	Alternativna goriva i tehnologija prerade	4
1.2	Čvrsto regenerisano gorivo SRF ili gorivo dobijeno iz otpada (alternativno gorivo)	6
1.3	Ostatak otpada koji doprinosi alternativnom gorivu	9
1.4	Specifičnosti alternativnih goriva	10
2	Trend ko-proizvodnje alternativnog goriva u EU	16
2.1	Nemačka	16
2.2	Poljska	16
2.3	Austrija	17
3	Potencijalne vrste i količine alternativnih goriva	19
3.1	Kategorije otpada sa potencijalnom kosagorevanja	19
3.2	Komunalni otpad kao potencijalni izvor alternativnog goriva	30
3.3	Vrste i količine komunalnog otpada	31
3.4	Potencijalne količine otpada	33
3.5	Potencijal proizvodnje alternativnih goriva iz otpada za potrebe ko-sagorevanja	47
4	Rezime	48

1 Uvodna razmatranja

1.1 Alternativna goriva i tehnologija prerade

Alternativna goriva u velikoj meri sastoje se od zapaljivih komponenti kao što su plastika, papir, karton, tekstil i ponekad organske materije u zavisnosti od zahteva krajnjeg korisnika. Ostale frakcije otpada koje ne doprinose kvalitetu alternativnih goriva su metali, staklo, pesak i bilo koja druga vrsta inertnog materijala koji nema kalorijsku vrednost. Alternativna goriva se generalno prerađuju iz neopasnih mono ili mešovitih tokova otpada kako bi postali pogodna sirovina za povrat energije. Gorivo se zatim koristi za proizvodnju toplote i zajedničku obradu u različitim industrijama kao što su cement, celuloza i papir, termoelektrane i druge industrije koje koriste peći na visokim temperaturama.

Postoje dve vrste alternativnih goriva dobijenih iz otpada, jedna vrsta ne sadrži organsku frakciju, dok je druga uključuje. U prvom tipu alternativnog goriva, metali i inertni materijali se uklanjaju, a organska frakcija se prosejava i kompostira. Preostale komponente, koje se uglavnom sastoje od plastike, papira i tekstila, prerađuju se u alternativno gorivo stvarajući proizvod visoke kalorijske vrednosti. Druga vrsta alternativnog goriva je napravljena od istog sastava zaostalog otpada, ali uključuje organske materije, koje postaju deo alternativnog goriva kroz proces „biostabilizacije” ili „bio-sušenja”. Ovaj proces omogućava organskim materijama da se podvrgnu delimičnom procesu kompostiranja bez dodavanja vlage. Pošto je kompostiranje egzotermni proces, toplota delimičnog kompostiranja isušuje materijal i oksidira organsku frakciju koja se može truliti, dok ostale organske materije ostaju netaknute. Ovaj biostabilizovani materijal se zatim mehanički obrađuje kroz nekoliko faza „skrininga” da bi se postigla potrebna veličina potrebna za proizvodnju željenog alternativnog goriva. Nivo mehaničke obrade je vođen specifikacijama goriva za tehnologiju sagorevanja koju koristi krajnji potrošač alternativnog goriva.

U pogledu fizičkih karakteristika, alternativna goriva se mogu proizvoditi kao rastresiti materijali ili peletizirane proizvode (pelete). Ovo zavisi od nekoliko faktora uključujući, ali ne ograničavajući se na: blizinu proizvodne jedinice krajnjem kupcu, potrebu da se materijal skladišti pre njegove upotrebe i tipa sistema napajanja u postrojenju za sagorevanje. Generalno, kvalitet proizvedenog alternativnog goriva određuju potrošači, na osnovu njihovih procesnih karakteristika. Pored toga, ne postoje utvrđeni globalni obavezni standardi kvaliteta. Međutim, bilo je pokušaja da se formulišu međunarodni standardi za alternativna goriva. Tokom proteklih nekoliko godina, bilo je nekoliko pokušaja da se alternativno gorivo klasifikuje prema skupu standarda kvaliteta. Na primer, u Evropi su razvijeni standardi kako bi se razlikovala alternativna goriva višeg i nižeg kvaliteta, oni se nazivaju “Solid Recovered Fules” (SRF). Prihvatanje ovih standarda je dobrovoljno, ali kupcima pruža poverenje u kvalitet proizvoda. Osiguranje i pouzdanost proizvoda su suštinski aspekt određivanja potencijalnog

uticaja na zdravlje ljudi i životne sredine, na opremu postrojenja, krajnje korisnike, prihvatanje javnosti i regulatornih organa.

Tehnologija koja se koristi za proizvodnju alternativnih goriva naziva se mehaničko biološki tretman (MBT) ili u posljednje vreme su zastupenja i RDF postrojenja, a ova tehnologija je najprikladnija za mešani otpad koji podleže truljenju. U zavisnosti od zahteva krajnjeg korisnika, MBT se može prilagoditi kako bi se dobio željeni kvalitet goriva. MBT uključuje dve vrste obrade, mehaničku obradu koja uključuje sortiranje, odvajanje, smanjenje veličine, prosejavanje i biološku obradu koja može biti aerobna, anaerobna ili drugi biološki proces koji pretvara biorazgradivi otpad u stabilizovanu organsku materiju.

U narednoj tabeli prikazane su neke od tehnologije za dobijanje alternativnih goriva.

Tabela 1.1 Rezime ključnih tehnologija za dobijanje resursa

Tehnologija proizvodnje	Postrojenje za dobijanje čistih sirovina	Postrojenje za dobijanje zaprljanih sirovina	Mehaničko – biološki tretman	Mehaničko – termički tretman
Karakteristike				
Sirovina	Mešani reciklabili (Otpad iz domaćinstva i komercijalni)	Mešani komunalni otpad	Mešani komunalni otpad (uglavnom iz domaćinstva)	Mešani komunalni otpad (Iz domaćinstva i komercijalni)
Produkti/Izlazi	-Izdvojeni reciklabilni materijali: papir i karton, plastika, staklo, čelik i aluminijum) -Fino staklo za potencijalnu dalju preradu -Ostaci od osvetljenja – potencijal kao alternativno gorivo -Ostatak za deponiju	-Izdvojeni reciklabilni materijali uključujući papir, karton, plastiku, staklo, čelik, aluminijum, građevinski otpad, drvo, zemlja -alternativno gorivo -Ostatak za deponiju	-Zemlja niskog kvaliteta/ kompost -Reciklabilni materijali uključujući tvrdu plastiku, čelik i aluminijum -alternativno gorivo	-Organski bogato vlaknima – nisko kvalitetno zemljište, gorivo -alternativno gorivo iz neorganskih frakcija – za termalni proces -Reciklabili (niskog kvaliteta)

Sastav preostalog otpada uglavnom se sastoji od inertnog, neorganskog otpada koji se ne može reciklirati i neke frakcije organskog otpada, koja nije odvojena na izvoru i završava kao sastav rezidualnog otpada. Kako je cilj dobijanja alternativnog goriva povrat energije iz otpadne plastike, tekstila, papira i organskih materija iz preostalog otpada namenjenog za deponovanje, poželjno je da se nezapaljive zagađujuće supstance poput prljavštine i finih materija minimiziraju kako bi se postigla prihvatljiva kalorijska vrednost. Uklanjanje metala, inertnih materija i vlažne organske frakcije rezultira proizvodom sa većom toplotnom vrednošću. Međutim, postoje ograničenja za maksimiziranje kalorijske vrednosti, kao što je sastav otpadne sirovine. Štaviše, kalorijska vrednost alternativnog goriva je ključni faktor u ispunjavanju zahteva korisnika u pogledu kvaliteta (sadržaj vlage i hlora su drugi zahtevi za kvalitet potrošača) u poređenju sa komunalnim otpadom i drugim gorivima. U tabeli ispod date su kalorijske vrednosti različitih goriva.

Tabela 1.2 Neke od zastupljenih kalorijskih vrednosti različitih vrsti goriva

Tip goriva	Kalorijska vrednost (GJ/t)	
	Neto	Bruto
Ugalj	25,6	26,9
Alternativno gorivo	13,0	18,5
Drvo	12,3	13,9
Komunalni čvrsti otpad	6,7	9,5

1.2 Čvrsto regenerisano gorivo SRF ili gorivo dobijeno iz otpada (alternativno gorivo)

Čvrsto regenerisano gorivo predstavlja tip goriva dobijenih iz otpada, proizvedenih iz tokova neopasnog otpada, koje se razlikuje od „generičkog“ alternativnog goriva po tome što ispunjava zahteve definisane međunarodnim standardima. Drugim rečima, čvrsto regenerisano gorivo je regulisano SRF standardom, a alternativno gorivo (RDF) nije regulisano posebnim standardima osim internim zahtevim potrošača.

Tabela 1.3 Zvanična klasifikacija standardizovanih čvrstih goriva iz otpada SRF

Karakteristike	Jedinica	Klase				
		1	2	3	4	5
Neto kalorijska vrednost	MJ/kg	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Hlor (Cl)	% u masi (d)	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3
Živa (Hg)	mg/MJ (ar)	≤ 0,02 ≤ 0,04	≤ 0,03 ≤ 0,06	≤ 0,05 ≤ 0,10	≤ 0,10 ≤ 0,20	≤ 0,15 ≤ 0,30

Dodatna vrednost čvrstog regenerisanog goriva leži u činjenici da su poznate njegove karakteristike i svojstva. Međutim, to ne znači da je kvalitet čvrstog regenerisanog goriva (SRF) superiorniji od alternativnog goriva, ali podrazumeva se da je kvalitet poznat, dosledan i definisan u skladu sa standardima. Tabela ispod ilustruje odnos između čvrstog regenerisanog goriva i alternativnog goriva.

Tabela 1.4 Rezime pregleda iskustava o proizvodnji alternativnog goriva

Tip alternativnog goriva	Alternativno gorivo sa organskim frakcijama	Alternativno gorivo bez organskih frakcija
Izvor	Komunalni otpad koji odlazi na deponije	
Sastav	-Nereciklabilna plastika -Papir -Tekstil -Suva organska materija	-Nereciklabilna plastika -Papir -Tekstil
Kalorijska vrednost (GJ/t)	13 - 15	
Standardne komponente	-Prostor za prijem komunalnog otpada -Drobnica sa dvostrukom osovinom	

postrojenja za proizvodnju alternativnog goriva	-Rotacioni bubanj -Magnetski separator -Separator gustine vazduha i sušilica -Drobnica sa dvostrukom osovinom za sitnije komponente -Presa za peletiziranje	
Primeri postrojenja za proizvodnju alternativnog goriva	Slovenija	Naziv postrojenja: Snaga Lokacija: Ljubljana, Slovenija Tehnologija: MTB Godišnji kapacitet: 150,000 Tona otpada po godini Ulaz: komunalni čvrst otpad Izlaz: 60,000 Tona čvrstog regenerisanog goriva biogasa u 17,000 MWh električne energije i 36,000 MWh toplote. 7000 tona komposta. Web stranica: http://www.rcero-ljubljana.eu/
	Ujedinjeno Kraljevstvo	Naziv postrojenja: GMWDA & Viridor Laing. Lokacija: Bury, UK Tehnologija: MBT Godišnji kapacitet: 1,35 miliona tona otpada po godini Ulaz: komunalni čvrst otpad Izlaz: 275,000 tona čvrstog regenerisanog goriva Web stranica: http://laing.com/what-we-do/sectors/environmental_infrastructure.html

1.3 Ostatak otpada koji doprinosi alternativnom gorivu

Prema pregledu literature alternativna goriva, plastika, papir, organska materija i tekstil su glavne frakcije komunalnog otpada sa toplotnom vrednošću. Stoga su izdvojene kategorije koje doprinose alternativnim gorivima:

- Papir
- Plastika
- Kompostabilna plastika
- Kompostabilne organske materije
- Nekompostabilne organske materije
- Higijenski otpad iz domaćinstva

Kalorijska vrednost alternativnog goriva

Kalorična vrednost alternativnog goriva je reprezentativna za količinu suve materije različitih frakcija komunalnog otpada i ukupni sadržaj vlage. Očigledno, što je manji sadržaj vlage, veći je sadržaj toplotne energije alternativnog goriva. Pretpostavlja se da će nakon procesa bio-sušenja, sadržaj vlage u alternativnom gorivu biti manji od 20%. Vlaga se takođe može smanjiti upotrebom sredstava za povećanje zapremine kao što su otpad od rezidbe ili piljevina. Istraživanja i praktično iskustvo su pokazali da dodavanje sredstava za povećanje zapremine može značajno poboljšati smanjenje vlage, kao i povećati kalorijsku vrednost alternativnog goriva. Različite frakcije komunalnog otpada imaju različite kalorijske vrednosti. Sledeća tabela prikazuje kalorijsku vrednost glavnih vrsta otpada koji čine većinu sastava komunalnog otpada.

Tabela 1.5 Moguća kalorijska vrednost alternativnog goriva

Komponente	Toplotna vrednost (GJ/t)	Toplotna vrednost (GJ/t) sa 20% vlage)	% Otpada u alternativnom gorivu	Kalorijska vrednost alternativnog goriva (GJ/t) sa 20% vlage
Plastika	46.5	37.2	22%	8
Papir + higijenski otpad	15.8	12.6	37%	4
Organske materije	21.8	17.4	20%	3
Ukupno				15

Gornja tabela pokazuje da cprosečna toplotna vrednost alternativnog goriva sa 20% vlage može biti oko 15 GJ/toni. Plastika koja se ne može reciklirati ima najveću kalorijsku vrednost, a slede organska materija i papir. Dakle, ako se procenat različitih pomenutih materijala poveća ili smanji u zaostalom otpadu, to će imati proporcionalan efekat na kalorijsku vrednost

alternativnog goriva. Ova vrednost od 15 GJ/tona je takođe potvrđena od strane stručnjaka iz industrije koji imaju iskustva u korišćenju alternativnog goriva u svojim postrojenjima.

1.4 Specifičnosti alternativnih goriva

Hemijski sastav

Relativno visok sadržaj natrijuma (Na), kalijuma (K) i hlora (Cl) u alternativnog gorivu u poređenju sa ugljem, može dovesti do povećanog taloženja pepela u kotlovima čiji ekonomski uticaj može zavisiti od korišćene tehnologije, kao i od vrste i udela alternativnog goriva koji se sagorevaju zajedno sa ugljem (stepen supstitucije uglja). Još jedan factor se mora uzeti u obzir prilikom zajedničkog sagorevanja alternativnog goriva sa ugljem je taj što njihov relativno veći sadržaj Cl (npr. za alternativno gorivo može biti oko 1% težine i može ugroziti kvalitet letećeg pepela), čime utiče na njegovu krajnju upotrebu. Leteći pepeo se može koristiti kao tehnički dodatak koji delimično zamenjuje cement u betonu, poboljšava njegove strukturne osobine i smanjuje emisije ugljenika. Promene u kvalitetu letećeg pepela mogu ga učiniti neprikladnim za upotrebu u proizvodnji betona, čime se ograničava njegova ponovna upotreba kao vrednog resursa i utiče na ekonomski, društveno i ekološki značajan sistem koji zavisi od sektora proizvodnje električne energije.

U direktnom zajedničkom sagorevanju, alternativno gorivo se može kombinovati sa ugljem u sistemu sagorevanja na tri načina: korišćenjem (I) istog mlina (tj. opreme za usitnjavanje) i gorionika (tj. mehanička oprema koja sagoreva gorivo u prahu); ili (II) odvojeni mlinovi i isti gorionik, ili (III) odvojeni mlinovi i gorionici, u zavisnosti od karakteristika alternativnog goriva.

Uticaj sadržaja vlage

Mešanje alternativnog goriva sa ugljem u postojećoj opremi za preradu uglja (npr. mlinovi uglja, drobilice, itd.), korišćenje istog ili odvojenog mlina ali istog gorionika može dovesti do brojnih nedostataka zbog razlika u njihovom sadržaju vlage. Alternativno gorivo ima veći sadržaj vlage od uglja, što može značajno da varira u zavisnosti od izvora i varijacija u uslovima ponovne upotrebe, skladištenja, sušenja i prerade. Visok sadržaj vlage može dovesti do problema sa paljenjem i smanjenja maksimuma temperatura sagorevanja. Ovo može otežati sagorevanje alternativnog goriva i dovesti do emisija CO, stvaranjem čađi (nesagoreli fini ugljenični materijal) i stvaranjem i emisijama policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH), što je sve povezano sa visokim ekološkim troškovima, kao i sa ekološkim posledicama po društvo.

Uticaj nasipne gustine i veličine čestica

Čestice alternativnog goriva se mogu aglomerirati tokom njihovog ubrizgavanja u reaktor, što je fenomen koji povećava njihovu efektivnu prosečnu veličinu i smanjuje efikasnost

procesa. Međutim, generalno je potrebno izvesno smanjenje veličine kako bi se izbegao rizik od nepotpunog sagorevanja i pratećih nedostataka. Kada veličine delova/čestica goriva ne variraju previše, može se koristiti isti sistem dovoda. Međutim, ako distribucija čestica goriva uveliko varira, onda se obično koristi odvojeni sistem za napajanje alternativnih goriva, na račun visokih investicionih i operativnih troškova i troškova održavanja, kako bi se postigle uporedive stope sagorevanja sa ugljem.

U narednoj tabeli dati su primeri izvora ulaznih materijala za proizvodnju alternativnih goriva.

Tabela 1.6 Izvori ulaznog materijala za proizvodnju alternativnih goriva

1. Neopasni industrijski otpad	1.1 otpad iz poljoprivrede, hortikulture, akvakulture, šumarstva, lova i ribolova	1.1.1 plastični otpad (osim ambalaže)
		1.1.2 apsorbovani urin i stajnjak (uključujući pokvarenu slamu), odvojeno sakupljeni i tretirani
		1.1.3 ostali neopasni otpad
	1.2 otpad iz proizvodnje i prerade celuloze, papira i kartona	1.2.1 mehanički izdvojeni otpad od pulpe otpadnog papira i kartona
		1.2.2 otpad od vlakana, mulj od vlakana, punila i premaza od mehaničkog odvajanja
		1.2.3 ostali neopasni otpad
	1.3 otpad od prerade drveta, proizvodnje ploča i nameštaja	1.3.1 neopasni drveni otpad od hemijski tretiranog drveta
		1.3.2 ostali neopasni otpad
	1.4 otpad iz tekstilne industrije	1.4.1 otpad od kompozitnih materijala (impregnirani tekstil, elastomer, plastomer)
		1.4.2 otpad od neprerađenih tekstilnih vlakana
		1.4.3 otpad od prerađenih tekstilnih vlakana
		1.4.4 ostali neopasni otpad
	1.5 otpad iz organskih hemijskih procesa	1.5.1 plastični otpad (osim ambalaže)
		1.5.2 čvrsti otpad osim čvrstog otpada koji sadrži - opasne materije
		1.5.3 ostali neopasni otpad
	1.6 otpad od oblikovanja i fizičko-mehaničke - površinske obrade plastike	
	1.7 ambalažni otpad	1.7.1 Papirna i kartonska ambalaža
		1.7.2 plastična ambalaža
		1.7.3 drvena ambalaža
		1.7.4 kompozitno pakovanje
		1.7.5 mešano pakovanje
		1.7.6. tekstilna ambalaža
	2.1 drvo i plastika	2.1.1 drvo
		2.1.2 plastika (osim ambalaže)

2. Neopasni građevinski otpad i otpad od rušenja	2.2 bitumenske mešavine, katran uglja i katranski -	2.2.1 bitumenske mešavine koje se ne smatraju opasnim otpadom
	2.3 ostali građevinski otpad i otpad od rušenja	2.3.1 izolacioni materijali (poliuretan i polistiren) 2.3.2 mešoviti građevinski otpad i otpad od rušenja
3. Neopasni otpad iz objekata za upravljanje otpadom	3.1 otpad od aerobnog tretmana čvrstog otpada	3.1.1 nekompostirana frakcija komunalnog i sličnog otpada 3.1.2 nekompostirana frakcija životinjskog i biljnog otpada
	3.2 otpad od aerobnog tretmana čvrstog otpada	3.2.1 nesvarljiva frakcija komunalnog, industrijskog i drugog otpada
	3.3 mulj iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda	3.3.1 mulj od tretmana gradskih otpadnih voda
		3.3.2 ostali čvrsti otpad od tretmana gradskih otpadnih voda
		3.3.3 mulj od tretmana industrijskih otpadnih voda
		3.3.4 ostali neopasni čvrsti otpad od tretmana industrijskih otpadnih voda
	3.4 otpad od mehaničkog tretmana otpada (na primer sortiranje, drobljenje, sabijanje, peletiranje)	3.4.1 otpad od papira i kartona
		3.4.2 tekstilni otpad
		3.4.3 drveni otpad
		3.4.4 plastični i gumeni otpad
		3.4.5 ostali neopasni otpad (uključujući mešavine materijala) od mehaničkog tretmana otpada
	3.5 otpadna vozila iz različitih transportnih sredstava (uključujući terenske mašine) i otpad	3.5.1 gume na kraju životnog veka
		3.5.2 plastični otpad (osim ambalaže)
		3.5.3 ostali neopasni otpad od otpadnih vozila
4. Neopasni otpad iz postrojenja za reciklažu materijala	4.1 odbačene frakcije iz objekata za reciklažu materijala, koji nisu drugačije pomenuti	4.1.1 otpad od papira i kartona
		4.1.2 tekstilni otpad
		4.1.3 drveni otpad
		4.1.4 plastični otpad
		4.1.5 ostali neopasni otpad iz postrojenja za reciklažu materijala
5. Neopasni komunalni čvrsti otpad ili sličan neopasan - komercijalni otpad	5.1 rezidualni opštinski čvrsti otpad	
	5.2 kabasti otpad	5.2.1 drveni otpad
		5.2.2 plastični otpad (osim ambalaže)
		5.2.3 mešani zapaljivi kabasti otpad
	5.3 ostali čvrsti komunalni otpad ili sličan komercijalni	5.3.1 otpad sa tržišta
		5.3.2 otpad iz parkova i vrtova

6. Neopasni otpad koji nije drugačije naznačen u listi	bilo koji neopasan otpad koji nije definisan gore navedenim indeksnim brojevima, koji će odrediti dobavljač
--	---

U sledećoj tabeli daje je vizuelni prikaz mogućih alternativnih goriva iz otpada.

Tabela 1.7 Vizuelni prikaz alternativnih goriva iz otpada

Uzorak	Masa	Opis	Slika
1	138 g	Ulazni materijal: Paperjasti otpadni materijal pomešan sa malim komadima plastičnog papira.	
2	210 g	Srednji materijal: Veoma mali materijal veličine polupeleta sa vidljivim malim komadima plastike.	
3	180 g	Peleti: Približno 1 cm dugački peleti prečnika 0,5 cm.	

U narednoj tabeli dat je prikaz graničnih vrednosti pojedinih komponenti u otpadu za su-spaljivanje.

Tabela 1.8 Granične vrednosti pojedinih komponenti u otpadu za su-spaljivanje (Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. glasnik RS, br. 56/2010, 03/2019 i 39/2021))

Parametar	Jedinica	Granična vrednost u otpadu koji je sagorljiv	Granična vrednost u otpadu koji se suspaljuje kao alternativno gorivo	Granična vrednost u otpadu koji se suspaljuje radi energetskega ponovnog iskorišćenja	
				Otpaci i ostaci od plastike, papira, drveta, tekstila - visoko kalorijska frakcija iz komunalnog otpada	Otpad od korišćenja ulja, rastvarača, lakova
Kalorijska vrednost	MJ/kg	-	>8	>8	>8
Ukupni sumpor, S	%	-	3	-	-
Ukupni hlor, Cl	%	1 ²	2	2	-
Ukupni fluor, F, brom, Br i jod, J	%	-	0.5	0.5	0.5
Ukupni halogeni izraženi kao hlor, Cl	%	-	2	2	2
Arsen, As	mg/kg	15 ²	15 ²	15	20
Antimon, Sb	mg/kg	5 ²	5 ²	20 (200) ¹	100
Bakar, Cu	mg/kg	100 ²	100 ²	500	500

Barijum, Ba	mg/kg	-	200 ²	-	-
Berilijum, Be	mg/kg	5 ²	5 ²	2	2
Vanadijum, V	mg/kg	100 ²	100 ²	25	10
Živa, Hg	mg/kg	0.5 ²	0.5 ²	2	2
Kadmijum, Cd	mg/kg	2 ²	2 ²	10	10
Kalaj, Sn	mg/kg	10 ²	10 ²	70	100
Kobalt, Co	mg/kg	20 ²	20 ²	100	25
Nikl, Ni	mg/kg	100 ²	100 ²	200	100
Olovo, Pb	mg/kg	200 ²	200 ²	500	800
Telur, Tl	mg/kg	3 ²	3 ²	10	5
Hrom ukupan, Cr	mg/kg	100 ²	100 ²	300	300
Cink, Zn	mg/kg	400 ²	400 ²	-	-
PCB	mg/kg	50 ²	30	30	50
Viskozitet na 20 °C - odnosi se na otpadna ulja	cp	-	250	-	-

¹PET, poliester

²na 25 MJ/kg. Vrednosti su date na osnovu niže kalorijske vrednosti otpada. Vrednost 25 MJ/kg se odnosi na kalorijsku vrednost kamenog uglja. Ako je kalorijska vrednost otpada veća ili manja od 25 MJ/kg dopustivost sadržaja teških metala i ostalih zagađujućih materija se menja proporcional

2 Trend ko-proizvodnje alternativnog goriva u EU

Zajedničko sagorevanje uglja sa alternativnim gorivom smatra se načinom za smanjenje oslanjanja na ugalj i njegovih pratećih negativnih uticaja. Zajedničko sagorevanje se može postići putem tri metode: direktnog zajedničkog paljenja, paralelnog kopaljenja i indirektnog kopaljenja. Potencijalne koristi za životnu sredinu od korišćenja alternativnog goriva i/ili alternativnih goriva za zajedničko sagorevanje u industriji su smanjenje emisije ugljenika i smanjenje drugih vrsta zagađivača vazduha zbog njihovog niskog sadržaja azota i sumpora.

Unutar svake države članice Evropske unije, proizvodnja alternativnog goriva i njena primena je manje-više uspostavljena. Alternativnim gorivom trguje se kao i bilo kojim drugom gorivima između različitih država. Dalje u tekstu dat je pregled tržišta čvrstog alternativnog goriva u nekim zemljama EU.

2.1 Nemačka

Do 2005. godine deponija je bila dostupna opcija za odlaganje otpada u Nemačkoj, nakon čega je zabranjena. Međutim, pre nego što je postavila zabranu odlaganja na deponije, Nemačkoj je trebalo više od 10 godina od 1993. do 2005. da donese regulatorni okvir za reciklažu i proizvodnju alternativnog goriva. Ovo je ustupilo mesto drugim tehnologijama tretmana, (osim spaljivanja), poput mehaničkog biološkog tretmana (MBT) za proizvodnju alternativnog goriva. Vođeni komercijalnim i ekološkim intencijama, potencijalni kupci alternativnog goriva, kao što su elektrane, čeličane i fabrike cementa, prihvatili su ove vrste materijala, kao alternativno gorivo. U nekim periodima, alternativna goriva su dostizala cenu od 30-50 evra po toni, gde se trenutne cene kreću u opsegu -20 do +20 evra po toni. Nemačka vlada je odobrila planove za napuštanje proizvodnje električne energije na bazi lignita, što je još jedan faktor u korist alternativnog goriva. Do 2008. Nemačka je zamenila 54% svog konvencionalnog goriva koje se koristi u industriji cementa alternativnim gorivom. Izraz SRF gorivo u Nemačkoj se koristi za gorivo koje je posebno napravljeno od tokova komunalnog otpada koji je adekvatno tretiran za upotrebu uglavnom u postrojenjima za ko-preradu. SRF goriva koja su u skladu sa definisanim standardizovanim kvalitetom

.

2.2 Poljska

Poput nemačkog tržišta, poljsko tržište alternativnog goriva takođe je bilo vođeno regulatornim okvirom koji je dopunjen direktivom EU nakon pristupanja Poljske Evropskoj uniji 2004. godine. U Poljskoj je upotreba alternativnih izvora goriva za industrijsku preradu doživela brz rast u poslednje dve decenije čineći industriju cementa najvećim faktorom koji doprinosi nacionalnim ciljevima smanjenja otpada. Ovaj trend se uglavnom može objasniti sa dva ključna faktora:

- Povećani propisi i porezi na upravljanje otpadom: Da bi se uskladili sa relevantnim direktivama Evropske unije, poljski propisi o otpadu su postojano primenjivani od 1990-ih (npr. Okvirna direktiva o otpadu, Direktiva o spaljivanju otpada, Direktiva o deponijama). To je podrazumevalo povećanje državnih taksi na odlaganje komunalnog otpada i zabranu odlaganja odvojeno sakupljenog otpada koji može da se sagoreva u 2013. godini, što je povećalo pritisak na kompanije za upravljanje otpadom da investiraju u alternativna rešenja. Istovremeno, subvencije iz Evropske unije i domaćih fondova omogućile su stvaranje neophodne infrastrukture, na primer, implementaciju linija za usitnjavanje otpada za proizvodnju alternativnog goriva.
- Spremnost privatnog sektora: Podstaknute novim poreskim propisima, poljske kompanije za upravljanje otpadom su u velikoj meri investirale u infrastrukturu za zajedničku obradu. Pored toga, industrija cementa u Poljskoj je aktivno podsticala kompanije za upravljanje otpadom da razviju postrojenja koja tretiraju čvrsti komunalni otpad za proizvodnju alternativnog goriva. U nekim slučajevima, ove investicije su podeljene između cementara i postrojenja za pripremu alternativnog goriva i nastala su nova partnerstva između lokalnih preduzetnika, međunarodnih kompanija i investicionih fondova. Dugoročni ugovori između kompanija za upravljanje otpadom i industrije cementa dodatno su obezbedili sigurnost planiranja, što je podstaklo okruženje pogodno za ulaganja.

Trenutna stopa termičke supstitucije u poljskoj industriji cementa je trenutno iznad 60% – pri čemu neke cementare koriste i do 85% alternativnih goriva – od kojih je 70-80% od komunalnog otpada (preostala alternativna goriva su napravljena od guma i mulja od tretmana otpadnih voda). Ova stopa daleko premašuje globalni i evropski prosek upotrebe alternativnog goriva. Industrija cementa je najveći potrošač prerađenog otpada kao goriva u Poljskoj, sa skoro 1,5 miliona tona godišnje, za koji se očekuje da će se u narednim godinama dodatno povećati na 2 miliona tona. Predviđa se da će industrija cementa apsorbovati oko jedne trećine ukupnog očekivanog budućeg kapaciteta za preradu alternativnog goriva u Poljskoj. Da bi ostale konkurentne, poljske cementare ulažu u nove tehnologije i inovativna rešenja za dalje smanjenje troškova pripreme alternativnog goriva i jačanje upotrebe manje pripremljenog otpada. U 2016, procenjeno je da je oko 1 milion tona uglja zamenjeno alternativnim gorivom u poljskoj proizvodnji cementa, što je dovelo do smanjenja emisije od 2,5 miliona tona CO₂ godišnje.

2.3 Austrija

Koinsineracija alternativnog goriva bogatog plastikom postalo je važno sredstvo u upravljanju otpadom u Austriji. Lafarge Austria prvi put je počeo da koristi alternativna goriva u jednoj od svojih fabrika 1996. godine, od tada je austrijska cementna industrija postigla stope zamene fosilnih goriva do 80%. Zahtevi za usaglašenost sa zakonima, garanciju snabdevanja, kvalitet proizvoda kao i obezbeđenje kvaliteta su važni preduslovi za upotrebu alternativnih goriva u

industriji cementa. U Austriji, definicija alternativnog goriva data je u pravno obavezujućem Pravilniku o spaljivanju otpada. Nakon adekvatnog i opsežnog prethodnog tretmana u različitim postrojenjima za preradu i primene strogo definisanog kvaliteta mere osiguranja, različiti neopasni i/ili opasni otpadni materijali iz domaćinstava, trgovine i industrije mogu se koristiti kao alternativno gorivo u postrojenjima za suspaljivanje. Gore navedeni austrijski pravilnik pravno definiše zahteve kvaliteta koji se primenjuju na različite aplikacije alternativnih goriva.

Cene alternativnih goriva u inostranstvu mogu značajno da variraju. Opseg cena iz uvoza koji je relevantan se može kretati od 5 EUR/toni do -15 EUR/toni. Situacija na domaćem tržištu je nešto drugačija. Trenutno ne postoji razvijeno tržište alternativnih goriva u Srbiji zbog ne dekompletno uspostavljenog sistema za upravljanje otpadom. Postoji solidan potencijal ali postojeća infrastruktura za sakupljanje i/ili tretman ne omogućava njegovu proizvodnju. Na osnovu aktuelne situacije, da bismo dobili imalo alternativnih goriva (ili kategorija otpada koje se mogu kospaljivati) iz Srbije trenutno se mogu razmatrati cene od 40-80EUR/toni. Ova vrednost ima tendenciju smanjenja sa razvojem sistema za upravljanje otpadom u Srbiji i uspostavljanjem regionalnih centara. Uzevši u obzir celokupnu situaciju i stanje tržišta i cena alternativnih goriva u inostranstvu i Srbiji vrednost goriva koja se može uzeti u obzir razmatrati je od 20-25 EUR/toni.

3 Potencijalne vrste i količine alternativnih goriva

3.1 Kategorije otpada sa potencijalnom kosagorevanja

U narednoj tabeli i na graphicima prikazanim u ovom poglavlju dat je sumirani prikaz indeksnih brojeva otpada koji se može upotrebljavati kao alternativno gorivo za potrebe kosagorevanja. Takođe u tabeli je dat prikaz generisanih količina u Srbiji u periodu od 2018 do 2022, kao i prosek generisanja otpada za dati period.

Tabela 2.1 Kategorije otpada i potencijalne količine za potrebe kosagorevanja u Republici Srbiji

Grupa	Indeksni broj	Opis	2018	2019	2020	2021	2022	Prosečna vrednost	Procenat (%)
			t/god						
2	02 01 04	Otpadna plastika (isključujući ambalažu)	19	17	20	11	18	17	0.1
	02 01 07	Otpadi iz šumarstva			200			40	0.2
	02 02 03	Materijali nepodobni za potrošnju ili obradu	1400	2700	1700	1700	1440	1788	6.8
	02 03 04	Materijali nepodobni za potrošnju ili obradu	2900	5100	6000	8400	14000	7280	27.7
	02 03 99	Otpadi koji nisu drugačije specificirani	8900	9400	9500	9000	9000	9160	34.8
	02 05 01	Materijali nepodobni za potrošnju ili obradu	6000	4200	3500	3800	2000	3900	14.8
	02 06 01	Materijali nepodobni za potrošnju ili obradu	2900	3200	3200	4100	4200	3520	13.4
	02 07 04	Materijali nepodobni za potrošnju ili obradu	1000	400	200	100	1300	600	2.3
	Ukupno		23119	25017	24320	27111	31958	26305	100
	03 01 01	Otpadna kora i pluta				1000	1500	500	1.1
	03 01 05	Piljevine, iverje, strugotine, drvo, iverica i furnir koji sadrže opasne supstance drugačije od navedenih u 03 01 04	13000	15300	16500	24000	23000	18360	41.3

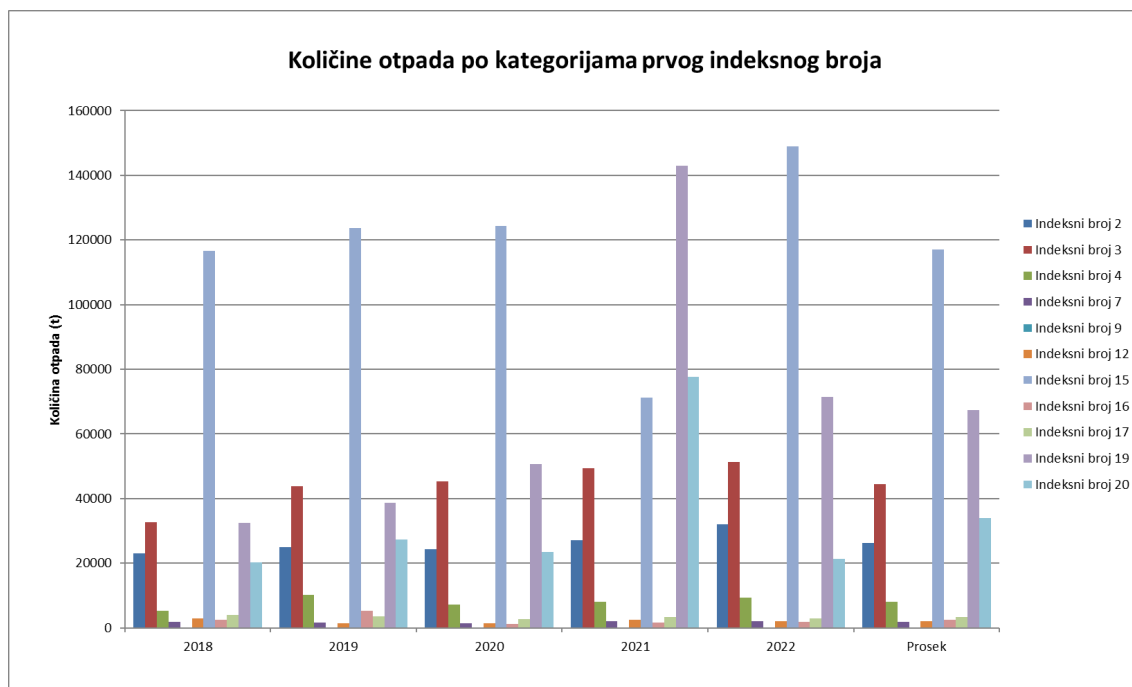
3	03 01 99	Otpadi koji nisu drugačije specificirani	1200	1400	1500	1300	600	1200	2.7
	03 03 01	Otpad od kore i drveni otpad	1000	600	400	1200	1000	840	1.9
	03 03 05	Muljevi od uklanjanja štamparskih boja u procesu reciklaže papira otpadnog papira i kartona						0	0
	03 03 07	Mehanički izdvojeni nepotrebni sastojci pri proizvodnji pulpe od otpadnog papira i kartona	13000	19000	17500	9800	7100	13280	29.9
	03 03 08	Otpad od sortiranja papira i kartona namenjenih reciklaži	4500	7500	9500	12000	18000	10300	23.2
	Ukupno		32700	43800	45400	49300	51200	44480	100
4	04 01 09	Otpadi od krojenja i završne obrade	200	400	500	900	2000	800	10
	04 02 09	Otpad od mešovitih materijala (impregnirani tekstil, elastomer, plastomer)	200	5000	2000	2500	2300	2400	30
	04 02 10	Organska materija iz prirodnih proizvoda (npr.mast, vosak)						0	0
	04 02 15	Otpadi iz završne obrade drugačiji od onih navedenih u 02 04 14	0.15	0.1	45			9.05	0.1
	04 02 17	Boje i pigmenti koji sadrže opasne supstance drugačiji od onih navedenih u 04 02 16						0	0

	04 02 21	Otpadi od neprerađenih tekstilnih vlakana	40	30	70	50	5	39	0.5
	04 02 22	Otpadi od prerađenih tekstilnih vlakana	4500	4400	4000	4000	4000	4180	52.3
	04 02 99	Otpadi koji nisu drugačije specificirani	300	300	500	700	1000	560	7
	Ukupno		5240	10130	7115	8150	9305	7988	100
7	07 02 13	Otpadna plastika	1900	1700	1500	2000	2000	1820	100
	Ukupno		1900	1700	1500	2000	2000	364	100
9	09 01 07	Fotografski film i papir koji sadrži srebro ili jedinjenja srebra	5	5	2	1	4	3	4
	09 01 08	Fotografski film i papir koji ne sadrži srebro ili jedinjenja srebra	100	50	150	50	50	80	96
	Ukupno		105	55	152	51	54	83.4	100
12	12 01 05	Obrada plastike	3000	1500	1500	2500	2000	2100	100
	Ukupno		3000	1500	1500	2500	2000	420	100
15	15 01 01	Papirna i kartonska ambalaža	75000	81000	80000	22000	97000	71000	60,7
	15 01 02	Plastična ambalaža	18000	19000	19000	20000	22000	19600	16.8
	15 01 03	Drvena ambalaža	18000	18000	20000	24000	25000	21000	18
	15 01 05	Kompozitna ambalaža	4000	4500	4000	3600	3400	3900	3.3
	15 01 06	Mešana ambalaža	1500	1000	990.4	1200	1300	1198	1
	15 01 09	Tekstilna ambalaža	11	5	10	15	15	11	0
	15 02 03	Apsorbenti, filterski materijali, krpe za brisanje i zaštitna odeća drugačiji od onih navedenih u 15 02 02	100	200	250	400	300	250	0.2

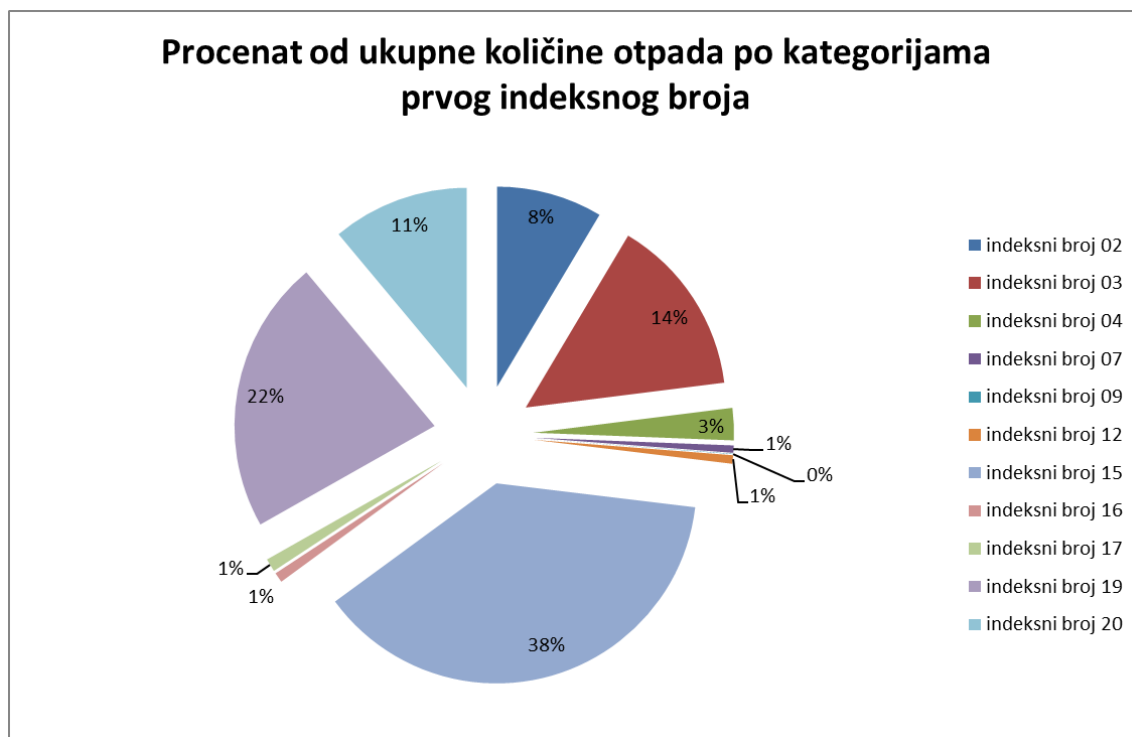
	Ukupno		116611	123705	124250	71215	148995	116959	100
16	16 01 19	Plastika	400	250	200	200	250	260	10.5
	16 01 22	Komponente koje nisu drugacije specificirane	25	30	10	15	60	28	1.1
	16 01 99	Otpadi koji nisu drugačije specificirani	2000	5000	1000	1500	1500	2200	88.4
	Ukupno		2425	5280	1210	1715	1810	2488	100
17	17 02 01	Drvo	1500	800	500	1000	900	940	29
	17 02 03	Plastika	400	400	500	400	400	420	13
	17 03 02	Bituminozne mešavine drugačije od onih navedenih u 17 02 01	100	10	40	30	30	42	1
	17 04 11	Kablovi drugačiji od onih navedenih u 17 04 10	2000	2300	1700	1800	1500	1860	57
	Ukupno		4000	3510	2740	3230	2830	3262	100
19	19 02 10	Sagorljivi otpadi drugačiji od onih navedenih u 19 02 08 i 19 02 09	1			5		1	0
	19 02 06	Muljevi iz fizičko/hemijskog tretmana drugačiji od onih navedenih u 19 02 05	300	1000	400	1000	200	580	1
	19 08 05	Muljevi od tretmana urbanih otpadnih voda	2000	6600	3700	14000	7500	6760	10
	19 09 02	Muljevi od bistrenja vode	600	15	30	8	15	133	0
	19 09 03	Muljevi od dekarbonizacije vode		5	10		400	83	0
	19 12 01	Papir i karton	8600	5600	5000	11000	14000	8840	13
	19 12 04	Plastika i guma	7500	8500	9000	85000	9000	23800	35

	19 12 07	Drvo drugačije od onog navedenog u 19 12 06	400	400	500	200	1000	500	1
	19 12 08	Tekstil	500	1000	500	800	1500	860	1
	19 12 10	Sagorljivi otpad	4500	8000	24000	26000	33000	19100	28
	19 12 12	Drugi otpadi (uključujući mešavine materijala) od mehaničkog tretmana otpada drugačijih od navedenih u 19 12 11	9000	8500	8000	6000	5500	7400	11
	Ukupno		33401	39620	51140	144013	72115	68058	100
20	20 01 01	Papir i karton	15000	24000	18000	20000	19000	19200	56
	20 01 10	Odeća	15	2	1	3	2	4.6	0
	20 01 11	Tekstil	200	50	50	100	200	120	0
	20 01 38	Drvo drugačije od onog navedenog u 20 01 37	2500	800	3000	25000	900	6440	19
	20 01 39	Plastika	1000	1200	1500	32000	1200	7380	22
	20 03 99	Komunalni otpadi koji nisu drugačije specificirani	1600	1300	1000	500	100	900	3
	Ukupno		20315	27352	23551	77603	21402	34045	100

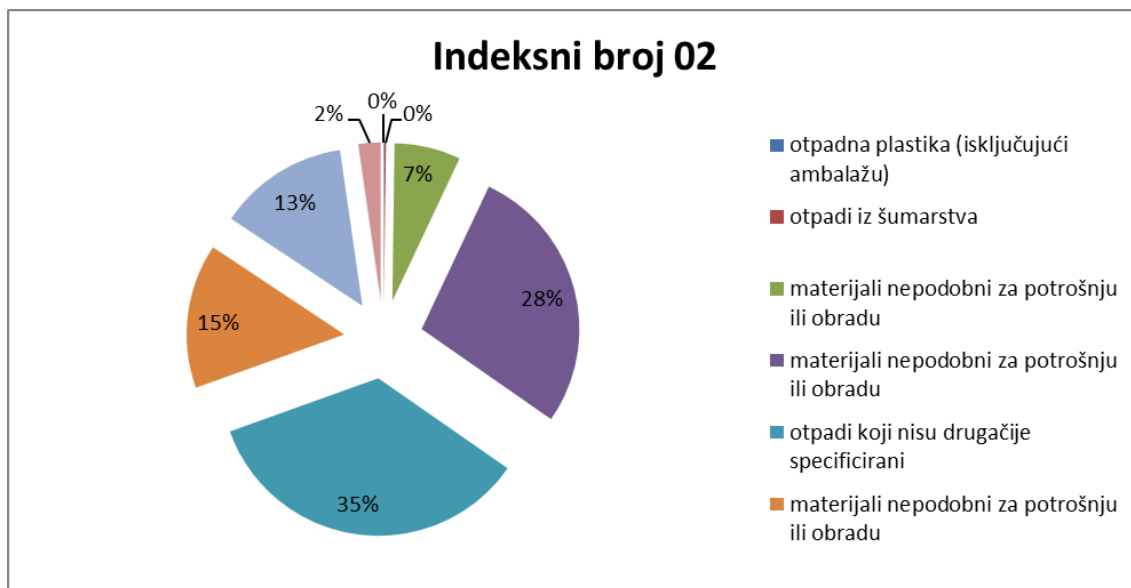
U nastavku je izložen prikaz količina otpada po kategorijama prvog indeksnog broja predstavljen po godinama i proseku, procentualni udeo količina otpada po kategorijama prvog indeksnog broja, kao i procentualni udeo različitih kategorija unutar svakog indeksnog broja.



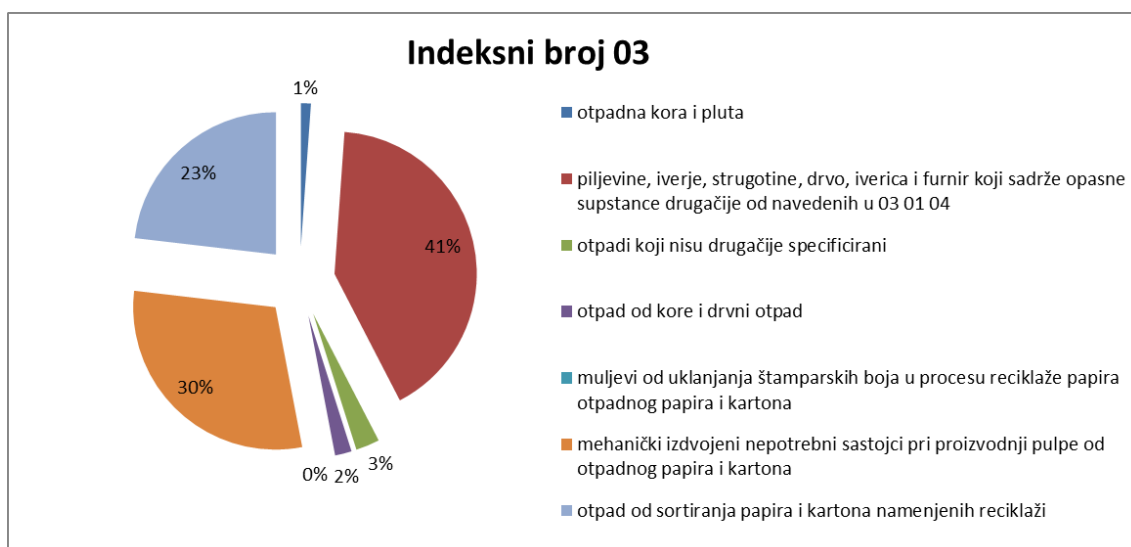
Slika 2.1 Prikaz količina po kategorijama prvog indeksnog broja predstavljen po godinama i proseku



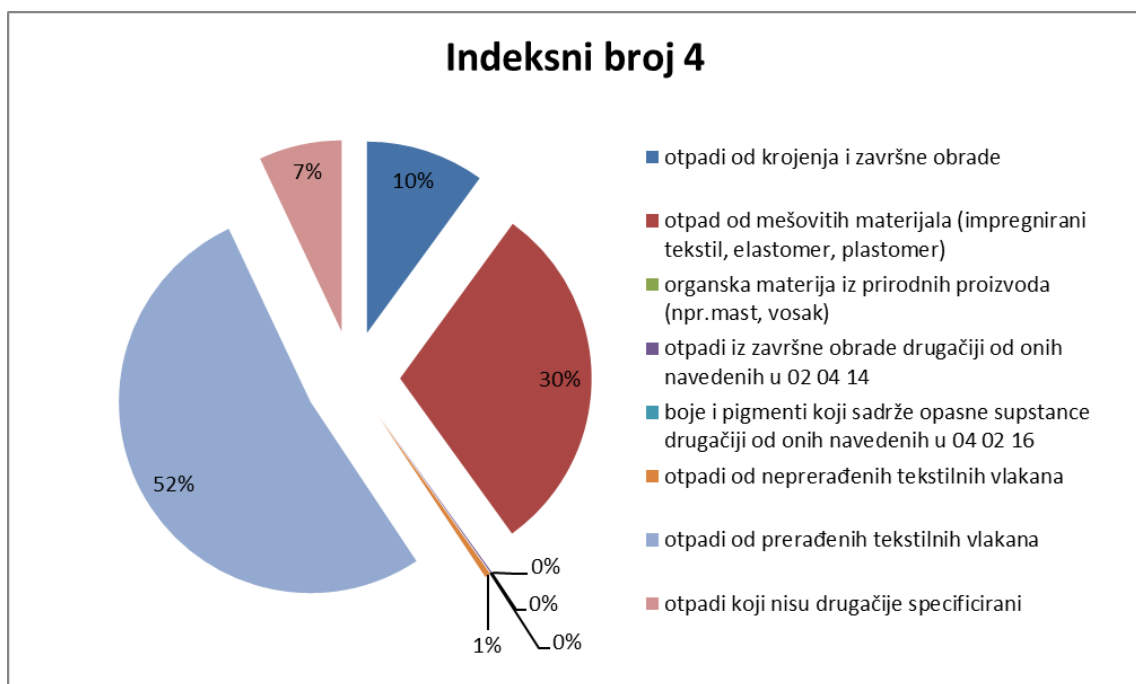
Slika 2.2 Prikaz procentualnog udela količina otpada po kategorijama prvog indeksnog broja



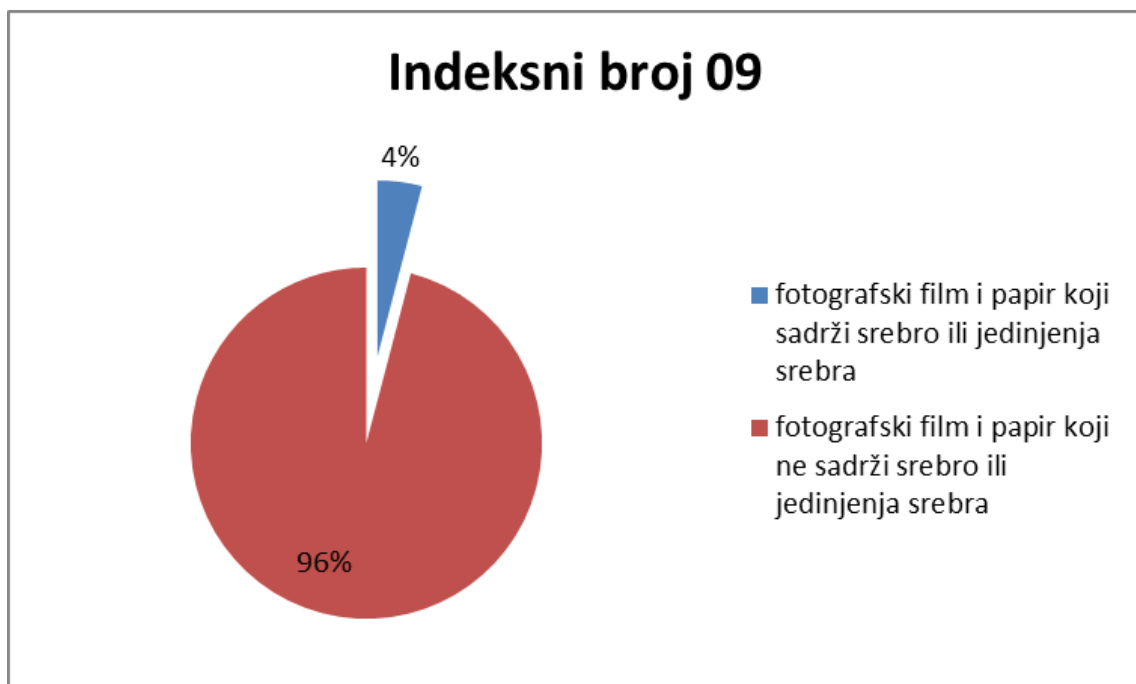
Slika 2.3 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 02



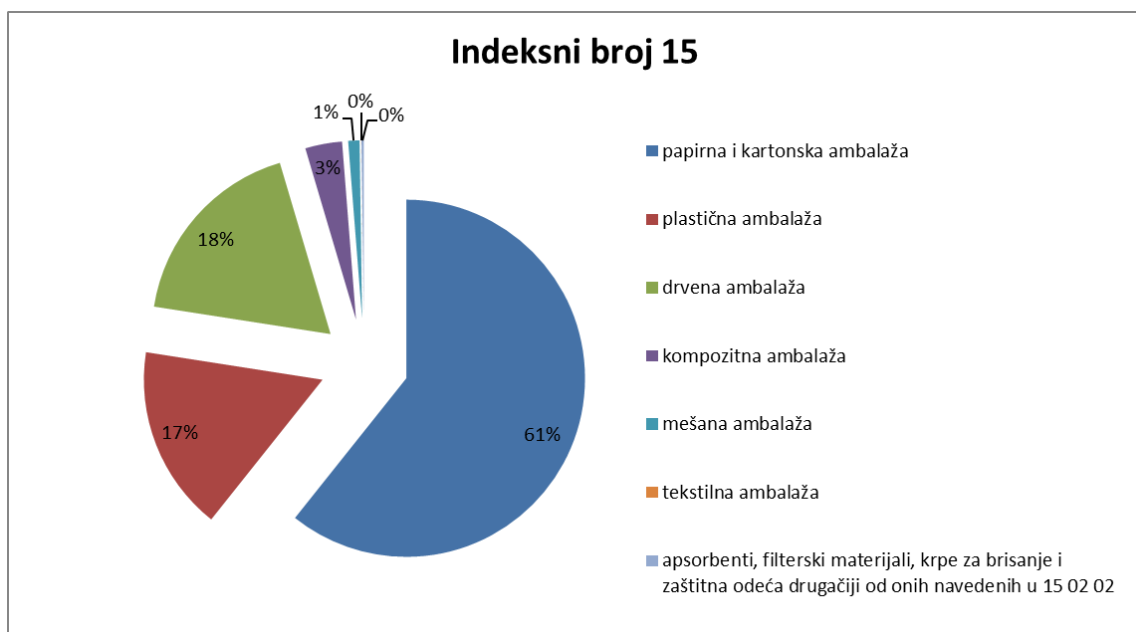
Slika 2.4 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 03



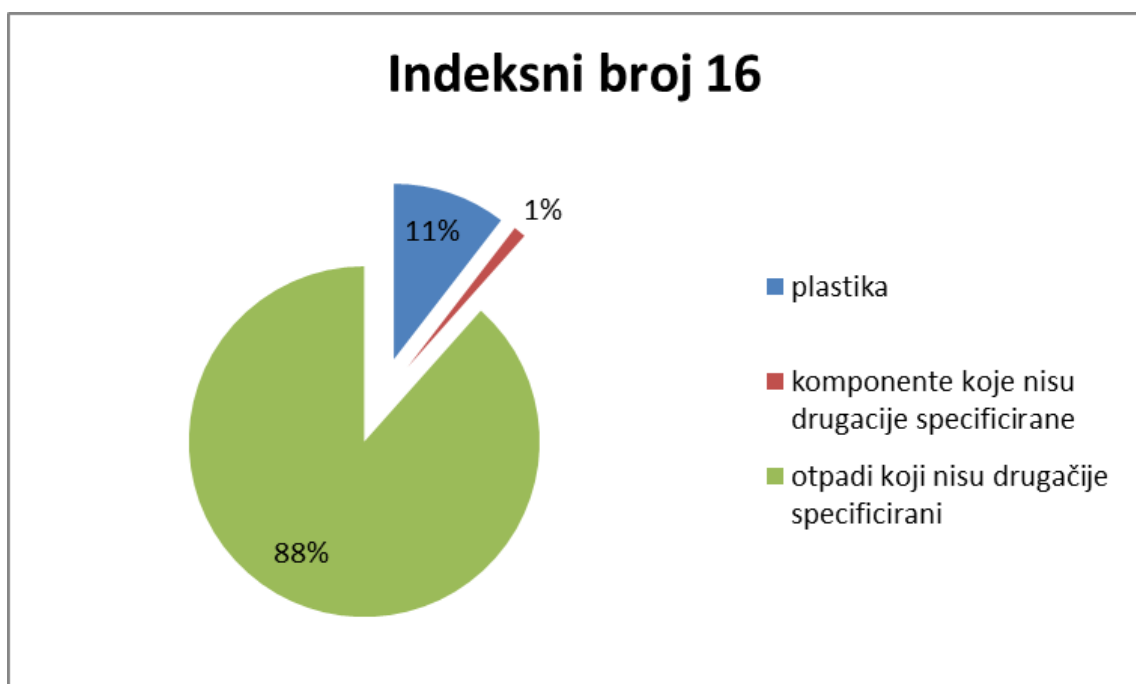
Slika 2.5 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 04



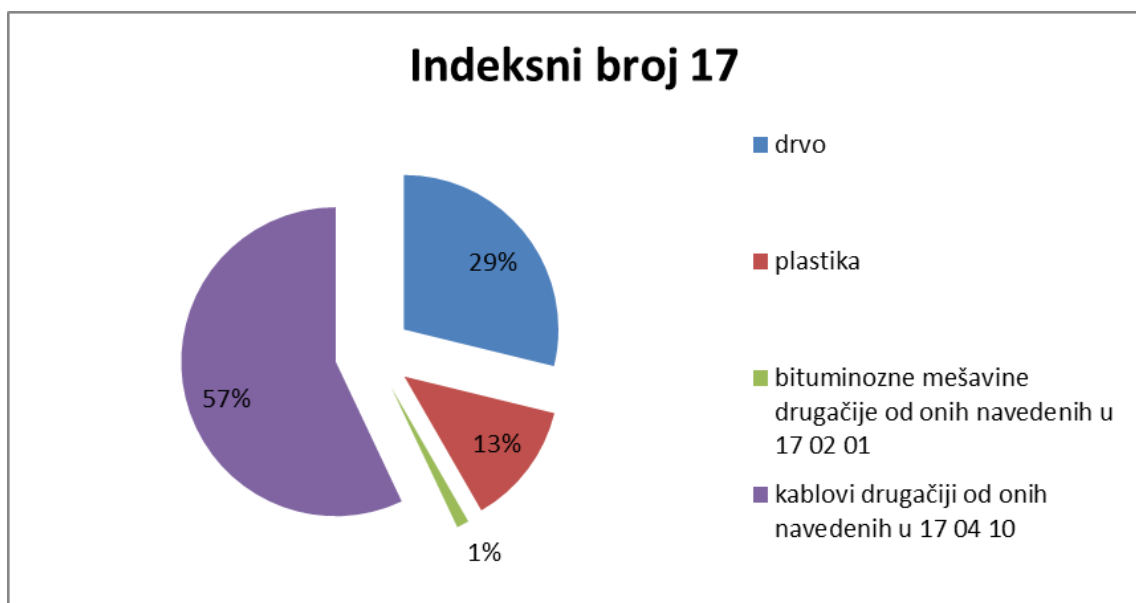
Slika 2.6 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 09



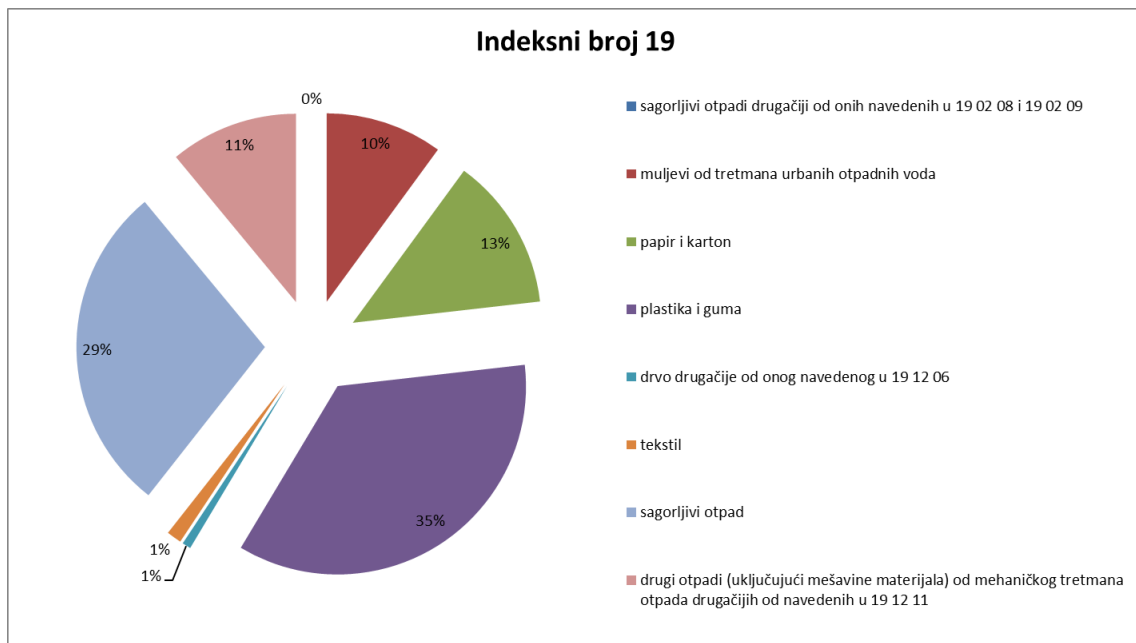
Slika 2.7 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 15



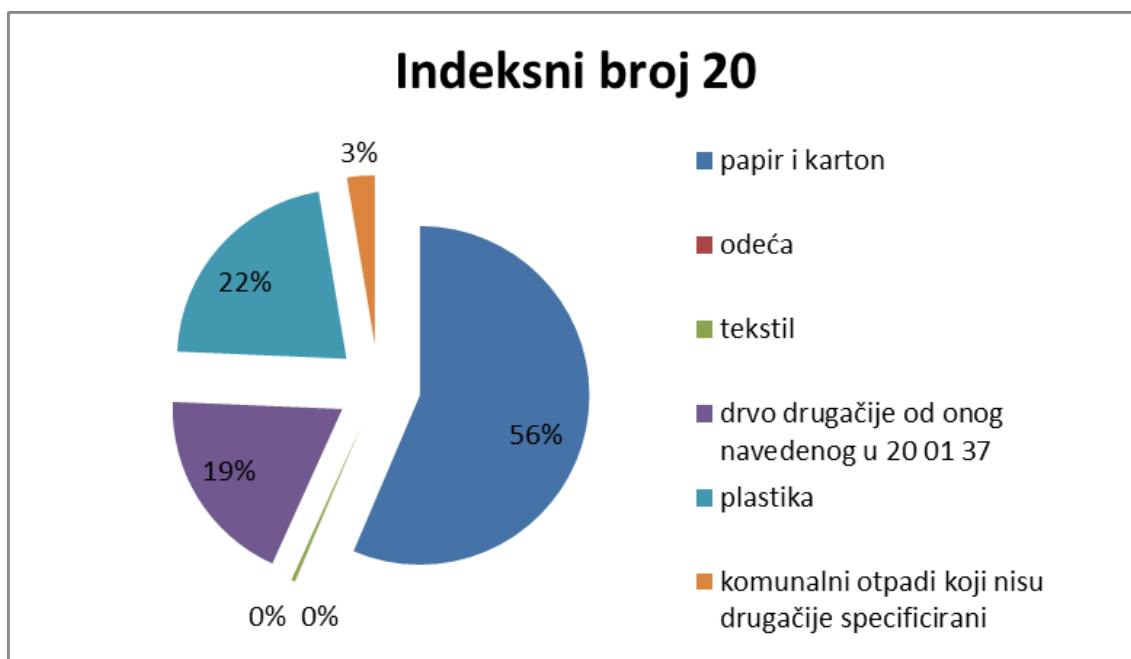
Slika 2.8 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 16



Slika 2.9 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 17



Slika 2.10 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 19



2.11 Procentualni udeo različitih kategorija unutar indeksnog broja 20

Na osnovu iskustvenih podataka Indeksni brojevi otpada na koje će primarno biti stavljen akcenat prilikom snabdevanja za potrebe ko-sagorevanja su sledeći:

- **19 12 12** drugi otpadi (uključujući mešavine materijala) od mehaničkog tretmana otpada drugačijih od navedenih u 19 12 11
- **19 12 10** sagorljivi otpad
- **03 03 07** mehanički izdvojeni nepotrebni sastojci pri proizvodnji pulpe od otpadnog papira i kartona
- **19 12 04** plastika i guma
- **15 01 02** plastična ambalaža

Navedeni materijali će dominirati u alternativnom gorivu, bilo pojedinačno bilo u ukupno mešavini. Specifični udeli u ukupnoj količini koja će biti sagorevana će zavisti od dostupnih količina materijala na tržištu. U slučaju nedostupnosti ili nedovoljnih količina na tržištu navedenih indeksnih brojeva a kako bi bile obezbeđene dovoljne količine alternativnog goriva za potrebe ko-sagorevanje, mogu biti korišćene i kategorije otpada navedene u tabeli 2.1.

3.2 Komunalni otpad kao potencijalni izvor alternativnog goriva

Republika Srbija nema potrebnu infrastrukturu za kompletno i sistematsko upravljanje otpadom. Mreža za odvojeno sakupljanje otpada nije dovoljno razvijena u odnosu na postojeće kapacitete za recikliranje. Postoji nekoliko registrovanih postrojenja za recikliranje PET-a i drugih reciklabila. Linije za sekundarnu separaciju otpada postoje u nekim lokalnim samoupravama: Beogradu, Novom Sadu, Subotici, Sremskoj Mitrovici, Pirotu, Užicu, Jagodini

i Leskovcu. Opasan otpad iz domaćinstava ne sakuplja se odvojeno od toka mešovitog komunalnog otpada.

Iako komunalni otpad sadrži visok stepen biorazgradivog udela, ne postoji mreža postrojenja za biološki tretman komunalnog otpada, osim u regionalnom centru za upravljanje otpadom u Subotici. Trenutno ja u početnoj fazi operacije insinerator u Beogradu.

U skladu sa EU standardima, do kraja 2021. godine ukupno je izgrađeno deset regionalnih sanitarnih deponija i još dve koje nisu regionalnog tipa. Sanitarne deponije koje su u funkciji su:

- Regionalna sanitarna deponija „Duboko" Užice
- Regionalna sanitarna deponija Subotica
- Regionalna sanitarna deponija „Vinča" Beograd
- Sanitarna deponija „Meteris" Vranje
- Sanitarna deponija „Vujan" Gornji Milanovac
- Regionalna sanitarna deponija „Vrbak" Lapovo
- Regionalna sanitarna deponija Kikinda
- Regionalna sanitarna deponija „Gigoš" Jagodina
- Regionalna sanitarna deponija „Željkovac - Deponija dva" Leskovac
- Regionalna sanitarna deponija „Muntina padina" Pirot
- Regionalna sanitarna deponija „Jarak" Sremska Mitrovica
- Regionalna sanitarna deponija Pančevo

3.3 Vrste i količine komunalnog otpada

Tabela 2.2 Količine generisanog i tretiranog komunalnog otpada u 2020. godini izražene u tonama

Ukupno generisani komunalni otpad	2.947.496
Otpad iz domaćinstva	2.063.247
Otpad iz drugih izvora	884.249
Odvojeno sakupljanje (od ukupno generisanog komunalnog otpada)	482.515
Reciklaža reciklabilnog materijala	444.274
Reciklaža - kompostiranje i digestija	11.183
Iskorišćenje - energetska iskorisćenje (R1)	5.860
Iskorišćenje - ostalo	16.580
Odlaganje (t)	2.341.732
Odlaganje - deponija (D1, D5, D12)	2.341.732

Nivo promena koji se zahteva u institucijama u Republici Srbiji, u relativno kratkom periodu, prepoznat je kao jedan od glavnih izazova za uspešnu implementaciju Direktive o

deponijama.. Od 26 regiona za upravljanje otpadom koliko je predviđeno merama iz Strategije u 13 regiona su uspostavljena regionalna preduzeća za upravljanje otpadom. Regioni upravljanja otpadom sa pripadnošću opština su prikazani u tabeli ispod.

Tabela 2.3 Regioni za upravljanje otpadom u Republici Srbiji

Opštine	Region
Bogatić, Ruma, Sremska Mitrovica, Šabac, Šid.	Sremska Mitrovica
Kovin, Kovačica, Opovo, Pančevo.	Pančevo
Indija, Irig, Pećinci, Sremski Karlovci, Stara Pazova.	Indija
Arilje, Bajina Bašta, Čačak, Čajetina, Ivanjica, Kosjerić, Lučani, Požega, Užice.	Užice
Babušnica, Bela Palanka, Dimitrovgrad, Pirot.	Pirot
Ada, Bečej, Kikinda, Nova Crnja, Novi Bečej.	Kikinda
Despotovac, Lapovo, Rača, Svilajnac.	Lapovo
Ćuprija, Jagodina, Paraćin, Smederevska Palanka, Velika Plana.	Jagodina
Bojnik, Crna Trava, Lebane, Leskovac, Medveđa, Vladičin Han, Vlasotince.	Leskovac
Bačka Topola, Čoka, Kanjiža, Mali Idoš, Novi Kneževac, Senta, Subotica.	Subotica
Barajevo, Koceljeva, Lajkovac, Lazarevac, Ljig, Mionica, Obrenovac, Osečina, Ub, Valjevo, Vladimirci, Krupanj, Loznica, Mali Zvornik, Ljubovija.	Valjevo
Sečanj, Titel, Žitište, Zrenjanin.	Zrenjanin
Nova Varoš, Priboj, Prijepolje, Sjenica.	Nova Varoš
Bosilegrad, Bujanovac, Preševo, Surdulica, Trgovište, Vranje.	Vranje
Čukarica, Grocka, Mladenovac, Novi Beograd, Palilula, Rakovica, Savski venac, Sopot, Stari Grad, Surčin, Voždovac, Vračar, Zemun, Zvezdara.	Beograd
Bačka Palanka, Bački Petrovac, Beočin, Novi Sad, Srbobran, Temerin, Vrbas, Žabalj.	Novi Sad
Aleksinac, Gadžin Han, Kuršumlija, Doljevac, Žitorađa, Merošina, Niš, Prokuplje, Ražanj, Sokobanja, Svrljig.	Niš
Apatin, Bač, Kula, Odžaci, Sombor.	Sombor
Alibunar, Bela Crkva, Plandište, Vršac.	Vršac
Boljevac, Bor, Kladovo, Knjaževac, Majdanpek, Negotin, Zaječar.	Zaječar
Golubac, Smederevo, Veliko Gradište.	Smederevo

Arandjelovac, Batočina, Gornji Milanovac, Knić, Kragujevac, Topola, Rekovac.	Kragujevac
Kraljevo, Vrnjačka Banja, Trstenik	Kraljevo
Novi Pazar, Raška, Tutin	Raška
Aleksandrovac, Brus, Čičevac, Kruševac, Varvarin, Blace	Kruševac
Kučevo, Malo Crniće, Petrovac, Požarevac, Žabari, Žagubica.	Požarevac

3.4 Potencijalne količine otpada

Najbliži regionu upravljanje otpadom koji predstavljaju “susedne” regiona regionu upravljanja otpadom gde se nalazi TE Nikola Tesla (Obrenovac) su (u nastavku regionu) i koji predstavljaju lokacije odakle se na najmanje udaljenosti transportovati potencijalna alternativna goriva iz komunalnog otpada su:

- Valjevo
- Sremska Mitrovica
- Inđija
- Užice
- Kragujevac
- Jagodina

U narednom delu teksta prikazane su količine i sastav otpada u navedenim regionima i u Republici Srbiji. Potrebno je naglasiti da s obzirom na skori početak rada insineratora u Beogradu količine komunalnog otpada koje se generišu u ovom regionu se ne mogu računati kao potencijalni izvor alternativnih goriva. Detaljni prikaz po kategorijama potencijala količina i potencijala alternativnih goriva po predmetnim regionima je dat su u nastavku. Prikazane su količine iz “najbližih” regiona, ukupne količine iz preostalih regiona upravljanje otpadom kao i ukupne potencijalne količine uključujući grad Beograd (region upravljanja otpadom).

Tabela 3.1 Sastav otpada po frakcijama, izražen u t/god

	Biorazgradivi	Papir i Karton	Plastika	Metal	Staklo	Ostalo
Suma svih najbližih regiona	277.259	54.259	85.278	11.139	34.853	141.870
Srbija (ukupno)	1.209.790	290.795	387.324	56.070	152.519	666.970
Srbija (kad se oduzmu predmeti regionu)	932.530	236.537	302.047	44.931	117.666	525.100
Srbija (kad se oduzmu pomenuti regionu i Beograd)	651.033	116.208	176.206	27.336	85.206	349.285
Prosečni procentualni udeo %	0,43	0,11	0,14	0,02	0,05	0,24

Tabela 3.2 Predviđeni sastav otpada po frakcijama za 2023. godinu (t/god). Regionalni prikaz sa pripadajućim opštinama

Regioni	Opštine	Biorazgradivi	Papir i Karton	Plastika	Metal	Staklo	Ostalo	Ukupno
Valjevo	Valjevo	16.334	4.215	6.218	812	1.375	8.017	36.971
	Ub	3.195	999	1.964	185	486	2.976	9.805
	Osečina	1.605	261	481	75	283	719	3.424
	Lajkovac	1.649	474	1.114	89	256	2.300	5.882
	Mionica	1.748	336	603	84	311	784	3.866
	Ljig	1.015	288	407	39	169	698	2.615
	Koceljeva	1.776	295	469	117	150	577	3.385
	Vladimirci	2.313	219	633	69	163	635	4.033
	Barajevo	3.748	1.017	2.292	174	601	3.259	11.092
	Lazarevac	12.122	2.958	4.079	412	983	5.782	26.337
	Obrenovac	10.783	2.379	3.852	210	461	4.966	22.650
Ukupno		56.769	13.206	22.017	2.259	5.335	30.474	130.061
Sremska Mitrovica	Sremska Mitrovica	15.645	1.975	3.268	520	2.052	5.963	29.422
	Šabac	22.408	2.743	4.620	766	3.173	8.171	41.881
Ukupno		38.054	4.717	7.888	1.286	5.227	14.131	71.303
Indija	Indija	7.728	1.362	1.824	206	515	5.763	17.398
	Ruma	9.646	1.504	2.409	348	1.146	4.653	19.705
	Pećinci	3.425	259	767	83	382	1.688	6.604
	Sremski Karlovci	865	602	634	84	148	1.189	3.521
	Irig	1.777	303	478	71	224	849	3.702
	Šid	5.937	965	1.508	258	993	2.664	12.326
	Stara Pazova	10.685	1.715	2.798	441	1.524	4.177	21.341
Ukupno		40.237	6.662	10.419	1.496	4.976	20.807	84.597

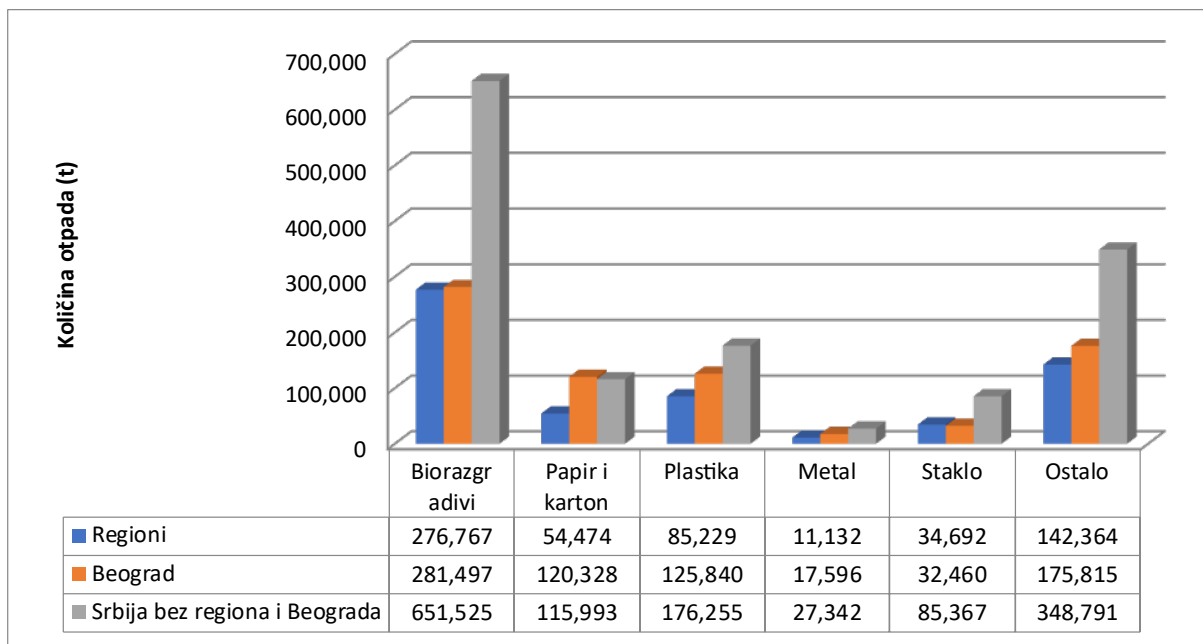
Užice	Užice	10.955	3.159	4.078	550	1.680	7.379	27.801
	Bajina Bašta	4.143	744	1.167	195	705	1.962	8.916
	Požega	5.839	901	1.459	215	693	2.669	11.776
	Arilje	3.347	730	1.042	135	338	1.622	7.213
	Ivanjica	4.905	816	1.287	191	599	2.139	9.938
	Čajetina	2.170	375	658	97	329	938	4.568
	Kosijerić	1.496	420	768	107	407	1.452	4.650
	Čačak	20.625	3.573	5.454	776	2.541	10.417	43.386
	Lučani	3.022	451	945	143	586	1.722	6.870
	Ljubovija	2.598	190	528	59	270	988	4.635
Ukupno		59.164	11.327	17.392	2.471	8.182	31.217	129.753
Kragujevac	Kragujevac	19.004	8.222	11.273	1.259	3.256	15.844	58.857
	Arandjelovac	8.469	1.225	1.991	297	1.027	3.799	16.808
	Topola	3.266	662	1.030	154	479	1.426	7.017
	Gornji Milanovac	8.362	1.175	1.906	291	1.054	3.593	16.382
	Knić	2.456	204	520	60	232	698	4.170
Ukupno		41.301	11.589	16.855	2.065	6.036	25.389	103.234
Jagodina	Jagodina	13.355	1.890	3.103	454	1.529	5.867	26.198
	Ćuprija	4.188	1.198	1.686	219	568	3.376	11.235
	Smedervska Palanka	7.640	1.360	2.120	288	827	3.895	16.130
	Velika Plana	6.448	968	1.572	242	825	2.716	12.770
	Paraćin	10.075	1.342	2.222	357	1.352	4.031	19.378
		41.734	6.757	10.707	1.562	5.098	19.852	85.710
Suma regiona		277.259	54.259	85.278	11.139	34.853	141.870	604.658

Cela Srbija		1.209.790	290.795	387.324	56.070	152.519	666.970	2.763.469
Srbija (kad se oduzmu susedni regioni) (t/god)		932.530	236.537	302.047	44.931	117.666	525.100	2.158.811
Srbija (kad se oduzmu susedni regioni i Beograd)		651.033	116.208	176.206	27.336	85.206	349.285	1.405.274

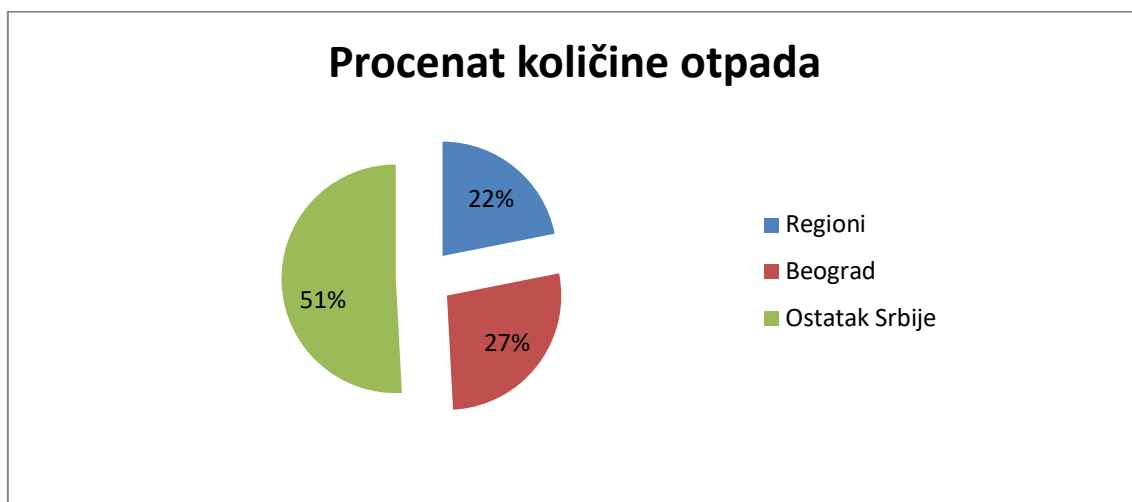
Tabela 3.3 Procentualni prikaz sastava komunalnog otpada po regionima i pripadajućim opštinama

Regioni UO	Pripadajuće opštine	Biorazgradivi	Papir i Karton	Plastika	Metal	Staklo	Ostalo
Valjevo	Valjevo	44,18%	11,40%	16,82%	2,19%	3,72%	21,69%
	Ub	32,58%	10,19%	20,03%	1,89%	4,96%	30,35%
	Osečina	46,87%	7,62%	14,06%	2,18%	8,27%	21,00%
	Lajkovac	28,04%	8,06%	18,94%	1,51%	4,35%	39,10%
	Mionica	45,21%	8,70%	15,59%	2,17%	8,04%	20,29%
	Ljig	38,81%	11,00%	15,58%	1,48%	6,45%	26,69%
	Koceljeva	52,47%	8,73%	13,85%	3,47%	4,43%	17,06%
	Vladimirci	57,35%	5,44%	15,70%	1,72%	4,03%	15,75%
	Barajevo	33,79%	9,17%	20,67%	1,57%	5,42%	29,38%
	Lazarevac	46,03%	11,23%	15,49%	1,56%	3,73%	21,96%
	Obrenovac	47,61%	10,50%	17,01%	0,93%	2,04%	21,92%
Regionalni prosek		43,6%	10,2%	16,9%	1,7%	4,1%	23,4%
Sremska Mitrovica	Sremska Mitrovica	53,17%	6,71%	11,11%	1,77%	6,97%	20,27%
	Šabac	53,50%	6,55%	11,03%	1,83%	7,58%	19,51%
Regionalni prosek		53,4%	6,6%	11,1%	1,8%	7,3%	19,8%
Indija	Indija	44,42%	7,83%	10,48%	1,18%	2,96%	33,13%
	Ruma	48,95%	7,63%	12,22%	1,77%	5,81%	23,61%
	Pećinci	51,86%	3,93%	11,61%	1,26%	5,78%	25,56%
	Sremski Karlovci	24,56%	17,08%	18,01%	2,38%	4,21%	33,76%
	Irig	48,00%	8,19%	12,92%	1,92%	6,05%	22,93%
	Šid	48,17%	7,83%	12,24%	2,10%	8,06%	21,61%
	Stara Pazova	50,07%	8,04%	13,11%	2,07%	7,14%	19,57%
Regionalni prosek		47,6%	7,9%	12,3%	1,8%	5,9%	24,6%
Užice	Užice	39,41%	11,36%	14,67%	1,98%	6,04%	26,54%

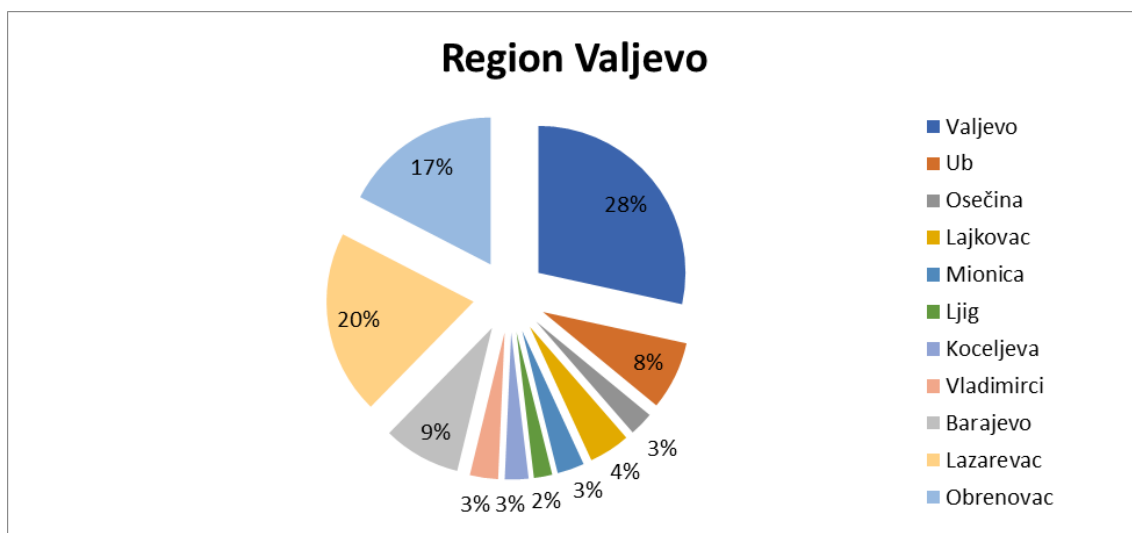
	Bajina Bašta	46,47%	8,34%	13,09%	2,19%	7,90%	22,01%
	Požega	49,58%	7,65%	12,39%	1,82%	5,89%	22,67%
	Arilje	46,41%	10,11%	14,44%	1,87%	4,68%	22,49%
	Ivanjica	49,36%	8,21%	12,95%	1,92%	6,03%	21,53%
	Čajetina	47,52%	8,20%	14,41%	2,13%	7,21%	20,53%
	Kosijerić	32,17%	9,03%	16,52%	2,30%	8,75%	31,22%
	Čačak	47,54%	8,24%	12,57%	1,79%	5,86%	24,01%
	Lučani	43,99%	6,57%	13,76%	2,08%	8,54%	25,07%
	Ljubovija	56,06%	4,11%	11,40%	1,28%	5,83%	21,31%
Regionalni prosek		45,6%	8,7%	13,4%	1,9%	6,3%	24,1%
Kragujevac	Kragujevac	32,29%	13,97%	19,15%	2,14%	5,53%	26,92%
	Arandjelovac	50,39%	7,29%	11,85%	1,76%	6,11%	22,60%
	Topola	46,55%	9,43%	14,69%	2,19%	6,82%	20,32%
	Gornji Milanovac	51,05%	7,17%	11,63%	1,77%	6,44%	21,94%
	Knić	58,88%	4,90%	12,47%	1,43%	5,57%	16,74%
Regionalni prosek		40,0%	11,2%	16,3%	2,0%	5,8%	24,6%
Jagodina	Jagodina	50,98%	7,21%	11,85%	1,73%	5,84%	22,40%
	Čuprija	37,27%	10,66%	15,00%	1,95%	5,06%	30,05%
	Smedervska Palanka	47,36%	8,43%	13,14%	1,79%	5,13%	24,15%
	Velika Plana	50,49%	7,58%	12,31%	1,90%	6,46%	21,27%
	Paraćin	51,99%	6,93%	11,46%	1,84%	6,98%	20,80%
Regionalni prosek		48,7%	7,9%	12,5%	1,8%	5,9%	23,2%
Prosek za Srbiju		43,8%	10,5%	14,0%	2,0%	5,5%	24,1%



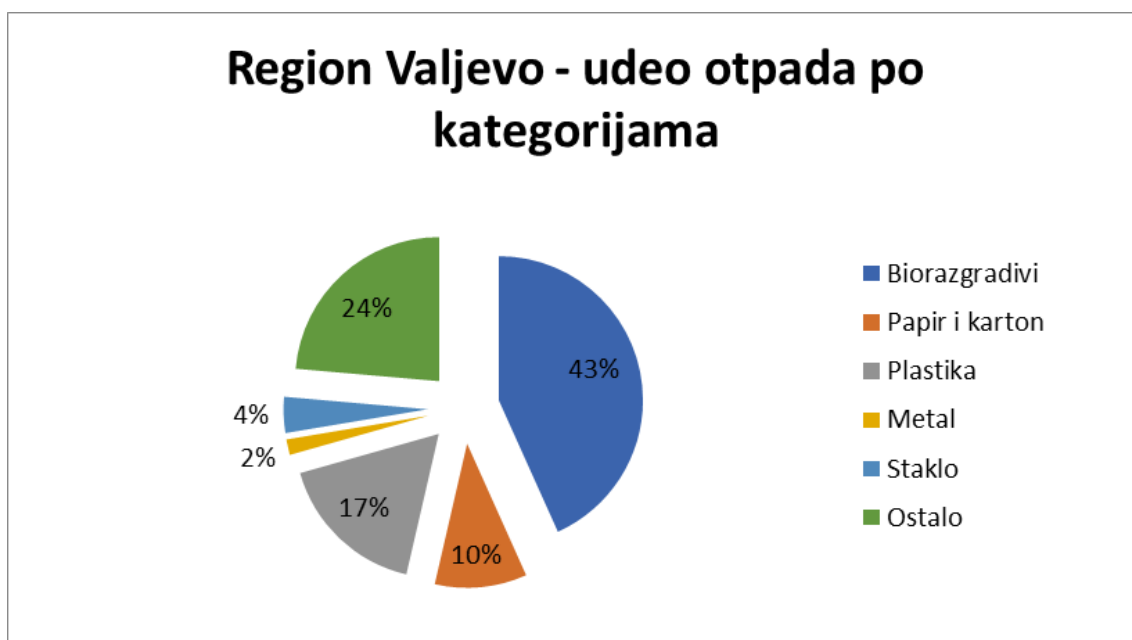
Slika 3.1 Raspodela čvrstog komunalnog otpada po regionima



Slika 3.2 Procentualna raspodela čvrstog komunalnog otpada

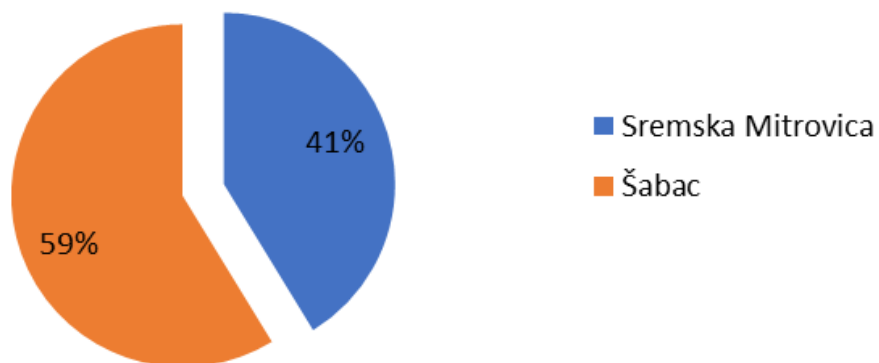


Slika 3.3 Udeo čvrstog komunalnog otpada po opštinama u regionu Valjevo



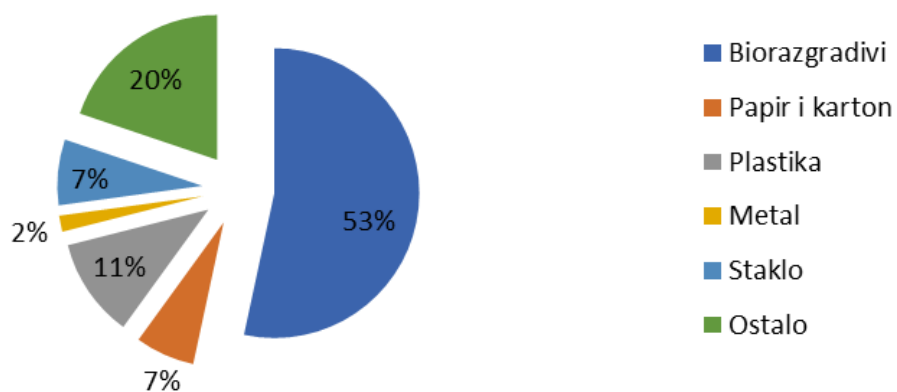
Slika 3.4 Udeo čvrstog komunalnog otpada po kategorijama u regionu Valjevo

Region - Srem. Mitrovica

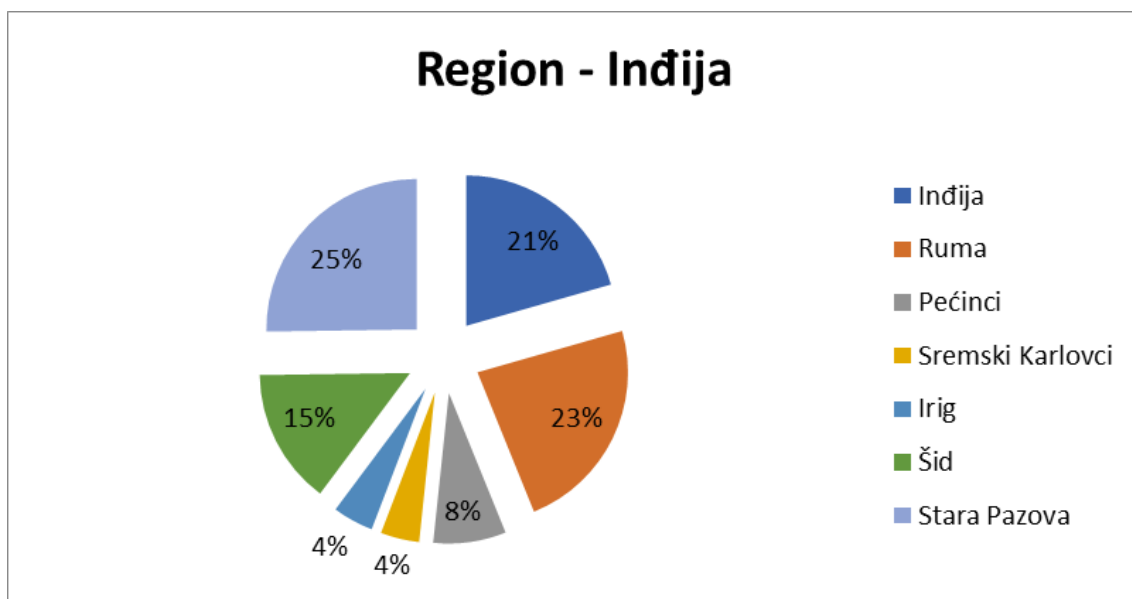


Slika 3.5 Udeo čvrstog komunalnog otpada po opštinama u regionu Sremska Mitrovica

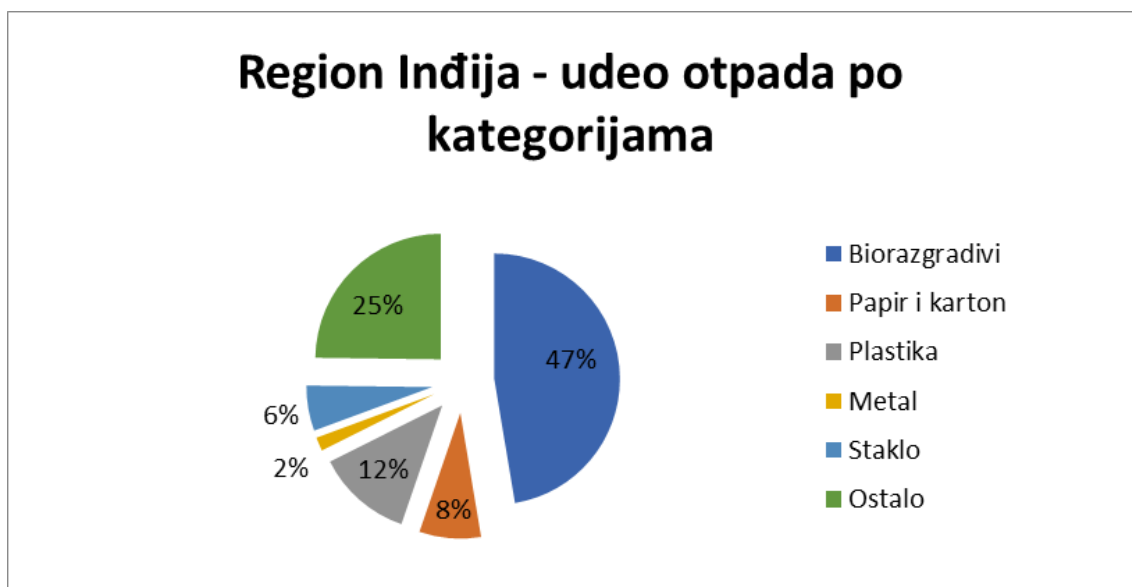
Region Srem. Mitrovica - udeo otpada po kategorijama



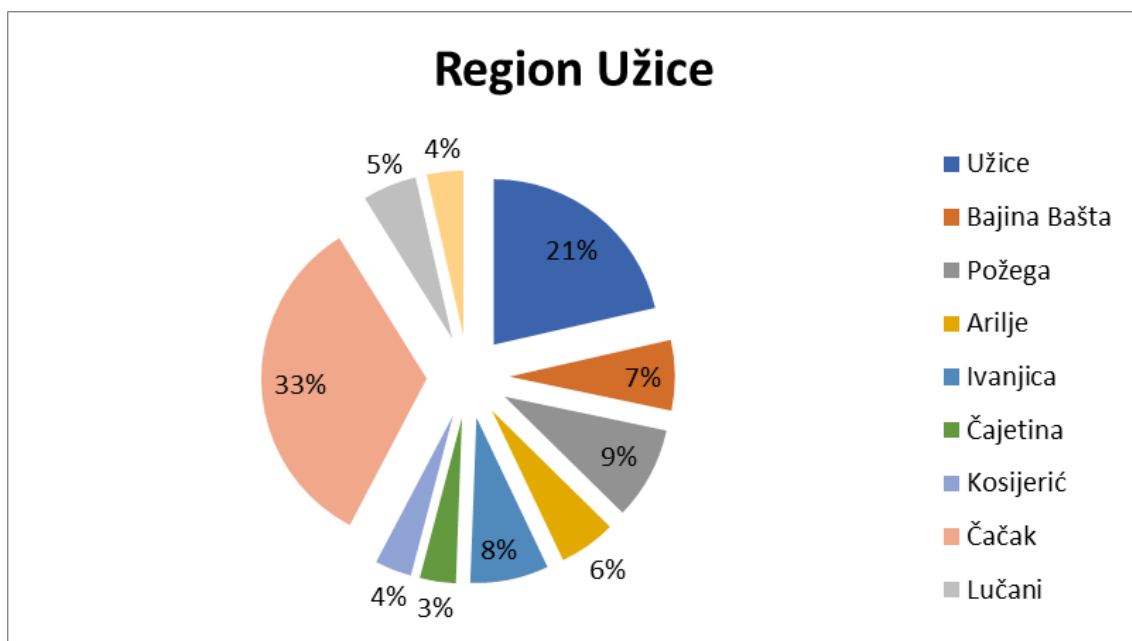
Slika 3.6 Udeo čvrstog komunalnog otpada po kategorijama u regionu Sremska Mitrovica



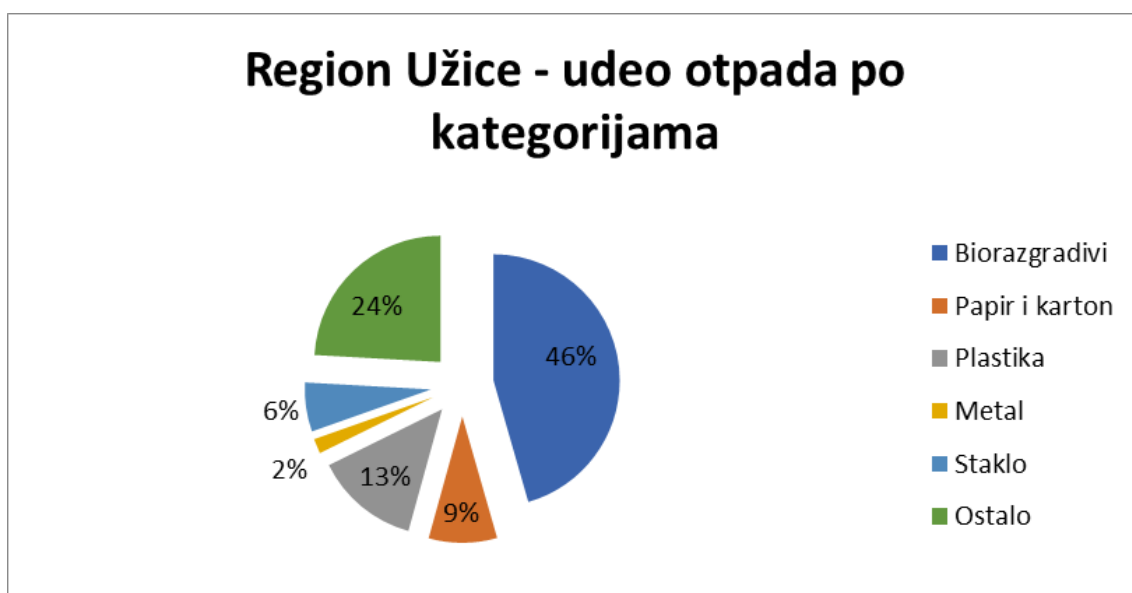
Slika 3.7 Udeo čvrstog komunalnog otpada po opštinama u regionu Inđija



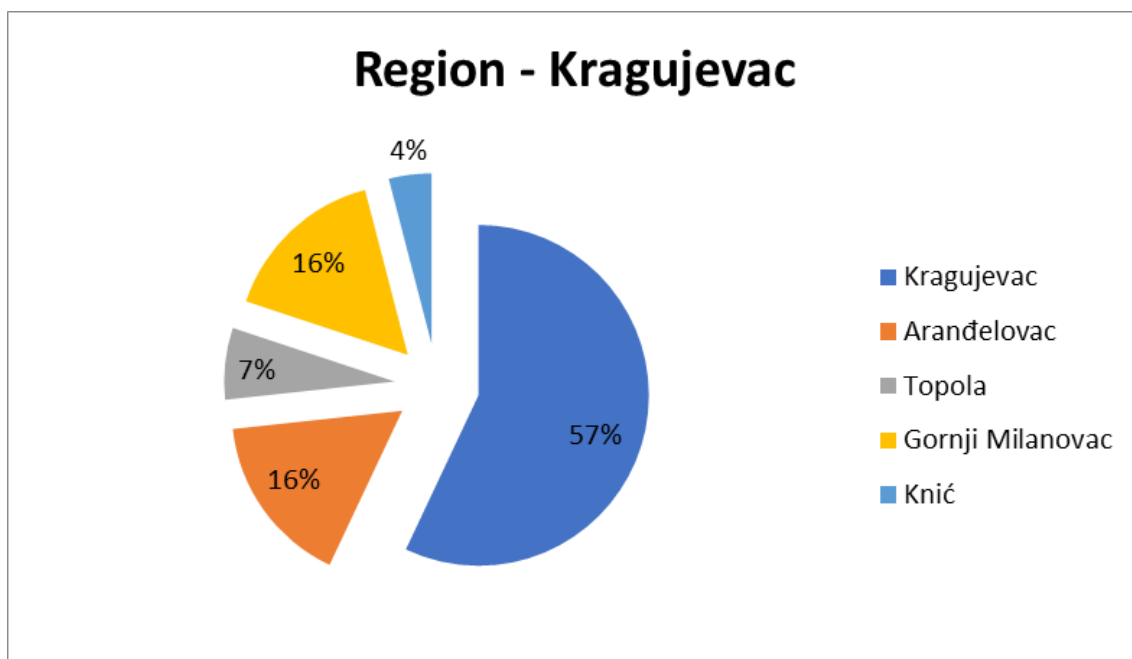
Slika 3.8 Udeo čvrstog komunalnog otpada po kategorijama u regionu Inđija



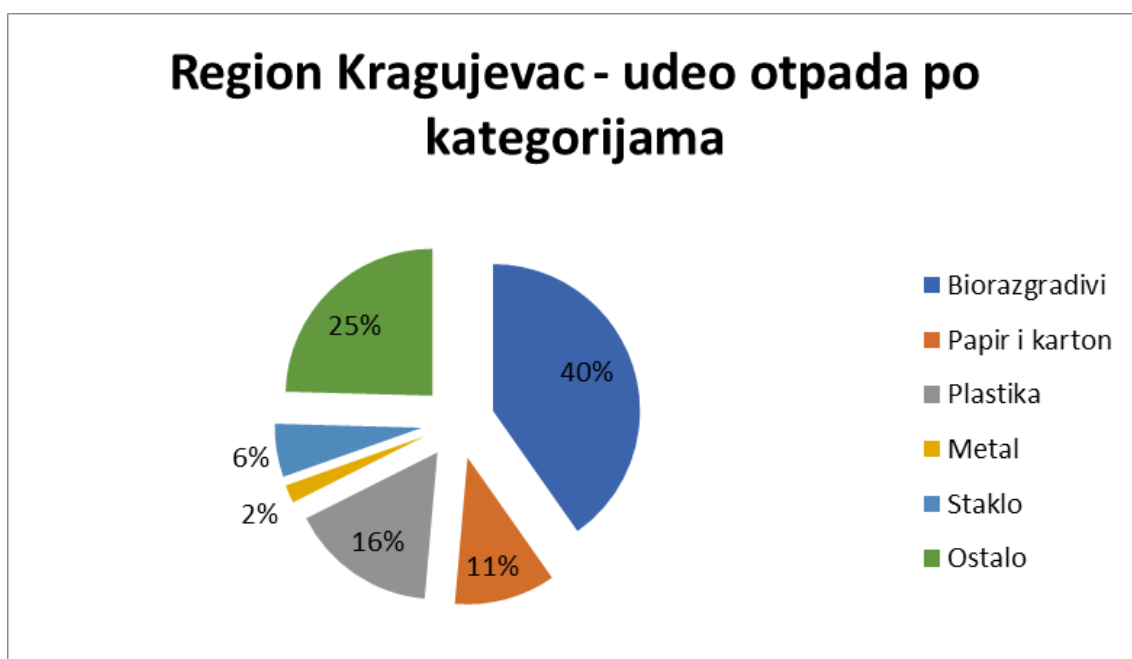
Slika 3.9 Udeo čvrstog komunalnog otpada po opštinama u regionu Užice



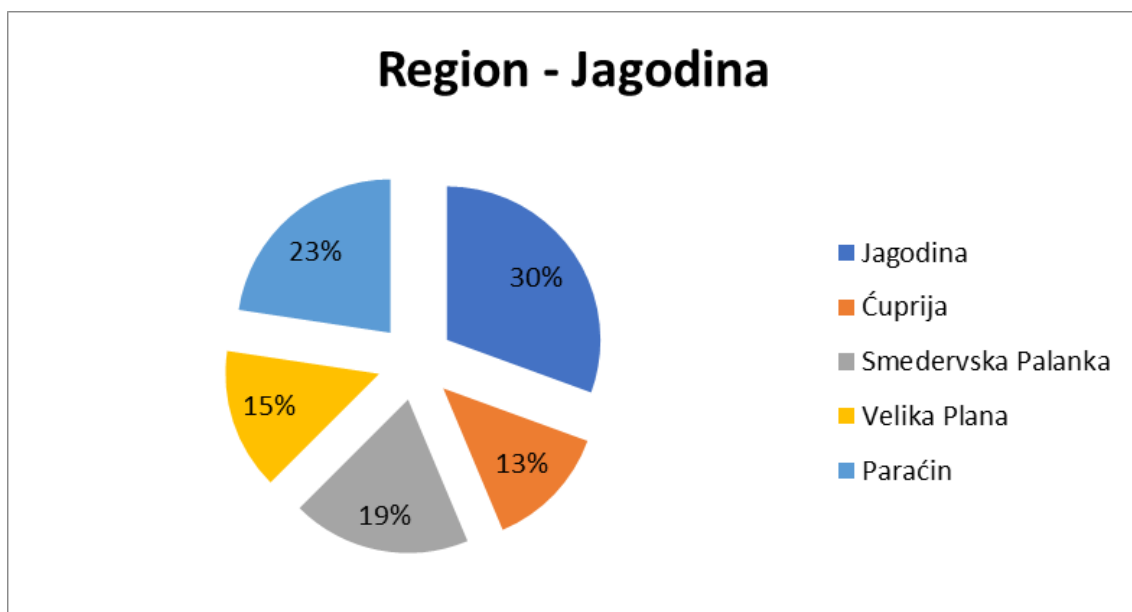
Slika 3.10 Udeo čvrstog komunalnog otpada po kategorijama u regionu Užice



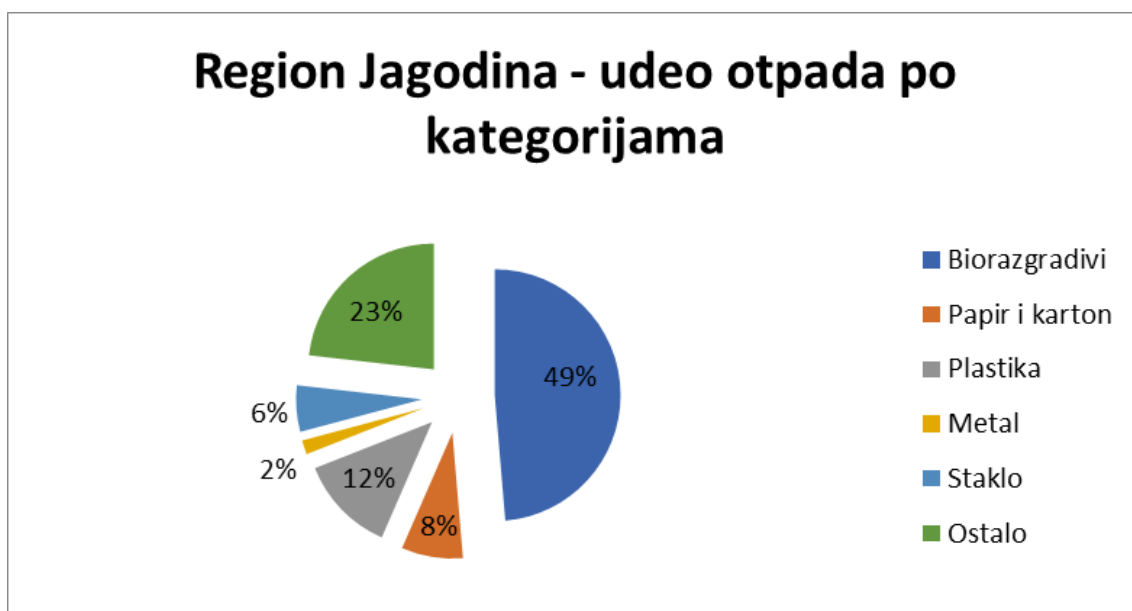
Slika 3.11 Udeo čvrstog komunalnog otpada po opštinama u regionu Kragujevac



Slika 3.12 Udeo čvrstog komunalnog otpada po kategorijama u regionu Kragujevac



Slika 3.13 Udeo čvrstog komunalnog otpada po opštinama u regionu Jagodina



Slika 3.14 Udeo čvrstog komunalnog otpada po kategorijama u regionu Jagodina

3.5 Potencijal proizvodnje alternativnih goriva iz otpada za potrebe ko-sagorevanja

Ukupni potencijal u oba slučaja koji uzima u obzir potencijal najbližih regiona za proizvodnju alternativnog goriva na državnom i regionalnom nivou.

Tabela 3.4. Potencijal proizvodnje alternativnog goriva iz komunalnog čvrstog otpada

Grupe	Region	Generisana količina otpada količina t/god	Alternativno gorivo 12%	Ukupni potencijal (12%) t/god	Alternativno gorivo 24%	Ukupni potencijal (24%) t/god
Najbliži regioni	Valjevo	130061	15607	72559	31215	145118
	Sremska Mitrovica	71303	8556		17113	
	Indija	84597	10152		20303	
	Užice	129753	15570		31141	
	Kragujevac	103234	12388		24776	
	Jagodina	85710	10285		20570	
Ostali regioni u Srbiji	Zrenjanin	60119	7214	174748	14428	349495
	Kikinda	58152	6978		13957	
	Lapovo	52458	6295		12590	
	Leskovac	91962	11035		22071	
	Petrovac	50639	6077		12153	
	Subotica	97882	11746		23492	
	Pančevo	53403	6408		12817	
	Pirot	28953	3474		6949	
	Vranje	55137	6616		13233	
	Sombor	68578	8229		16459	
	Nova Varoš	34227	4107		8214	
	Novi Sad	211340	25361		50722	
	Kruševac	79153	9498		18997	
	Vršac	35492	4259		8518	
	Smederevo	87749	10530		21060	
	Zaječar	86667	10400		20800	
	Prokuplje	28866	3464		6928	
	Loznica	45213	5426		10851	
	Kraljevo	102965	12356		24712	
	Niš	127276	15273		30546	
Beograd	Beograd	702579	84310	84310	168619	168619

4 Rezime

Trenutno u Srbiji ne postoji postrojenje za proizvodnju alternativnih goriva iz komunalnog čvrstog otpada. Postoje nekoliko postrojenja za separaciju gde se vrši sekundarno odvajanje reciklabila (Novi Sad, Sremska Mitrovica, Subotica, Pirot, Jagodina, Beograd, Leskovac) odakle se ostaci nakon separacije mogu koristiti kao alternativno gorivo. Novi nacionalni program za upravljanje otpadom predviđa izgradnju četiri postrojenja za proizvodnju alternativnih goriva iz otpada, u Beogradu, Novom Sadu, Nišu i Kragujevcu. Postojeća projektno tehnička dokumentacija i strana iskustva ukazuju na potencijal od 12% do 24% alternativnih goriva iz komunalnog otpada (tabela 3.4). Ove količine predstavljaju potencijal i biće sukcesivno dostupne sa izgradnjom neophodno infrastrukture za upravljanje otpadom u Srbiji odnosno uspostavljanjem i funkcionisanjem regionalnih centara sa svom pratećom infrastrukturom za tretman otpada. Iste bi mogle biti i značajno veće ali Srbija ima obavezu izdvajanja reciklablinih sirovina iz otpada u skladu sa nacionalnim zakonodavstvom, čije mere proizilaze iz obaveze usklađivanja sa direktivama EU iz oblasti upravljanja otpadom.

Na osnovu iskustvenih podataka Indeksi brojevi otpada koji se primarno koriste za potrebe kosagorevanja snabdevanja za potrebe ko-sagorevanja su sledeći:

- **19 12 12** drugi otpadi (uključujući mešavine materijala) od mehaničkog tretmana otpada drugačijih od navedenih u 19 12 11
- **19 12 10** sagorljivi otpad
- **03 03 07** mehanički izdvojeni nepotrebni sastojci pri proizvodnji pulpe od otpadnog papira i kartona
- **19 12 04** plastika i guma
- **15 01 02** plastična ambalaža

Navedeni materijali će dominirati u alternativnom gorivu, bilo pojedinačno bilo u ukupno mešavini. Specifični udeli u ukupnoj količini mogu zavisiti od dostupnih količina materijala na tržištu. U slučaju nedostupnosti ili nedovoljnih količina na tržištu navedenih indeksnih brojeva a kako bi bile obezbeđene dovoljne količine alternativnog goriva za potrebe ko-sagorevanje, mogu biti korišćene i kategorije otpada navedene u tabeli 2.1.