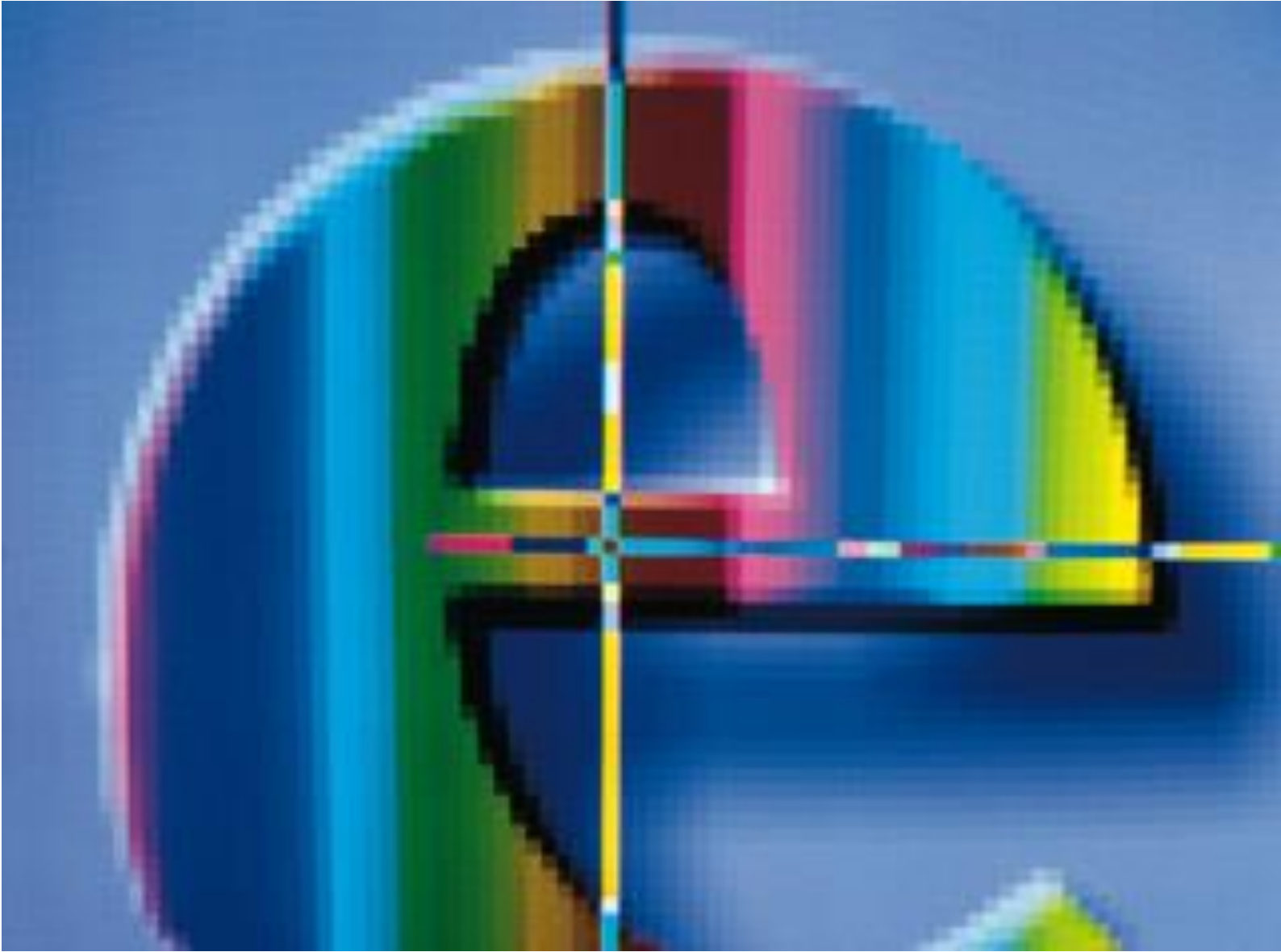


**SAŽETAK STUDIJE IZVEDIVOSTI ZA
POTREBE IZGRADNJE CJELOVITOG
SUSTAVA GOSPODARENJA
OTPADOM NA PODRUČJU
GRADA ZAGREBA I
ZAGREBAČKE ŽUPANIJE**



Zagreb, siječanj 2024.



EKONERG – institut za energetiku i zaštitu okoliša d.o.o.

Zagreb, Koranska 5, OIB 71690188016

Naručitelj:

**ZAGREBAČKI CENTAR
ZA GOSPODARENJE OTPADOM d.o.o.**
Savska cesta 41, 10000 Zagreb

Izvršitelj:

EKONERG - institut za energetiku i zaštitu okoliša
d.o.o., Koranska 5, Zagreb

Naručiteljev broj ugovora:

Izvršiteljev broj ugovora:

I-07-0694

Naslov:

SAŽETAK STUDIJE IZVEDIVOSTI ZA POTREBE IZGRADNJE CJELOVITOG SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA I ZAGREBAČKE ŽUPANIJE

Izradili:

Darko Hecer, dipl. ing. stroj., MBA
dr.sc. Tihomir Tomić, mag.ing.mech.
Arben Abrashi, dipl. ing. stroj.
Željko Kedmenec, mag. ing. mech.
Jelena Brlić, mag. ing. mech.
Ana Mužek, dipl. oec.
Dean Vidak, dipl. ing. stroj.
Ksenija Polančec, mag. ing. mech.
Maja Jerman Vranić, dipl.ing.kem., MBACon
Gabrijela Kovačić, dipl.kem.ing.,
univ.spec.oecoing.

Direktor:

Elvis Cukon, dipl. ing. stroj., MBA

U Zagrebu, siječanj 2024.

SADRŽAJ

1	UVOD.....	6
2	KOLIČINE OTPADA S PROJEKCIJOM	8
2.1	Projekcija kretanja količina pojedinih sastavnica otpada.....	12
2.2	Projekcija količina krutog komunalnog otpada koji će se obrađivati u CGO Zagreb .	16
3	DRUŠTVENO EKONOMSKI KONTEKST.....	17
4	ANALIZA OPCIJA TEHNOLOŠKIH RJEŠENJA	21
4.1	Opis tehničko-tehnoloških varijantnih rješenja	24
4.1.1	Mehanička obrada.....	24
4.1.2	Biološka obrada.....	32
4.2	Procjena izlaznih tokova postrojenja po analiziranim varijantama.....	36
4.3	Zaštita okoliša.....	39
4.4	Lokacija projektnog prijedloga	39
5	ANALIZA TRŽIŠTA IZLAZNIH PRODUKATA	41
5.1	Kompost i CLO (eng. compost like output)	42
5.2	GIO – gorivo iz otpada	43
5.3	Reciklabilni materijali.....	45
6	FINANCIJSKA ANALIZA.....	46

POPIS SLIKA

Sl. 2-1: Projekcija kretanja količina otpada Grada Zagreba (+MKO Zagrebačke županije)	16
Sl. 3-1: Kretanje neto plaće	18
Sl. 3-2: Trenutni i najveći mogući priuštivi (2%) troškovi zbrinjavanja otpada za domaćinstvo na području Projekta (prema projekciji dohotka za 2021.)	20
Sl. 5-1: Projekcija kretanja količina izlaznih frakcija – Varijanta A	41
Sl. 5-2: Projekcija kretanja količina izlaznih frakcija – Varijanta B	41
Sl. 5-3: Projekcija kretanja količina izlaznih frakcija – Varijanta C	42
Sl. 5-4: Projekcija sastava izdvojenih reciklata u prvoj godini pogona.....	45

POPIS TABLICA

Tab. 1-1: Pregled površine, broja stanovnika i količine nastalog otpada u 2022. godini	6
Tab. 2-1: Ukupne količine sakupljenog komunalnog otpada u razdoblju 2018. – 2021.	8
Tab. 2-2: Vrste i količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada iz kućanstava u razdoblju 2018. – 2021.	8
Tab. 2-3: Komunalni otpad odvojeno sakupljen putem spremnika na javnim površinama u razdoblju 2018. – 2021.	8
Tab. 2-4: Uzorkovanje i morfološka analiza odloženog otpadana odlagalištu otpada Jakuševac s određivanjem biorazgradive komponente u odloženom otpadu	10
Tab. 2-5: Planirani objekti sustava gospodarenja otpadom na području Grada Zagreba (IZVOR: PGO 2018-2023)	11
Tab. 2-6: Projekcija količina otpada u Gradu Zagrebu.....	14
Tab. 2-7: Projekcija količina otpada u Zagrebačkoj županiji	15
Tab. 3-1: Stanovanje – raspodjela (izvor: Statističko Priopćenje 2019., DZS)	17
Tab. 3-2: Trenutna cijena odvoza MKO za kategoriju kućanstvo na području Projekta	19
Tab. 4-1: Procjena izlaznih tokova postrojenja – GIO varijanta STANDARD	36
Tab. 4-2: Procjena izlaznih tokova postrojenja – GIO varijanta PREMIUM.....	37
Tab. 5-1: Površine korištenog poljoprivrednog i ostalog zemljišta po kategorijama (izvor: Popis poljoprivrede 2020., Državni zavod za statistiku RH)	43
Tab. 5-2: Sustav klasifikacije SRF-a prema HRN EN 15359:2012.....	44
Tab. 5-3: Jedinične cijene zbrinjavanja odvojeno prikupljenih suhih frakcija	45
Tab. 6-1: Investicijska ulaganja u varijantu A.....	46
Tab. 6-2: Investicijska ulaganja u varijantu B.....	47
Tab. 6-3: Investicijska ulaganja u varijantu C	48
Tab. 6-4: Plan financiranja projekta – varijante A	49
Tab. 6-5: Plan financiranja – varijanta B	49
Tab. 6-6: Plan financiranja – varijanta C	49

UVODNA NAPOMENA

Izrađivač ove studije upoznat od strane Grada Zagreba je sa aktualnim i budućim projektima u svrhu gospodarenja otpadom na području Grada Zagreba. Sukladno tome pojedine sastavnice otpada nisu obrađivane u sklopu ove studije. Za obradu građevinskog i glomaznog otpada postoje projektne ideje čija realizacija se očekuje do izgradnje CGO Zagreb. Za obradu mulja prezentirano je rješenje termalnog sušenja, a čija realizacija se očekuje prije završetka projekta CGO Zagreb. Predmetni projekt uključuje sljedeće sastavnice otpada: miješani komunalni otpad, odvojeno prikupljeni ambalažni otpad te odvojeno prikupljeni biootpad.

Izrađivač ove studije nije obuhvatio analizu pretovarnih stanica za područje Zagrebačke županije. Grad Zagreb naglašava da će jedinice lokalne samouprave, ukoliko imaju namjeru koristiti uslugu obrade miješanog komunalnog otpada realizacijom predmetnog projekta, same definirati potrebu za izgradnjom i financiranjem pretovarnih stanica.

Analizom različitih varijanti i scenarija tehnoloških rješenja, te izračunom priuštivosti projektnih varijanti prema krajnjem korisniku, odabir konačne varijante ostavlja se na izbor Naručitelju.

1 UVOD

Doprinos Grada Zagreba i Zagrebačke županije u ispunjavanju nacionalnih ciljeva upravljanja otpadom značajan je s obzirom na to da stanovništvo na području obuhvata projekta (Grad Zagreb i Zagrebačka županija) predstavlja 27,56 % ukupnog stanovništva RH. Uz to, količina komunalnog otpada nastalog tijekom 2022. godine na predmetnom području predstavlja 24,66 % komunalnog otpada proizvedenog u RH.

Tab. 1-1: Pregled površine, broja stanovnika i količine nastalog otpada u 2022. godini

	Površina [km ²]	Broj stanovnika	Količina nastalog komunalnog otpada [t]	Količina miješanog komunalnog otpada (KB 20 03 01) [t]
RH	56.594	3.871.833	1.844.382	999.995 ¹
Zagrebačka županija	3.060	299.985	109.902	56.627
UDIO [%]	5,41	7,75	5,96	5,66
Grad Zagreb	641	767.131	344.944	167.548
UDIO [%]	1,13	19,81	18,70	16,75
UKUPNO (Grad Zagreb + Zagrebačka županija)	3.701	1.067.116	454.846	224.175
UDIO [%]	6,54	27,56	24,66	22,41

Gospodarenje otpadom temelji se na uvažavanju načela zaštite okoliša propisanih zakonom kojim se uređuje zaštita okoliša i pravnom stečevinom EU, načelima međunarodnog prava zaštite okoliša te znanstvenih spoznaja, najbolje svjetske prakse i pravila struke.

Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom počiva na primjeni hijerarhije gospodarenja otpadom kao temeljnim načinom gospodarenja otpadom u EU. Hijerarhija predviđa niz koraka u gospodarenju otpadom, a jedan od njih je i izgradnja potrebne infrastrukture.

Ključne definicije otpada izložene su u Direktivi Europske zajednice 2008/98/EZ o otpadu (Okvirna direktiva o otpadu – u nastavku ODO), usvojenoj 19. studenoga 2008. godine. Ista je doživjela izmjene i dopune, zadnja u sklopu Direktive 2018/851. Tijekom pristupanja Europskoj uniji Republika Hrvatska je usvojila i primjenjuje u nacionalnom zakonodavstvu EU politike vezane za gospodarenje otpadom. Revidirana Okvirna direktiva o otpadu uvela je red prvenstva u gospodarenju otpadom u pet koraka gdje je sprječavanje/prevencija nastanka otpada najbolja opcija, potom ponovno korištenje, recikliranje i druge vrste uporabe otpada dok je odlaganje kao što je odlaganje na odlagališta posljednja opcija.

Ulaskom RH u EU dana 1.7.2013. godine te sukladno pregovorima za pristupanja u sklopu Poglavlja 27 –Okoliš, RH je preuzela obvezu saniranja odlagališta i izgradnje centara za gospodarenje otpadom do kraja 2018. godine.

U svrhu ispunjavanja navedenih obaveza dolazi do transformacije čitavog sektora. Osnovni pravno strateški dokumenti koji uređuju uspostavu cjelovitog sustava gospodarenja otpada su:

¹ Procjena količine MKO za 2022. za RH, Izvješće o komunalnom otpadu za 2022. godinu, MINGOR, Zagreb srpanj 2023.

- Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05),
- Plan gospodarenja otpadom (PGO) Republike Hrvatske za razdoblje 2023.-2028. (NN 84/23)
- Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21).

Uspostavom cjelovitog sustava gospodarenja otpadom na području Grada Zagreba i Zagrebačke županije doprinosi se ostvarenju ciljeva iz Strategije gospodarenja otpadom RH na način da se:

- smanjuje pritisak na okoliš izbjegavanjem nastajanja i smanjivanje količina otpada (strateški cilj 1)
- razvitkom infrastrukture (izgradnja CGO i pretovarnih stanica) stvaraju se uvjeti za učinkovito funkcioniranje sustava gospodarenja otpadom (strateški cilj 2).

Kako je gospodarenje otpadom sukladno Zakonu o gospodarenju otpadom od nacionalnog interesa, donošenjem novog Plana gospodarenja otpadom RH za razdoblje od 2023. do 2028. godine, dodatno su razrađene potrebne aktivnosti i rokovi za realizaciju mjera. Između ostalih mjera i aktivnosti nalazi se i priprema projekta CGO Zagreb sa rokom provedbe 2028 godine.

Osim primjene načela kružnog gospodarstva u gospodarenju otpadom, PGO je važan i u kontekstu programiranja i planiranja korištenja sredstava EU-a za sljedeće višegodišnje financijsko programsko razdoblje, 2021. – 2027.

Na području Grada Zagreba i Zagrebačke županije nije u potpunosti postavljen cjeloviti sustav gospodarenja otpadom. Nedostaci postojećeg sustava gospodarenja otpadom ogledaju se prvenstveno u nedostatku postrojenja za obradu ostatnog MKO i odvojeno prikupljenog biootpada, a nedostaju i kapaciteti za dodatno sortiranje odvojeno prikupljenog ambalažnog otpada.

2 KOLIČINE OTPADA S PROJEKCIJOM

Većina MKO u Hrvatskoj trenutno se odlaže na odlagališta neopasnog otpada. Prema Izvješću o komunalnom otpadu za 2022. godinu, koje je objavilo Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja u srpnju 2023. godine, ukupno nastale količine MKO u RH iznosile su 999.995 t (965.250 t u sklopu javne usluge), dok je ukupna odložena količina MKO iznosila 831.234 t. Ukupna sakupljena količina MKO od korisnika javne usluge u Gradu Zagrebu u 2022. godini (167.548 t) manja je 3,65 % u odnosu na 2021. godinu kada je sakupljeno 173.903 t MKO.

Tab. 2-1: Ukupne količine komunalnog otpada u Gradu Zagrebu za razdoblje 2018. – 2022. prema izvješćima o komunalnom otpadu

Godina	Ukupno nastalo komunalnog otpada (t)	Ukupno sakupljeno komunalnog otpada u okviru javne usluge (t)	Sakupljeni miješani komunalni otpad (t)	Ostale vrste komunalnog otpada u organizaciji JLS (t)	Udio odvojeno sakupljenog otpada u komunalnom otpadu (%)
2018.	345.781	266.251	216.631	49.620	18.64
2019.	342.887	258.465	200.923	57.541	22.26
2020.	342.570	283.293	172.224	111.068	39.21
2021.	321.843	253.524	173.903	79.620	31.41
2022.	344.944	231.453	167.548	63.905	27.61

Tab. 2-2: Vrste i količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada iz kućanstava u Gradu Zagrebu za razdoblje 2018. – 2022.

Ključni broj otpada	Naziv otpada	Sakupljeno u 2018. (t)	Sakupljeno u 2019. (t)	Sakupljeno u 2020. (t)	Sakupljeno u 2021. (t)	Sakupljeno u 2022. (t)
15 01 02	Plastična ambalaža	-	818,17	8.394	2.651	12.168
20 01 01	Papir i karton	4.756	7.206	12.880	13.313	13.584
20 02 01	Biorazgradivi otpad	768	1.067	1.083	749	701,38
20 01 08**	Biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina	-	5.773	25.602	23.630	16.508
20 03 07	Glomazni otpad	8.777	9.235	12.565	6.750	11.231

Tab. 2-3: Komunalni otpad odvojeno sakupljen putem spremnika na javnim površinama u Gradu Zagrebu za razdoblje 2018. – 2022.

Ključni broj otpada	Naziv otpada	Sakupljeno u 2018. (t)	Sakupljeno u 2019. (t)	Sakupljeno u 2020. (t)	Sakupljeno u 2021. (t)	Sakupljeno u 2022. (t)
15 01 02	Plastična ambalaža	3.316,82	5.158,75	3.395,54	10.168,77	15.507,43
15 01 04	Metalna ambalaža	23,91	0,76	0,00	0,00	398,72
15 01 07	Staklena ambalaža	2.062,36	2.204,95	3.270,31	2.886,44	3.332,69
20 01 01	Papir i karton	4.013,73	5.754,29	3.947,23	3.052,98	16.732,74
20 01 10	Odjeća	691,13	871,95	815,82	339,12	-
20 01 11	Tekstili	65,75	103,52	19,10	13,42	987,47

Na području Grada Zagreba odvojeno se prikupljaju biootpad, papir, karton, staklo, plastika, metali i tekstil. Prikupljanje se odvija po principu "od vrata do vrata", putem spremnika i posuda smještenih na javnim površinama te putem reciklažnih dvorišta i mobilnih reciklažnih dvorišta.

Grad Zagreb ima uspostavljene sustave gospodarenja otpadom, a građani kao dionici sustava sudjeluju odvojenim sakupljanjem otpada i tako pridonose ostvarivanju ciljeva gospodarenja otpadom. Sustav je karakteriziran postojanjem reciklažnih dvorišta, postrojenja za oporabu građevnog otpada te uključuje razne građevine za gospodarenje otpadom, kao i komunalne tvrtke koje obavljaju djelatnosti sakupljanja, prijevoza i zbrinjavanja otpada.

Sukladno Odluci o načinu pružanja javne usluge sakupljanja komunalnog na području Grada Zagreba (SGGZ 7/22, 19/22 i 33/22) MKO se prikuplja u spremnicima za MKO, biootpad se prikuplja u spremnicima za biootpad (u vrećicama koje su podijeljene kućanstvima), otpadni papir i karton prikupljaju se u spremnicima za prikupljanje otpadnog papira i kartona, a otpadna plastika i otpadna metalna ambalaža prikupljaju se u označenim vrećama za otpadnu plastiku i otpadnu metalnu ambalažu.

Od 1.10.2022. godine uveden je novi sustav naplate javne usluge sakupljanja komunalnog otpada. Odlukom o načinu pružanja javne usluge sakupljanja komunalnog otpada na području Grada Zagreba predviđeno je da korisnici javne usluge iz kategorije kućanstvo (jednim manjim dijelom i od drugih izvora komunalnog otpada) u svrhu striktno primjene načela „onečišćivač plaća“ koriste odgovarajuće naplatne vrećice volumena 10, 20 i 40 litara za miješani komunalni otpad koje nabavljaju o svom trošku, a u svrhu obračuna cijene za predanu količinu miješanog komunalnog otpada. Podružnica Čistoća je u sklopu javne usluge uspostavila i sustav odvojenog sakupljanja reciklabilnog otpada.

Standardizirani spremnici za prikupljanje biootpada i otpadnog papira i kartona su volumena 80 litara, 120 litara, 240 litara i 1.100 litara. Standardizirani spremnici za sakupljanje otpadne plastike i otpadne metalne ambalaže su vreće volumena 60 i 120 litara.

Novi sustav gospodarenja otpadom u gradu Zagrebu koji je na snazi od listopada 2022. godine, u prvih pola godine provođenja donio je niz promjena u količinama pojedinih tokova otpada kako slijedi:

- Količina MKO, KB 20 03 01 sakupljena od korisnika javne usluge u prvih 6 mjeseci od primjena novog sustava se smanjila za 22.613 t u odnosu na isto razdoblje prethodne godine odnosno za oko 26 %.
- Količina otpadne plastike se povećala za 3.772 tone u odnosu na isto razdoblje prethodne godine odnosno za oko 56 %.
- Količina otpadnog papira se povećala za 1.242 tone u odnosu na isto razdoblje prethodne godine odnosno za oko 15 %.
- Količina biootpada se povećala za 3.233 tone u odnosu na isto razdoblje prethodne godine odnosno za oko 40 %.

MKO u visokom udjelu sadrži biorazgradivu frakciju koja se mora u što manjoj mjeri odlagati na odlagališta. Biorazgradivi otpad je svaki otpad ili dio otpada koji podliježe anaerobnoj ili aerobnoj razgradnji, kao što je otpad iz vrtova, otpad od hrane te papir i karton.

Najveća dopuštena masa biorazgradivog komunalnog otpada čije odlaganje u kalendarskoj godini se može dopustiti svim dozvolama za gospodarenje otpadom u RH je 264.661 tona, što je 35% mase biorazgradivog komunalnog otpada proizvedenog u 1997. godini. Količina komunalnog otpada odloženog na odlagališta otpada može biti najviše 10% mase ukupno proizvedenog komunalnog otpada do 2035. godine.

Oporaba odvojeno sakupljenog zelenog otpada i biootpada na području Grada Zagreba obavlja se u kompostanama Markuševac i Jakuševac. Na lokaciji bivše kompostane Jankomir od 2007. godine odvija se samo priprema i pakiranje komposta i supstrata od zrelog komposta dovezenog s kompostana Markuševac i Jakuševac.

U svrhu praćenja udjela biorazgradivog otpada koji se odlaže na odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac, Zagrebački holding d.o.o. jednom godišnje provodi analizu morfološkog sastava otpada koji se odlaže na odlagalište Prudinec/Jakuševac, odnosno udio pojedine sastavnice otpada po pojedinoj frakciji, izračun proizvodnje odlagališnog plina iz odloženog otpada tijekom godina te određivanje biorazgradivosti odloženog otpada.

Nad reprezentativnim uzorkom otpada provodi se morfološka analiza odloženog otpada. Na osnovu rezultata morfološke analize odloženog otpada, izračunat je udio biorazgradive komponente u odloženom otpadu koji iznosi 60,7%, odnosno koeficijent 0,607.

Rezultati morfološke analize otpada tijekom posljednje četiri godine (2019.-2022.) pokazuju da je tijekom 2022. godine u odnosu na 2019. godinu zabilježeno smanjenje udjela papira i kartona (sa 17,16% na 16,22%), kao i u odnosu na 2020. godinu kada je zabilježeno smanjenje udjela papira i kartona (sa 21,70% na 16,62%). Isto tako je tijekom 2022. godine u odnosu na 2021. godinu zabilježeno smanjenje udjela kuhinjskog otpada (sa 12,49% u 2021. godini na 9,16% u 2022. godini). Zamjetan je i trend smanjenja udjela plastike sa 20,03% u 2021. godini na 17,16% u 2022. godini.

Tab. 2-4: Uzorkovanje i morfološka analiza odloženog otpadana odlagalištu otpada Jakuševac s određivanjem biorazgradive komponente u odloženom otpadu

Redni broj	Morfološka sastavnica otpada	Udio mas %
1.	Papir i karton	16,82
2.	Metal	2,46
3.	Drvo	0,52
4.	Staklo	4,41
5.	Tekstil/odjeća	3,86
6.	Plastika	18,18
7.	Guma	0,04
8.	Kuhinjski otpad	9,38
9.	Vrtni otpad	6,25
10.	Ostali organski otpad (koža, kosti, jestiva ulja i masti)	0,66
11.	Pelene	6,36
12.	Složena slojevita ambalaža	2,67
13.	Lijekovi	0,00

14.	Baterije	0,00
15.	Ostali otpad	6,89
16.	Sitnice (<20 mm)	21,50
UKUPNO		100

Izvor: Zagrebački holding d.o.o. - Podružnica Čistoća, srpanj 2022. godine, Croteh d.o.o.

Sukladno definiranim ciljevima i mjerama iz Plana gospodarenja otpadom Grada Zagreba 2018-2023 u svrhu unaprjeđenja sustava gospodarenja otpadom propisano je sljedeće:

Tab. 2-5: Planirani objekti sustava gospodarenja otpadom na području Grada Zagreba (IZVOR: PGO 2018-2023)

Br.	Mjera	Opis	Nositelj	Sudionici	Mogući izvori financiranja	Rok
1.2.2	Izgradnja postrojenja za sortiranje odvojeno prikupljenog papira, kartona, metala, stakla, plastike i dr. (sortirnica)	U okviru ove mjere provoditi će se aktivnosti izgradnje i opremanja novih, te po potrebi povećanje kapaciteta i unaprjeđenje tehnologije postrojenja za sortiranje odvojeno prikupljenoga otpadnog papira, kartona, metala, stakla, plastike i dr.	Zagrebački holding d.o.o./ ZCGO	/	JLS/ Zagrebački holding d.o.o./ZCGO FZOEU/EU/PU	2020.
1.2.3	Izgradnja Reciklažnih dvorišta	Ova mjera uključuje: -izgradnju i opremanje reciklažnih dvorišta -provedbu izobraznoinformativnih aktivnosti za lokalno stanovništvo -nabavu mobilnih reciklažnih dvorišta	Grad Zagreb	Zagrebački holding d.o.o./ ZCGO	EU/FZOEU/ Zagrebački Holding d.o.o.	2019.
1.3.2	Izgradnja postrojenja za biološku obradu odvojeno prikupljenog biootpada	Ova mjera uključuje izgradnju i opremanje novih te povećanje kapaciteta i unaprjeđenje tehnologije postojećih postrojenja za biološku obradu odvojeno prikupljenog biootpada aerobnim ili anaerobnim postupcima.	Zagrebački holding d.o.o./ ZCGO	Grad Zagreb	EU/ Zagrebački Holding d.o.o./ Grad Zagreb	2020.
1.4.3	Izgradnja centra za gospodarenje otpadom	Ova mjera obuhvatit će izgradnju građevina za obradu miješanog komunalnog otpada, neopasnog otpada koji preostaje nakon materijalne uporabe i drugoga neopasnog otpada. Prilikom planiranja kapaciteta ovih građevina potrebno je, sukladno PGO RH, izraditi studiju izvedivosti koja će poštivati ciljeve propisane HR i EU zakonodavstvom te ovim planom. U studiji trebaju biti prikazane sve mjere koje je potrebno provesti na području obuhvata projekta da bi se dosegli ciljevi i opravdao kapacitet. Prilikom planiranja ovih građevina, sukladno PGO RH potrebno je sagledati mogućnost da se u sklopu iste građevine nalaze postrojenja za obradu građevnog	ZCGO	Grad Zagreb / Zagrebačka županija	EU/ FZOEU/PU /JPP Grad Zagreb - Zagrebačka županija	2022.

Br.	Mjera	Opis	Nositelj	Sudionici	Mogući izvori financiranja	Rok
		otpada, otpada koji sadrži azbest, glomaznog otpada i biootpada te postrojenje za razvrstavanje odvojeno prikupljenog papira/kartona, stakla, metala i plastike.				
2.1.1	Izgradnja i opremanje reciklažnih dvorišta za građevni otpad	U okviru ove mjere provest će se sljedeće aktivnosti: - izgradnja i opremanje novih te povećanje kapaciteta postojećih (može uključivati i mobilno postrojenje za recikliranje građevnog otpada).	Zagrebački Holding d.o.o./ ZCGO	Grad Zagreb	Zagrebački Holding d.o.o./ Grad Zagreb/EU	2020.
2.2.2	Unaprijediti Sustav gospodarenja muljem	Provedba aktivnosti u skladu sa zaključcima iz Studije izvedljivosti sustava gospodarenja otpadnim muljem iz CUPOVGZ-a	Grad Zagreb	ZOV d.o.o.	EU/HV/ZOV d.o.o./	2021.
2.3.2	Izgradnja odlagališnih ploha za odlaganje građevnog otpada koji sadrži azbest	U okviru ove mjere, a sukladno procijenjenim količinama, izgradit će se ploha za odlaganje građevnog otpada koji sadrži azbest.	Zagrebački holding d.o.o./ ZCGO	/	FZOEU/ Zagrebački holding d.o.o./ Grad Zagreb	2022.

2.1 Projekcija kretanja količina pojedinih sastavnica otpada

Jedno od najvažnijih pitanja u gospodarenju krutim otpadom je određivanje količine i kvalitete (sastava) miješanog komunalnog otpada. Potrebno je poznavati karakteristike nastalog komunalnog otpada kako bi se mogle procijeniti sadašnje i buduće potrebe za postrojenjima za njegovu preradu i zbrinjavanje.

Sastav i količine krutog otpada ovise prvenstveno o socioekonomskim karakteristikama lokalne zajednice. Industrijski rast važan je alat za povećanje dohotka po glavi stanovnika i blagostanja sveukupnog društva. Zauzvrat, industrijski rast i veći dohodak po glavi stanovnika dovode do generiranja veće količine otpada, kojim, ukoliko se pravilno ne upravlja, uzrokuje degradaciju okoliša.

Projekcija kretanja količina pojedinih sastavnica otpada temelji se na sljedeće korištenim izvorima podataka i dokumenata:

- Uvažavanje propisanih ciljeva krovnih dokumenata u gospodarenju otpadom, prvenstveno Zakona o gospodarenju otpadom, te Plana gospodarenja otpadom, kao i primjeni europskih direktiva o otpadu
- Registar onečišćivača okoliša Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR)
- Podloge dokumenta pod nazivom „Uzorkovanje i morfološka analiza odloženog otpada na odlagalištu otpada Jakuševac s određivanjem biorazgradive komponente u odloženom otpadu - izvješće za 2022. godinu“

- Kretanja broja domicilnog stanovništva u Gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji do 2060. godine projicirani su na bazi iz podataka Eurostata i Izvješća o komunalnom otpadu (MINGOR)
- Dokument naziva: „*Analiza količina i karakteristika miješanog komunalnog otpada koji će gravitirati prema pretovarnim stanicama na području zagrebačke županije, 2019. godina*“

Prilikom projekcije generiranja krutog komunalnog otpada vodilo se računa o vrsti otpada, tj. razlici u sastavu, i mjestu nastanka te se stoga projekcija ukupnog krutog komunalnog otpada sastoji od zasebno projiciranih vrijednosti količina otpada iz kućanstava, trgovine, parkova i vrtova, ulice te ostalog otpada sličnom otpadu iz kućanstava u koji se ubraja i otpad iz turizma.

Količine generiranog komunalnog otpada iz kućanstava projicirane su koristeći faktor prosječne količine generiranog komunalnog otpada po stanovniku, faktora kretanja ovog parametra te projekcije kretanja broja domicilnog stanovništva.

Vrijednost parametra količine otpada po stanovniku izračunata je za 2022. godinu na temelju podataka iz SO-1 obrazaca za davatelje javne usluge prikupljanja miješanog komunalnog otpada i davatelje javne usluge prikupljanja biorazgradivog komunalnog otpada. Isti podaci su uzeti kao referentni podaci za daljnje izračune te referentna vrijednost količine generiranog komunalnog otpada po stanovniku iznosi 380 kg/stanovniku za Grad Zagreb te 245 kg/stanovniku za Zagrebačku županiju.

Na temelju podataka iz Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2023. – 2028. godine te projekcije povećanja količine generiranog komunalnog otpada, izračunat je faktor Povećanja otpada, dok faktor Smanjenja otpada prikazuje sveukupni utjecaj implementacije planiranih mjera gospodarenja otpadom. Zbrojem utjecaja ovih dvaju faktora dobiven je faktor Promjene količine otpada po stanovniku koji pokazuje promjenu u odnosu na 2022. godinu.

Za projekciju manjih tokova komunalnog otpada koje dolaze iz trgovine te uređenje parkova i vrtova te ulica, zbog neovisnosti ovih veličina od kretanja stanovništva, uzete su konstantne vrijednosti od po godinama analize, koja odgovara iznosu generiranog otpada u 2022 godini. Tako je količina komunalnog otpada iz trgovine u Gradu Zagrebu procijenjena na 256 tona godišnje, iz parkova i vrtova na 21.417 tona godišnje te s ulica Grada Zagreba na 2.083 tona godišnje. Ove vrijednosti za Zagrebačku županiju su procijenjene na 73 tona godišnje za otpad iz trgovine, na 2.214 tona za iz otpad iz parkova i vrtova te na 575 tona godišnje za otpad s ulica Zagrebačke županije. Ostale naknadno utvrđene količine otpada koje nisu zasebno evidentirane modelirane su kao razlika do ukupnih zabilježenih količina generiranog krutog komunalnog otpada u razmatranoj županiji.

Na temelju ciljeva iz Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2023. – 2028. godine te projekcije količine generiranog komunalnog otpada, projicirane su količine otpada koje se prikupljaju kao odvojeno prikupljene frakcije, kao i količine preostalog miješanog otpada.

Tab. 2-6: Projekcija količina otpada u Gradu Zagrebu

God.	Količina otpada po stanovniku	Promjena količine otpada po stanovniku	Broj stanovnika	Generirano komunalnog otpada iz kućanstava	Ostali otpad sličan kućanskom	Otpad iz trgovina	Otpad iz parkova i vrtova	Otpad s ulica	Miješani otpad	Odvojeni prikupljeni otpad
-	kg/stan	%	-	t	t	t	t	t	t	t
2023	382	0,41%	772.910	295.000	35.353	256	21417	2083	129.864	222.162
2024	386	1,58%	774.707	299.138	35.849	256	21417	2083	118.777	237.883
2025	390	2,53%	776.116	302.459	36.247	256	21417	2083	106.933	253.446
2026	398	4,79%	777.479	309.672	37.112	256	21417	2083	108.962	259.495
2027	407	7,11%	778.692	317.027	37.993	256	21417	2083	110.213	266.480
2028	416	9,47%	779.767	324.471	38.885	256	21417	2083	110.754	274.275
2029	425	11,85%	780.687	331.922	39.778	256	21417	2083	110.618	282.755
2030	434	14,22%	781.493	339.304	40.663	256	21417	2083	107.989	293.651
2031	443	16,54%	782.169	346.494	41.524	256	21417	2083	109.410	300.281
2032	451	18,76%	782.701	353.337	42.345	256	21417	2083	109.518	307.837
2033	459	20,83%	783.094	359.652	43.101	256	21417	2083	108.518	315.908
2034	466	22,65%	783.399	365.236	43.771	256	21417	2083	106.382	324.298
2035	472	24,15%	783.603	369.797	44.317	256	21417	2083	103.074	332.713
2036	480	26,38%	783.688	376.477	45.118	256	21417	2083	104.152	339.116
2037	485	27,52%	783.692	379.853	45.522	256	21417	2083	104.335	342.713
2038	487	28,09%	783.617	381.517	45.722	256	21417	2083	104.053	344.859
2039	488	28,37%	783.462	382.295	45.815	256	21417	2083	103.530	346.253
2040	489	28,52%	783.246	382.617	45.854	256	21417	2083	102.881	347.263
2041	489	28,59%	782.948	382.685	45.862	256	21417	2083	102.158	348.062
2042	489	28,62%	782.603	382.623	45.854	256	21417	2083	101.395	348.755
2043	489	28,64%	782.188	382.474	45.836	256	21417	2083	100.602	349.381
2044	489	28,65%	781.71	382.267	45.812	256	21417	2083	99.789	349.963
2045	489	28,66%	781.181	382.021	45.782	256	21417	2083	98.958	350.518
2046	489	28,66%	780.594	381.741	45.749	256	21417	2083	98.112	351.051
2047	489	28,66%	779.956	381.432	45.712	256	21417	2083	97.252	351.565
2048	489	28,66%	779.268	381.098	45.671	256	21417	2083	96.378	352.064
2049	489	28,66%	778.511	380.728	45.627	256	21417	2083	95.489	352.539
2050	489	28,66%	777.717	380.340	45.581	256	21417	2083	94.588	353.006
2051	489	28,66%	776.874	379.928	45.531	256	21417	2083	93.673	353.459
2052	489	28,66%	775.971	379.486	45.478	256	21417	2083	92.745	353.892
2053	489	28,66%	775.022	379.023	45.423	256	21417	2083	91.803	354.316
2054	489	28,66%	774.023	378.534	45.364	256	21417	2083	90.828	354.743
2055	489	28,66%	772.995	378.031	45.304	256	21417	2083	89.862	355.146
2056	489	28,66%	771.905	377.498	45.240	256	21417	2083	88.881	355.530
2057	489	28,66%	770.769	376.943	45.174	256	21417	2083	87.888	355.902
2058	489	28,66%	769.599	376.371	45.105	256	21417	2083	86.882	356.267
2059	489	28,66%	768.374	375.771	45.033	256	21417	2083	85.863	356.614

Tab. 2-7: Projekcija količina otpada u Zagrebačkoj županiji

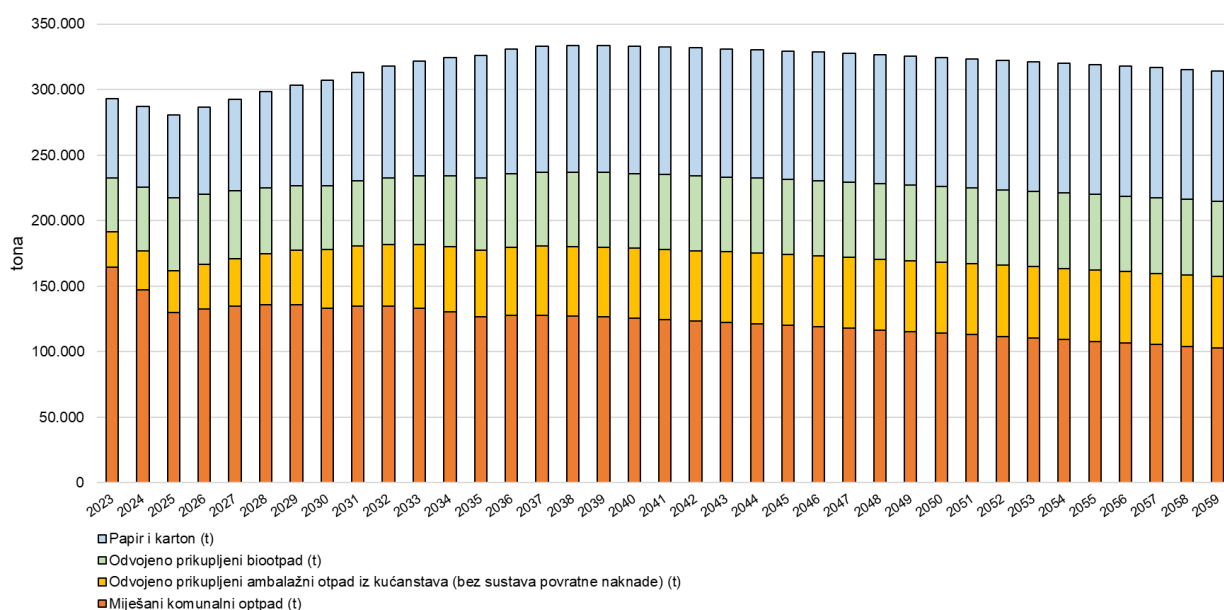
God.	Količina otpada po stanovniku	Promjena količine otpada po stanovniku	Broj stanovnika	Generirano komunalnog otpada iz kućanstava	Ostali otpad sličan kućanskom	Otpad iz trgovina	Otpad iz parkova i vrtova	Otpad s ulica	Miješani otpad	Odvojeni prikupljeni otpad
-	kg/stan	%	-	t	t	t	t	t	t	t
2023	246	0,4%	296.886	73.008	3.418	73	2.214	575	34.458	44.255
2024	249	1,6%	295.412	73.494	3.441	73	2.214	575	28.582	50.640
2025	251	2,5%	294.038	73.830	3.456	73	2.214	575	23.083	56.490
2026	257	4,8%	292.700	75.115	3.517	73	2.214	575	23.902	57.017
2027	262	7,1%	291.332	76.420	3.578	73	2.214	575	24.562	57.723
2028	268	9,5%	289.932	77.732	3.639	73	2.214	575	25.082	58.576
2029	274	11,9%	288.506	79.032	3.700	73	2.214	575	25.496	59.523
2030	280	14,2%	287.044	80.298	3.759	73	2.214	575	25.367	60.977
2031	285	16,5%	285.558	81.504	3.816	73	2.214	575	25.481	62.126
2032	291	18,8%	284.036	82.615	3.868	73	2.214	575	25.315	63.455
2033	296	20,8%	282.490	83.592	3.913	73	2.214	575	24.914	64.878
2034	300	22,7%	280.905	84.380	3.950	73	2.214	575	24.270	66.347
2035	304	24,2%	279.281	84.918	3.976	73	2.214	575	23.477	67.704
2036	310	26,4%	277.649	85.937	4.023	73	2.214	575	23.603	68.644
2037	312	27,5%	275.963	86.181	4.035	73	2.214	575	23.516	68.987
2038	314	28,1%	274.258	86.032	4.028	73	2.214	575	23.324	69.023
2039	314	28,4%	272.515	85.676	4.011	73	2.214	575	23.076	68.898
2040	315	28,5%	270.758	85.219	3.990	73	2.214	575	22.801	68.695
2041	315	28,6%	268.957	84.700	3.965	73	2.214	575	22.511	68.441
2042	315	28,6%	267.147	84.153	3.940	73	2.214	575	22.214	68.166
2043	315	28,6%	265.306	83.585	3.913	73	2.214	575	21.912	67.873
2044	315	28,7%	263.441	83.003	3.886	73	2.214	575	21.607	67.569
2045	315	28,7%	261.559	82.413	3.858	73	2.214	575	21.301	67.257
2046	315	28,7%	259.667	81.818	3.830	73	2.214	575	20.994	66.941
2047	315	28,7%	257.757	81.217	3.802	73	2.214	575	20.687	66.619
2048	315	28,7%	255.839	80.613	3.774	73	2.214	575	20.379	66.295
2049	315	28,7%	253.924	80.010	3.746	73	2.214	575	20.073	65.970
2050	315	28,7%	252.009	79.407	3.718	73	2.214	575	19.767	65.645
2051	315	28,7%	250.098	78.805	3.689	73	2.214	575	19.462	65.319
2052	315	28,7%	248.197	78.206	3.661	73	2.214	575	19.159	64.995
2053	315	28,7%	246.301	77.608	3.633	73	2.214	575	18.857	64.671
2054	315	28,7%	244.416	77.014	3.606	73	2.214	575	18.550	64.357
2055	315	28,7%	242.546	76.425	3.578	73	2.214	575	18.251	64.039
2056	315	28,7%	240.693	75.841	3.551	73	2.214	575	17.955	63.724
2057	315	28,7%	238.856	75.262	3.524	73	2.214	575	17.660	63.413
2058	315	28,7%	237.026	74.686	3.497	73	2.214	575	17.366	63.104
2059	315	28,7%	235.222	74.117	3.470	73	2.214	575	17.074	62.800

2.2 Projekcija količina krutog komunalnog otpada koji će se obrađivati u CGO Zagreb

Kako bi se procijenile ukupne količine komunalnog otpada koji će biti isporučen u CGO Zagreb kroz godine, uz prethodno prikazane projekcije po županijama u obuhvatu CGO-a, korišteni su sljedeći podaci i pretpostavke kako bi se modelirale ukupne količine odvojeno skupljenog otpada:

- Kao bazna godina za procjenu postotka odvojenog prikupljanja reciklabilnih materijala uzeta je 2022. godina.
- Ciljevi iz Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2023. – 2028. godine uzeti su u obzir u projekcijama kretanja količina otpada kao i prilikom modeliranja centra za gospodarenje otpadom.
- Kako je navedeno u Planu gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2023. – 2028., jedna od pretpostavki za provedbu Plana je izgradnja sortirnica koje će sortirati odvojeno skupljeni otpad s područja svake od županija. U sklopu ovog CGO-a obrađivati će se miješani komunalni otpad s područja Grada Zagreba i Zagrebačke Županije te odvojeno skupljeni laki ambalažni otpad kao, odvojeno prikupljeni papir i biootpad s područja Grada Zagreba, dok sortiranje odvojeno prikupljenog otpada iz Zagrebačke županije nije u obuhvatu studije.

Na sljedećoj slici prikazane su projekcije količina krutog komunalnog otpada koji će se isporučivati u CGO Zagreb.



Sl. 2-1: Projekcija kretanja količina otpada Grada Zagreba (+MKO Zagrebačke županije)

3 DRUŠTVENO EKONOMSKI KONTEKST

Za određivanje visine tarife za zbrinjavanje otpada za kućanstva važno je procijeniti prosječni prihod kućanstva. Također je korisno procijeniti raspoloživi dohodak kućanstava s niskim dohotkom.

Osnovne karakteristike potrošnje kućanstava izračunane su na temelju podataka prikupljenih istraživanjem Anketa o potrošnji kućanstava. Anketa je provedena na uzorku slučajno izabranih privatnih kućanstava. U anketni uzorak 2019. bilo je izabrano 5460 stambenih jedinica nastanjenih privatnim kućanstvima, od kojih je uspješno anketirano 1 809. Stopa odgovora na razini kućanstva iznosila je 38,0%. Prema podacima Ankete o potrošnji kućanstava, izdaci za potrošnju u 2019. iznosili su u prosjeku 93.522 HRK po kućanstvu.

Godišnji dohodak po kućanstvu Grada Zagreba procjenjuje se uzimajući u obzir odnos BDP-a po stanovniku s BDP-om po stanovniku na nacionalnoj razini za 2019. godinu. BDP po stanovniku iznosi 23.793 EUR - 173,8% prosječnog državnog BDP-a po stanovniku koji iznosi 12.468 €.

Raspodjela sredstava za Stanovanje i potrošnja energenata prema namjeni prikazana je u tablici u nastavku. Prosječni izdatak kućanstva u 2019. godini za stanovanje i potrošnja energenata procijenjen je u iznosu od oko 14,5 tisuća kuna godišnje.

Tab. 3-1: Stanovanje – raspodjela (izvor: Statističko Priopćenje 2019., DZS)

Stavka	Iznos u kunama	Struktura %	Struktura %	Struktura %
Stanovanje i potrošnja energenata¹⁾	14.510	94,65		
Najamnine za stanovanje	927	6,38	6,38	
Održavanje i popravci u stanu	927	6,38	6,38	
Proizvodi za redovito održavanje i popravak stana	367			49,20
Usluge za redovito održavanje i popravke u stanu	560			50,80
Opskrba vodom i razne usluge vezane za stanovanje	4.019	29,26	27,70	
Opskrba vodom	1.876			46,67
Odvoz otpada	755			18,78
Odvodnja otpadnih voda	853			21,22
Ostale usluge vezane za stanovanje, d. n.	536			13,34
Električna energija, plin i ostala goriva	8.637	59,52	59,52	
Električna energija	3.930			45,50
Plin	1.902			22,02
Tekuća goriva	139			1,61
Kruta goriva	2.320			26,86
Toplinska energija	345			4,01

1) U izdatke Stanovanja i potrošnje energenata nije uključena imputirana najamnina

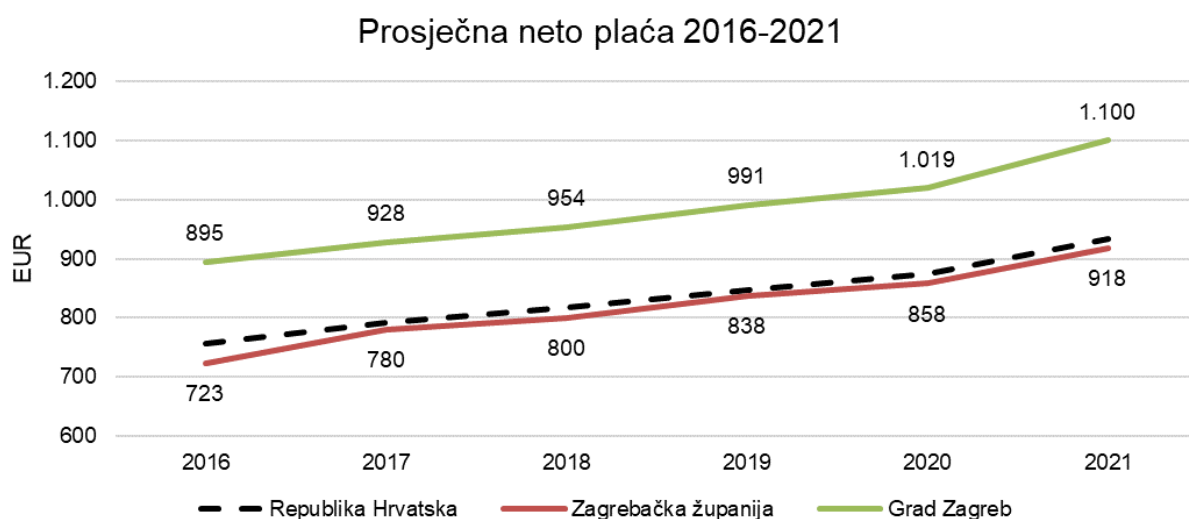
Da bi se procijenila razina do koje se tijekom vremena mogu podići cijene usluga zbrinjavanja otpada, potrebno je uzeti u obzir trenutne razine prihoda i rashoda kućanstva u području projekta, te načiniti prognoze o tome kako se to može promijeniti (u stvarnim cijenama) tijekom referentnog razdoblja.

Dohodak kućanstva je izračunat iz podataka o isplati plaća, mirovina i ostalih dohodaka na području inicijalnog obuhvata Projekta.

Priuštvost (dostupnost usluge) je funkcija (i) opsega korištenih usluga (ii) cijena usluga, i (iii) raspoloživog prihoda, odnosno to je sposobnost kućanstva da plati uslugu prikupljanja i zbrinjavanja otpada.

Za projekte koje sufinancira EU, priuštvost se smatra osiguranom ukoliko kućanstvo s prosječnim prihodom koju pokriva projekt ne plaća više od 2% raspoloživog prihoda kućanstva za uslugu prikupljanja i zbrinjavanja otpada. To znači da, ovisno o stvarno raspoloživom prihodu, kućanstvo s niskim prihodom mora izdvojiti znatno veći dio prihoda.

Prema dostupnim podacima DZS od 2016. do 2021. godine za koju postoje posljednji podaci prosječna neto plaća u Zagrebačkoj županiji u 2016. iznosila je 723 EUR dok je u 2021. godini iznosila 918 EUR, što čini porast od 26,97%. U Gradu Zagrebu prosječna plaća u 2016. godini iznosila je 895 EUR odnosno 1.100 EUR u 2021. godini što čini rast od 22,90 %.



Sl. 3-1: Kretanje neto plaće

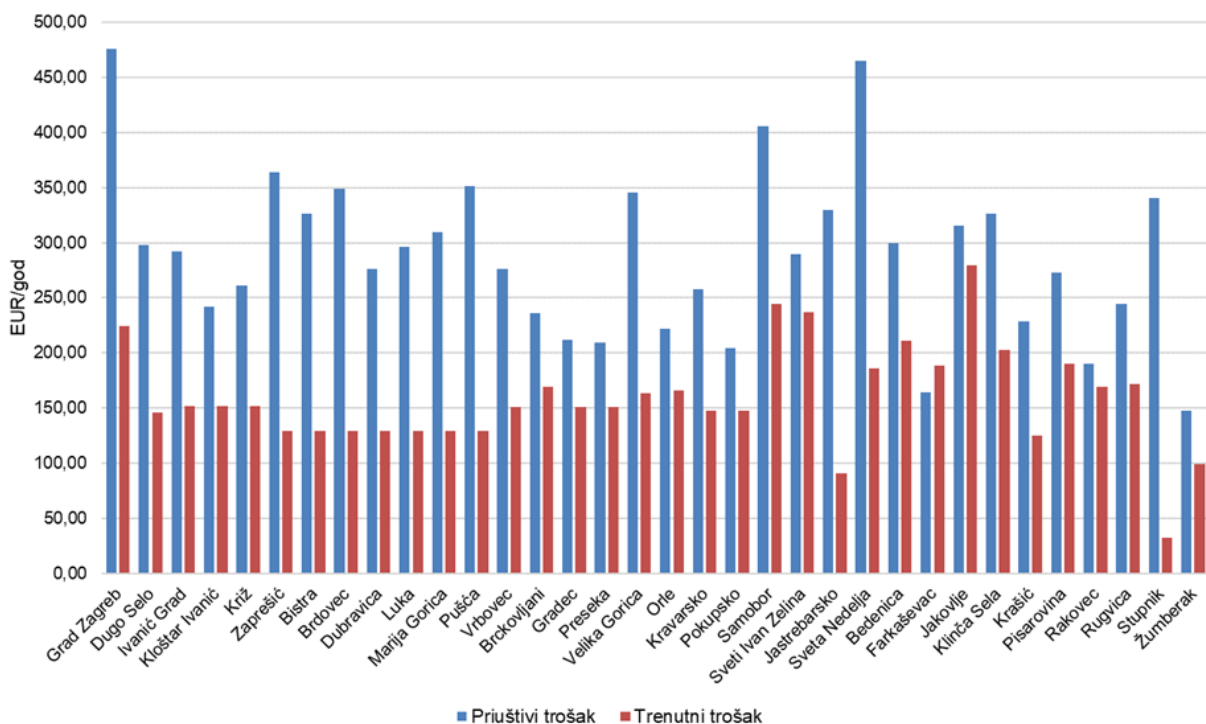
U nastavku se daje cijena usluge sakupljanja i zbrinjavanja otpada za veličinu kante od 120 litara za frekvenciju sakupljanja 4 puta mjesečno osim općina gdje je osigurani manji broj prikupljanja.

S obzirom na godišnji dohodak po kućanstvu Grada Zagreba od 23.793 EUR i maksimalno 2% raspoloživog prihoda kućanstva za uslugu prikupljanja i zbrinjavanja otpada proizlazi da preostaje prostor za podizanje cijene sa sadašnjih 224,52 EUR/god na 475,86 EUR/god, a što predstavlja mogući rast cijena do 112%.

Za Zagrebačku županiju postoji veliki nesrazmjer razvijenosti prema prosječnom dohotku kućanstva. Pojedine općine s obzirom na udaljenost i izoliranost imaju više troškove dok su u odnosu na ostale i manje razvijene. Trenutni i najveći mogući priuštvivi (2%) troškovi zbrinjavanja otpada za domaćinstvo na području Projekta (prema projekciji dohotka za 2021.) prikazani su na sljedećem dijagramu.

Tab. 3-2: Trenutna cijena odvoza MKO za kategoriju kućanstvo na području Projekta

Komunalno društvo	Naselje	Cijena bez PDV		PDV	Cijena sa PDV	Napomena	
		Fiksni dio	Varijabilni dio			Volumen spremnika	Broj odvoza mj.
Zagrebački Holding doo	Grad Zagreb	5,28	11,28	13%	18,71	3x40litara	x4
Dugoselski komunalni i poduzetnički centar d.o.o.	Dugo Selo	8,67	2,07	13%	12,14	120 litara	x4
IVAKOP doo	Ivanić Grad, Kloštar Ivanić ,Križ	8,63	2,56	13%	12,64	120 litara	x4
Zaprešić doo	Zaprešić i općine	7,3	2,24	13%	10,78	120 litara	x4
Komunalac Vrbovec doo	Vrbovec	7,3	3,82	13%	12,57	120 litara	x4
	Općina Brckovljani	8,63	3,84	13%	14,09	120 litara	x4
	Gradec	7,3	3,82	13%	12,57	120 litara	x4
	Preseka	7,3	3,82	13%	12,57	120 litara	x4
VG Čistoća doo	Velika Gorica	8,32	3,72	13%	13,61	120 litara	x4
	Općina Orle	9,03	3,18	13%	13,8	120 litara	x3
	Općina Kravarsko	8,76	2,12	13%	12,29	120 litara	x2
	Općina Pokupsko	8,76	2,12	13%	12,29	120 litara	x2
Komunalac doo Samobor	Samobor	9,38	8,64	13%	20,36	120 litara	x4
Zelinske Komunalije doo	Sveti Ivan Zelina	7,96	9,52	13%	19,75	120 litara	x4
Eko-floor plus	Jastrebarsko	6,71		13%	7,58	120 litara	x4
	Sveta Nedjelja	7,96	5,78	13%	15,53	120 litara	x4
	Bedenica	10,81	4,74	13%	17,57	120 litara	x3
	Farkaševac	9,51	4,41	13%	15,73	120 litara	x3
	Jakovlje	13,16	7,48	13%	23,33	120 litara	x4
	Klinča Sela	6,99	7,93	13%	16,87	120 litara	x4
	Krašić	7,16	2,07	13%	10,43	120 litara	x2
	Pisarovina	10,67	3,32	13%	15,82	120 litara	x2
	Rakovec	9,35	3,15	13%	14,13	120 litara	x2
	Rugvica	11,51	1,13	13%	14,28	120 litara	x4
	Stupnik	2,40		13%	2,71		?
Žumberak	7,30	0,00	13%	8,25	1100 litara	x2	



Sl. 3-2: Trenutni i najveći mogući priuštni (2%) troškovi zbrinjavanja otpada za domaćinstvo na području Projekta (prema projekciji dohotka za 2021.)

Službena vladina prognoza rasta BDP-a za 2023. godinu je 2,2 posto. Projekcija rasta za 2024. godinu je 2,6 posto, za 2025. 2,5 posto te za 2026. 2,2 posto. Što se tiče inflacijskih pritisaka, Vlada očekuje usporavanje inflacije u ovoj godini na 6,6 posto, a u idućim godinama očekuje znatno usporavanje – 2,8 posto u 2024., 2,4 posto u 2025. i 2,2 posto u 2026.

4 ANALIZA OPCIJA TEHNOLOŠKIH RJEŠENJA

Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom mora biti održiv, ekonomski isplativ, društveno prihvatljiv i ekološki djelotvoran sustav. Ekonomska isplativost se odražava u troškovima sustava koji su prihvatljivi svim krajnjim korisnicima usluga (kućanstva, gospodarstvo i javni sektor). Društvena prihvatljivost sustava podrazumijeva zadovoljavanje potreba lokalne zajednice i odražava njene vrijednosti i prioritete. Ekološki djelotvoran sustav je onaj kojim se postiže smanjenje ukupno opterećenje okoliša otpadom, smanji potrošnja resursa i energije te se postiže smanjenje emisija u zrak, vodu i tlo.

Na tržištu postoje različite tehnologije kojima se postižu određeni ciljevi, pa tako i ciljevi obrade otpada koji zadovoljavaju određene kriterije. Sve te tehnologije, od jednostavnih izvedbi pa sve do onih složenih koriste najbolje raspoložive tehnike (NRT; „Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment, 2018“).

Mogući scenariji provedbe obrade otpada sagledavaju se u kontekstu postizanja ciljeva gospodarenja otpadom, odnosno primjeni načela cirkularne ekonomije te očuvanju okoliša i prirodnih resursa.

Obzirom na odredbe Okvirne direktive o otpadu, nužno je povećati udio odvojeno prikupljenog otpada za ponovnu reciklažu. Ovo podrazumijeva prikupljanje reciklabilnih „suhih“ frakcija: u prvom redu plastike, papira i kartona, stakla, metala, ali i drugih manjih reciklabilnih frakcija.

Analizom postojećih tokova miješanog komunalnog otpada, te odvojeno prikupljenog ambalažnog otpada i ostalih sastavnica otpada na području Grada Zagreba uključujući pritom i količine miješanog komunalnog otpada na području Zagrebačke županije, te projekcijom količina otpada sukladno propisanim ciljevima u gospodarenju otpadom na nacionalnoj i europskoj razini definirane su varijante obrade otpada.

Shodno tome, planira se objedinjavanje obrade odvojeno prikupljenih suhih reciklata na ZCGO (Zagrebački centar za gospodarenje otpadom), u sklopu jedinstvenog objekta mehaničke obrade (prva smjena – miješani komunalni otpad; druga smjena – odvojeno prikupljeni suhi reciklati) čime se postigla optimizacija troškova – unutar istog objekta s većinski istom elektrostrojarskom opremom.

Takvim pristupom potencijalno se omogućuje sufinanciranje projekta iz novog *Operativnog programa konkurentnost i kohezija 2021.-2027.* Naime, prema novim smjernicama programskog okvira nije moguće osigurati bespovratna sredstva za tehnološka rješenja koja obrađuju prvenstveno miješani komunalni otpad, već odvojeno prikupljeni ambalažni otpad te odvojeno prikupljeni biootpad.

Obzirom na odredbe Okvirne direktive o otpadu, nužno je smanjiti udio odloženog biorazgradivog komunalnog otpada. Stoga su razmatrana tri uobičajena varijantna rješenja postrojenja za mehaničko-biološku obradu biootpada koja se razlikuju po stupnju automatizacije, odnosno uvjetima provedbe biorazgradnje.

Općenito se biološki procesi obrade biootpada mogu podijeliti prema procesnim uvjetima u kojima se obrada odvija, i to ovisno o prisutnosti ili odsutnosti zraka (aerobna ili anaerobna obrada), ili vlažnosti smjese pripremljene za biološku obradu (supstrat suspendiran u

vodenoj otopini – anaerobna digestija, ili provedba obrade u "suhom" okruženju, tj. pri optimalnoj vlažnosti).

Prve dvije od niže navedenih varijanti uključuju:

- fazu prethodne mehaničke pripreme svih ulaznih tokova,
- biološku stabilizaciju biorazgradive organske frakcije otpada, te
- mehaničku rafinaciju gorive frakcije otpada, tj. proizvodnju goriva iz otpada.

Treća varijanta je modelirana s ciljem izbjegavanja izgradnje novih odlagališnih površina te, u odnosu na prethodne dvije, nema biološku stabilizaciju biorazgradive organske frakcije iz miješanog komunalnog otpada nego higijenu kompletnog miješanog komunalnog otpada kroz proces biosušenja. Varijantna rješenja biološke obrade odvojeno prikupljenog biootpada i biorazgradive organske frakcije miješanog komunalnog otpada su sljedeća:

- Varijanta 1: aerobna obrada u tunelima (IVC; "in-vessel-composting", eng.) – aerobni proces intenzivne biorazgradnje u tunelima i dozrijevanje stabilata u hrpama u zatvorenom prostoru;
- Varijanta 2: suha fermentacija (SF) – anaerobni proces intenzivne biorazgradnje u fermentorima uz dobivanje bioplina radi proizvodnje električne i toplinske energije te aerobni proces stabilizacije stabilata u tunelima i dozrijevanje stabilata u hrpama u zatvorenom prostoru;
- Varijanta 3: Biosušenje (SRF) ukupnog miješanog komunalnog otpada – intenzivna aerobna razgradnja u svrhu sušenja materijala prije mehaničke obrade i završno energetske oporabe. Suha fermentacija (SF) odvojeno prikupljenog biootpada – anaerobni proces intenzivne biorazgradnje u fermentorima uz dobivanje bioplina radi proizvodnje električne i toplinske energije te aerobni proces stabilizacije stabilata u tunelima i dozrijevanje stabilata u hrpama u zatvorenom prostoru;

Prema prva dva definirana varijantna rješenja teži se ostvarivanju fleksibilnosti postrojenja za obradu biootpada koji proizlazi iz miješanog komunalnog otpada iz postupka mehaničke obrade, odnosno odvojeno prikupljenog biootpada. Stoga se razmatra varijanta jedinstvenog objekta biološke obrade (prve godine rada – dominantno korištenje tunela za biološku obradu MKO; kasnije godine rada - dominantno korištenje tunela za biološku obradu odvojeno prikupljenog biootpada) čime se postigla optimizacija troškova – unutar istog objekta s mogućnošću dualnog korištenja tunela bilo aerobne obrade bilo suhe fermentacije.

Nakon postupka stabilizacije biorazgradive organske tvari, kroz proces aerobne obrade ili anaerobne digestije uz iskorištavanje bioplinskog potencijala u svrhu proizvodnje električne i toplinske energije, preostaje stabilizirana frakcija koja najčešće završava na odlagalištu ukoliko proizlazi iz miješanog komunalnog otpada, odnosno kao gnojivo koje se može plasirati na tržište ukoliko proizlazi iz odvojeno prikupljenog biootpada.

Kako je u hijerarhiji gospodarenja otpadom energetska oporaba otpada je inferiorna ponovnoj uporabi otpada i recikliranju, a superiorna je odlaganju otpada, potrebno je težiti recikliranju odvojeno prikupljenog biootpada, odnosno sprječavaju odlaganja stabilizirane frakcije iz miješanog komunalnog otpada. Iz toga razloga razmatra se uvođenje biosušenja

miješanog komunalnog otpada, odnosno proizvodnje goriva iz otpada koje iziskuje naknadnu energetska oporabu, bez izdvajanja biokomponente koja bi zahtijevala odlaganje.

Dakle, energetska oporaba se primjenjuje na onaj dio otpada koji nije prihvatljiv za ponovnu uporabu ili za recikliranje. Pripremom i uporabom goriva iz otpada pomaže se optimalnoj realizaciji sustava za gospodarenje otpadom pri čemu se postižu i sekundarni efekti kao što su smanjenje potrošnje konvencionalnog goriva i smanjenje emisije stakleničkih plinova. Gorivo iz otpada (GIO/SRF) se u mnogim europskim zemljama, osobito najrazvijenijim, tradicionalno koristi u proizvodnji električne i toplinske energije.

Prema tome proizlaze tri varijante tehnoloških rješenja u sljedećoj kombinaciji:

VARIJANTA A

- hibridno postrojenje - mehanička obrada MKO i odvojeno prikupljenog ambalažnog otpada kapaciteta 50 t/h
- aerobna obrada u tunelima (IVC; "in-vessel-composting", eng.) – aerobni proces intenzivne biorazgradnje u tunelima i dozrijevanje stabilata u hrpama u zatvorenom prostoru kapaciteta godišnje obrade 105.000 t (bio MKO+odvojeno prikupljeni)
- mehanička obrada papira i kartona kapaciteta linije 20 t/h

VARIJANTA B

- hibridno postrojenje - mehanička obrada MKO i odvojeno prikupljenog ambalažnog otpada kapaciteta 50 t/h
- suha fermentacija (SF) – anaerobni proces intenzivne biorazgradnje u fermentorima uz dobivanje bioplina radi proizvodnje električne i toplinske energije te aerobni proces stabilizacije stabilata u tunelima i dozrijevanje stabilata u hrpama u zatvorenom prostoru, hibridno postrojenje kapaciteta godišnje obrade 105.000 t (bio MKO+odvojeno prikupljeni)
- mehanička obrada papira i kartona kapaciteta linije 20 t/h

VARIJANTA C

- hibridno postrojenje - mehanička obrada MKO i odvojeno prikupljenog ambalažnog otpada kapaciteta 50 t/h
- Biosušenje mKO (SRF) – intenzivna aerobna razgradnja u svrhu sušenja materijala prije mehaničke obrade i završno energetske oporabe, godišnjeg kapaciteta 150.000 t
- suha fermentacija (SF) – anaerobni proces intenzivne biorazgradnje u fermentorima uz dobivanje bioplina radi proizvodnje električne i toplinske energije te aerobni proces stabilizacije stabilata u tunelima i dozrijevanje stabilata u hrpama u zatvorenom prostoru, kapaciteta godišnje obrade 55.000 t (odvojeno prikupljeni biootpad)
- mehanička obrada papira i kartona kapaciteta linije 20 t/h

Nadalje, definirana su varijantna rješenja mehaničke rafinacije goriva iz otpada (GIO/SRF), a koja se razlikuju po količini separacijske opreme angažirane na izdvajanju različitih klasa GIO/SRF-a, su sljedeća:

- **GIO Varijanta STANDARD:** uklanjanje PVC-a iz toka gorive frakcije i proizvodnja GIO/SRF-a klase III,
- **GIO Varijanta PREMIUM** uklanjanje PVC-a te izdvajanje plastike radi proizvodnje GIO/SRF-a klase I te ostatak GIO/SRF-a klase IV.

U **GIO varijanti STANDARD** koristi se osnovna separacijska oprema: sito ili zračni separator radi odvajanja inertne frakcije iz toka gorivog otpada te optički separator (NIR; „near-infra-red“ eng.) za izdvajanje PVC-a (vrsta plastike koja se kao nepoželjna izdvaja iz GIO-a radi mogućnosti korištenja SRF-a u cementarama i smanjenja emisija u okoliš produktima izgaranja).

Dodatno na GIO varijantu STANDARD, u **GIO varijanti PREMIUM** koristi dodatna separacijska oprema poput balističkog separatora za izdvajanje inertnih materijala ili disk separatora za razdvajanje toka na 2D ili 3D komponente (plošne ili voluminozne oblike otpadnih materijala), te dodatnih optičkih separatora (NIR-ova) za izdvajanje otpadne plastike, radi mogućnosti pripreme GIO/SRF-a određene klase (prvenstveno ciljane kvalitete unutar klase I). Razlika između GIO varijanti STANDARD i PREMIUM je jedino u omjeru količina klase IV ostatka GIO/RDF-a, uz proizvodnju GIO/SRF – klase I maksimalne ogrjevne vrijednosti.

Svaka varijanta obrade otpada (varijante A, B i C) može se kombinirati sa svakom varijantom proizvodnje goriva iz otpada (GIO varijanta STANDARD i varijanta PREMIUM).

4.1 Opis tehničko-tehnoloških varijantnih rješenja

U nastavku se daje popis potrebnih objekata i opreme koji su većinski zajednički za sve varijante, a to je mehanička pred-obrada ulaznog otpada i mehanička rafinacija gorive frakcija radi proizvodnje GIO/SRF-a.

Količine otpada po procesnim linijama temelje se na bilanci otpada ovisno o ciljevima gospodarenja otpadom, a oprema i potrebne površine ovise o karakteristikama ulaznog otpada, ciljanih produkata te dinamici procesa.

4.1.1 Mehanička obrada

Procesna linija sastoji se od dva odvojena toka različitih sastavnica otpada, odvojeno prikupljenog ambalažnog otpada, te odvojeno prikupljenog otpadnog papira.

Prezentirana tehnološka rješenja se primarno oslanjaju na automatizaciji postupka separacije otpada, tj. upotrebu automatiziranih strojeva, dok je angažman djelatnika potreban u samo u manjem dijelu operacija separiranja i/ili samo u završnoj kontroli produkta. Na ovaj način se korištenjem najučinkovitije sortirne opreme dostupne na tržištu prihvaćaju najnovija tehnološka dostignuća. Angažman djelatnika na ručnom sortiranju

otpada je najmanji u ovoj varijanti. Opisi mehaničkih linija za obradu pojedinih tokova otpada dani su u nastavku.

4.1.1.1 Miješani komunalni otpad

Prikupljeni miješani komunalni otpad dovozi se kamionima u prihvatni prostor glavne zgrade sortirnice. Ovdje se otpad istovaruje iz kamiona u prihvatne jame za komunalni otpad. Zapremnina prihvatnih jama treba biti dovoljnog kapaciteta za prihvat otpada dovezenog kroz 4 do 6 dana kako bi se omogućilo zaprimanje otpada i tijekom razdoblja kada postrojenje za sortiranje nije u funkciji usred redovnog održavanja i izvanrednih okolnosti.

Za daljnji transport otpada iz prihvatne jame koristi se pokretna traka, putem koje se odvojeno miješani komunalni otpad prebacuje na ulaz stroja za pred usitnjavanje koji istovremeno služi i za otvaranje vreća te za doziranje i ujednačavanje količine otpada koja dolazi u sljedeće stupnjeve procesa.

Iz stroja za pred usitnjavanje otpad se odvodi do separatora Fe-Metala (odnosno magnetskog separatora) gdje se izdvajaju magnetski materijali koji se odvođe na vanjsku uporabu te, sukladno odabranoj varijanti, na Biosušenje gdje mu se smanjuje vlaga (u varijanti C) ili direktno na sito 60/250mm (u varijantama A i B). Na situ 60/250 mm otpad se razdvaja sukladno veličini na dvije frakcije – malu (materijali promjera manjeg od 60 mm) i srednju (promjera od 60 do 250 mm).

Mali otpad promjera manjeg od 60 mm nakon sita odvodi se na separator Fe-metala. Magnetski materijali se izdvajaju te se odvođe na vanjsku uporabu. Ostaci odlaze na separator neFe-Metala odnosno separator s vrtložnim strujama gdje se izdvajaju obojeni metali koji se skupljaju i odvoze na vanjsku uporabu. Ovisno o odabranoj varijanti, ostaci se dodatno razdvajaju po veličini ili odlaze kao takvi u odvajач teške frakcije. Tako u Varijantama A i B odlaze na sito 40 mm koje razdvaja otpad sukladno veličini na dvije frakcije – sitnu (materijali promjera manjeg od 40 mm) i malu (materijali promjera >40 mm). Sitni otpad odlazi na Bio-obradu, a mali otpad promjera većeg od 40 mm odlazi u odvajач teške frakcije. U Varijanti C, ostaci iz separatora neFe-Metala odvođe se direktno u odvajач teške frakcije.

Otpad srednje veličine promjera od 60 do 250 mm nakon sita S1 šalje se u balistički separator gdje otpad razdvaja na tri frakcije: sitnice, 2D/lagana frakcija i 3D/teška frakcija. Sitnice iz spajaju se s tokom male frakcije promjera manjeg od 60 mm iz te odlaze u separator Fe-Metala.

2D/lagana frakcija izdvojena balističkog separatora vodi se u primarni optički separator u kojem se izdvajaju folije te ostaci. Ovdje izdvojene folije vode se u zaseban optički separator gdje se izdvajaju zaostali ostaci koji ne pripadaju frakciji folija. Ostaci iz ovog optičkog separatora spajaju se s ostacima iz primarnog optičkog separatora te se odvođe u sekundarni optički separator gdje se razdvajaju frakcije papira/kartona te ostaci. Frakcija papira/kartona vodi se na odabir kvalitete gdje se izdvajaju ostaci koji nisu papir/karton. Papir i karton se vode na vanjsku uporabu, a ostaci se spajaju s ostacima iz sekundarnog optičkog separatora te se skupa vode u tercijarni optički separator.

Iz otpada u tercijarnom optičkom separatoru izdvaja se PVC koji se šalje na vanjsku uporabu dok se ostaci vode u odvajач teške frakcije.

3D/teška frakcija odlazi u separator Fe-Metala u kojem se izdvajaju magnetski (Fe) materijali koji se šalju na vanjsku uporabu te ostaci koji se šalju u separator neFe-Metala. Separator neFe-Metala razdvaja obojene metale i ostatke. Obojeni metali dalje idu na odabir kvalitete gdje se izdvajaju obojeni metali koji idu na vanjsku uporabu i ostaci koji se zajedno s ostacima iz separatora neFe-Metala šalju u optički separator za izdvajanje PET ili metalnih materijala. U ovom separatoru izdvajaju se PET ili metalni materijali koji se šalju na odabir kvalitete te ostaci. Odabir kvalitete razdvaja PET ili metalne materijale koji se šalju na vanjsku uporabu i ostatke koji zajedno s ostacima iz ovog optičkog separatora odlaze u idući optički separator za PE/PP materijale. U njemu se izdvaja PE/PP otpad i ostaci. PE/PP otpad odlazi na odabir kvalitete gdje se izdvajaju PE/PP koji se šalju na vanjsku uporabu i ostaci. Ovi ostaci, skupa s ostacima iz optičkog separatora za PE/PP materijale šalju se u sljedeći optički separator. U ovom optičkom separatoru izdvajaju se PVC te ostatke. PVC se šalje na vanjsku uporabu dok se ostaci šalju u odvajač teške frakcije.

Odvajač teške frakcije izdvaja tešku frakciju, odnosno teške dijelove iz otpada, dok ostatak odlazi u usitnjivač goriva iz otpada koji usitnjuje otpad na materijale promjera 50 mm. Nakon njega, usitnjeno gorivo iz otpada (GIO) odlazi u separator Fe-Metala gdje se željezni otpad izdvaja i šalje na vanjsku uporabu dok se ostatak šalje u skladište GIO (50 mm).

Prema ulaznoj komponenti varirati će i količina izdvojenih frakcija te njezina čistoća.

4.1.1.2 Odvojeno prikupljeni papir ili karton

Odvojeno prikupljeni otpadni papir ili karton dovozi se kamionima u prihvatni prostor glavne zgrade sortirnice. Ovdje se otpad istovaruje iz kamiona u prihvatni prostor (ravni bunker) PP1 (24) za otpadni papir ili karton. Zapremnina prihvatnog prostora treba biti dovoljnog kapaciteta za prihvatanje otpada dovezenog kroz 4 do 6 dana kako bi se omogućilo zaprimanje otpada i tijekom razdoblja kada postrojenje za sortiranje nije u funkciji usred redovnog održavanja i izvanrednih okolnosti.

Za daljnji transport otpada iz prihvatne jame koriste mosni kran s grabilicama, putem kojega se odvojeno prikupljeni otpadni papir prebacuje u usipni koš dozirnog bubnja koji služi i za doziranje i ujednačavanje količine otpada koja dolazi u sljedeće stupnjeve procesa.

Iz dozirnog bubnja otpadni papir se odvodi na balističku separaciju u balistički separator, gdje se odvaja krupna frakcija koja se većinski sastoji od kartona. Izdvojena krupna frakcija se odvodi na odabir kvalitete gdje se iz dovedenog materijala izdvajaju karton te neiskoristivi ostatak, a izdvojeni karton se odvodi na vanjsku uporabu.

Sitna frakcija, nakon balističkog separatora, odvodi se na sekundarne balističke separatore, u kojima se izdvaja sitna, neiskoristiva frakcija otpada, koja se odvodi u odvajač teške frakcije.

Krupna frakcija nakon balističke separacije u sekundarnim balističkim separatorima odvodi se na optičko izdvajanje folija u primarne optičke separatore. Folije izdvojene u optičkim separatorima vode se u zasebne optičke separatore gdje se izdvajaju kontaminanti koji ne pripadaju frakciji folija. Ostaci iz ovih optičkih separatora spajaju se s ostacima iz primarnih optičkih separatora te se odvođe u sekundarne optičke separatore gdje se dodatno razdvajaju frakcije papira/kartona te ostaci.

Frakcija papira/kartona vodi se na odabir kvalitete gdje se izdvajaju ostaci koji nisu papir/karton. Papir i karton se vode na vanjsku uporabu, a ostaci se spajaju s ostacima iz sekundarnih optičkih separatora te se skupa vode u tercijarne optičke separatore.

Iz otpada u tercijarnih optičkim separatorima izdvaja se PVC koji se šalje na vanjsku uporabu dok se ostaci vode u odvajač teške frakcije.

Odvajač teške frakcije izdvaja tešku frakciju, odnosno teške dijelove iz otpada, dok ostatak odlazi u usitnivač goriva iz otpada koji usitnjuje otpad na materijale promjera 50 mm. Nakon njega, usitnjeno gorivo iz otpada (GIO) odlazi u separator Fe-Metala gdje se željezni otpad izdvaja i šalje na vanjsku uporabu dok se ostatak šalje u skladište GIO (50 mm).

4.1.1.3 Odvojeno prikupljeni ambalažni otpad (plastika i metal)

Odvojeno prikupljeni ambalažni otpad dovozi se kamionima u prihvatni prostor glavne zgrade sortirnice. Ovdje se otpad istovaruje iz kamiona u prihvatne jame za ambalažni otpad. Zapremnina prihvatnih jama treba biti dovoljnog kapaciteta za prihvatanje otpada dovezenog kroz 4 do 6 dana kako bi se omogućilo zaprimanje otpada i tijekom razdoblja kada postrojenje za sortiranje nije u funkciji usred redovnog održavanja i izvanrednih okolnosti.

Za daljnji transport otpada iz prihvatne jame koristi se pokretna traka, putem koje se odvojeno ambalažni otpad prebacuje na ulaz stroja za pred usitnjavanje i otvaranje vreća koji istovremeno služi i za doziranje i ujednačavanje količine otpada koja dolazi u sljedeće stupnjeve procesa.

Iz stroja za pred usitnjavanje i otvaranje vreća, ambalažni otpad se odvodi do separatora Fe-Metala (odnosno magnetskog separatora) gdje se izdvajaju magnetski materijali koji se odvođe na vanjsku uporabu. Zatim sito 60/250 mm razdvaja otpad sukladno veličini na tri frakcije – malu (materijali promjera manjeg od 60 mm), srednju (promjera od 60 do 250 mm) i veliku (materijali promjera većeg od 250 mm).

Mali otpad promjera manjeg od 60 mm se nakon sita 60/250 mm odvodi na separator Fe-metala. Magnetski materijali se izdvajaju te se odvođe na vanjsku uporabu. Ostaci odlaze na separator neFe-Metala odnosno separator s vrtložnim strujama gdje se izdvajaju obojeni metali koji se skupljaju i odvoze na vanjsku uporabu. Ovisno o odabranoj varijanti, ostaci se dodatno razdvajaju po veličini ili odlaze kao takvi u odvajač teške frakcije. Tako u Varijantama 1 i 2 odlaze na sito 40 mm koje razdvaja otpad sukladno veličini na dvije frakcije – sitnu (materijali promjera manjeg od 40 mm) i malu (materijali promjera >40 mm). Sitni otpad odlazi na Bio-obradu, a mali otpad promjera većeg od 40 mm odlazi u odvajač teške frakcije. U Varijanti 3, ostaci iz separatora neFe-Metala odvođe se direktno u odvajač teške frakcije.

Otpad srednje veličine se nakon sita promjera od 60 do 250 mm šalje u balistički separator gdje se razdvaja na tri frakcije: sitnice, 2D/lagana frakcija i 3D/teška frakcija. Nastale sitnice se spajaju s tokom male frakcije promjera manjeg od 60 mm te odlaze u separator Fe-metala.

Velika frakcija veličine promjera većeg od 250 mm odvodi se na ručno sortiranje gdje se ručno razdvajaju folije (LDPE), spremnici (PE/PP) i nečistoće koje potom zasebno odlaze

na vanjsku uporabu. Uz navedene tri frakcije, ručno se od otpada razdvaja i ostatak koji potom odlazi u odvajач teške frakcije.

2D/lagana frakcija izdvojena balističkog separatora vodi se u primarni optički separator u kojem se izdvajaju folije te ostaci. Ovdje izdvojene folije vode se u optički separator gdje se izdvajaju zaostali ostaci koji ne pripadaju frakciji folija. Ostaci iz ovog optičkog separatora spajaju se s ostacima iz primarnog optičkog separatora te se odvođe u sekundarni optički separator gdje se razdvajaju frakcije papira/kartona te ostaci. Frakcija papira/kartona vodi se na odabir kvalitete gdje se izdvajaju ostaci koji nisu papir/karton. Papir i karton se vode na vanjsku uporabu, a ostaci se spajaju s ostacima iz sekundarnog optičkog separatora te se skupa vode u tercijarni optički separator.

Iz otpada u tercijarnom optičkom separatoru izdvaja se PVC koji se šalje na vanjsku uporabu dok se ostaci vode u odvajач teške frakcije.

3D/ teška frakcija odlazi u separator Fe-Metala u kojem se izdvajaju magnetski (Fe) materijali koji se šalju na vanjsku uporabu te ostaci koji se šalju u separator neFe-Metala. Separator neFe-Metala razdvaja obojene metale i ostatke. Obojeni metali dalje idu na odabir kvalitete gdje se izdvajaju obojeni metali koji idu na vanjsku uporabu i ostaci koji se zajedno s ostacima iz separatora neFe-Metala šalju u optički separator za PET ili metalne materijale. U ovom separatoru izdvajaju se PET ili metalni materijali koji se šalju na odabir kvalitete te ostaci. Odabir kvalitete razdvaja PET ili metalne materijale koji se šalju na vanjsku uporabu i ostatke koji zajedno s ostacima iz optičkog separatora za PET ili metalne materijale odlaze u optički separator za PE/PP materijale. U njemu se izdvaja PE/PP otpad i ostaci. PE/PP otpad odlazi na odabir kvalitete gdje se izdvajaju PE/PP koji se šalju na vanjsku uporabu i ostaci. Ovi ostaci, skupa s ostacima iz optičkog separatora za PE/PP materijale šalju se u sljedeći optički separator. U ovom optičkom separatoru izdvaja se PVC dok ostatci odlaze u odvajач teške frakcije. Izdvojeni PVC se šalje na vanjsku uporabu.

Odvajач teške frakcije izdvaja tešku frakciju, odnosno teške dijelove iz otpada, dok ostatak odlazi usitnivač goriva iz otpada koji usitnjuje otpad na materijale promjera 50 mm. Nakon njega, usitnjeno gorivo iz otpada (GIO) odlazi u separator Fe-Metala gdje se željezni otpad izdvaja i šalje na vanjsku uporabu dok se ostatak šalje u skladište GIO (50 mm).

4.1.1.4 Opis korištene tehnološke opreme

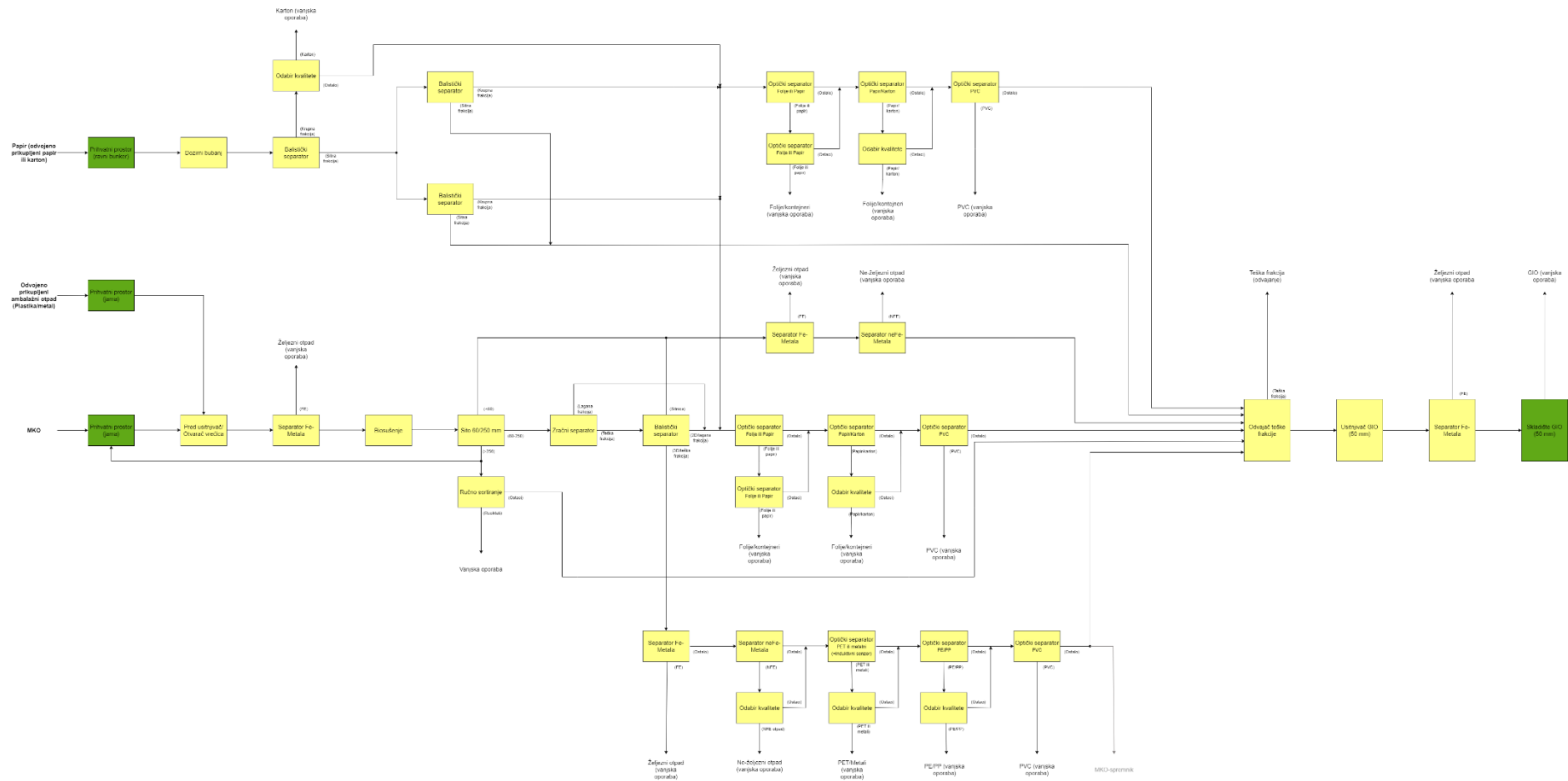
Prezentirano tehnološko rješenje sastoji se od opreme za ručno i automatsko separiranje otpada kao i opreme za predobradu otpada kako bi bio pogodan za sortiranje korištenim tehnološkim postupcima. Sam proces sortiranja u određenim tehnološkim rješenjima koristi razliku u fizikalnim svojstvima individualnog otpada kao i materijala od kojeg se sastoji poput razlika u veličini (najmanjem promjeru), obliku (2D ili 3D), masi (gustoći), magnetskim svojstvima, refleksivnosti svijetla određenih valnih duljina itd.

Prezentirano tehnološko rješenje sastoji se od sljedećih postupaka:

- Predobrade materijala (otvaranje vrećica i doziranje)
- Separacija putem sita
- Balistička separacija
- Magnetska separacija
- Separacija prema induktivnim svojstvima

- Optička separacija
- Ručna kontrola kvalitete

Transport materijala između pojedinih postupaka odvija se putem transportnih traka, dok se a izdvojeni reciklabilni materijali baliraju i otpremaju, ostatne frakcije baliraju ili odvoze u rasutom stanju.



Sl. 4-2: Shematski prikaz linije mehanike za obradu otpada za varijantu C

4.1.2 Biološka obrada

Općenito se biološki procesi obrade biootpada mogu podijeliti prema procesnim uvjetima u kojima se obrada odvija, i to ovisno o prisutnosti ili odsutnosti zraka (aerobna ili anaerobna obrada), ili vlažnosti smjese pripremljene za biološku obradu (supstrat suspendiran u vodenoj otopini – anaerobna digestija, ili provedba obrade u "suhom" okruženju, tj. pri optimalnoj vlažnosti).

Trajanje procesa biološke razgradnje ovisi o primijenjenoj tehnologiji i zahtjevima korisnika dobivenog komposta ili stabilata, a obično proces biološke obrade traje do 4 tjedna u intenzivnom režimu obrade te do 10 tjedana manje intenzivne biorazgradnje – dozrijevanja komposta/stabilata.

U RRF postrojenju (varijanta A i varijanta B) će se odvojeno voditi obrade organske frakcije bioMKO te odvojeno sakupljenog biootpada osiguravajući nemiješanje tokova otpada.

Obradom bioMKO će se dobiti stabilat koji se zbrinjava u skladu s Pravilnikom o odlagalištima otpada (NN 4/23), Prilog II. Kriteriji i postupci za prihvrat otpada na odlagališta, 5. Kriteriji za prihvrat otpada na odlagalište, 5.3.8. Potkategorija odlagališta – Odlagalište pretežito organskog otpada, Tablica 3. Granične vrijednosti parametara biološke stabilnosti otpada.

Obradom odvojeno sakupljenog biootpada dobiva se gnojidbeni proizvod. Ovi gnojidbeni proizvodi, sukladno Pravilniku o ukidanju statusa otpada (NN 55/23), moraju udovoljavati uvjetima propisa koji uređuje gnojidbene proizvode, a koji su u nadležnosti tijela nadležnog za poljoprivredu.

Primijenit će se jednaka tehnologija biološke obrade radi fleksibilnosti u preraspodjeli kapaciteta, ovisno o učinkovitosti odvojenog sakupljanja biootpada.

4.1.2.1 *Varijanta 1: Aerobna obrada u tunelima (IVC)*

Ovu varijantu karakterizira visoki stupanj automatizacije i kontrole procesa te praktična provjeranost tehnologije na velikom broju izgrađenih postrojenja.

4.1.2.1.1 Aerobna obrada u tunelima (IVC) – Opis procesa

Nakon frakcijskog razdvajanja na laku i tešku frakciju pomoću sita ili zračnog separatora (vjetroseparatora) te izdvajanja magnetičnih metala, biorazgradiva frakcija se strojno ili transporterom odvodi na sljedeću fazu procesne linije, tj. na biološku razgradnju. Pri tome se vodi računa o zaprimljenim vrstama i količinama otpada te pripravi optimalne smjese za početak razgradnje. Ovisno o tehnologiji biološke obrade, posebna se pozornost daje C/N omjeru i vlažnosti smjese, odnosno strukturnim karakteristikama (poroznosti) početne smjese u koju se kod tzv. "suhih" varijanti dodaje strukturni materijal inokuliran mješovitom kulturom mikroorganizama i nutrijentima.

Nakon inicijalne faze procesa koja traje otprilike 1 dan, ovisno uvjetima u tunelu, dolazi do naglog porasta temperature uslijed intenzivne biorazgradnje u aerobnim uvjetima. Ovisno o visini temperature i trajanju ove intenzivne faze biorazgradnje, dolazi do higijenizacije otpada, tj. uklanjanju patogenih mikroorganizama.

Ovisno o tehnološkim rješenjima, ova faza intenzivne biorazgradnje može trajati od 2 do 4 tjedna. Tijekom ovog razdoblja pomoću procesno-mjeriteljske i upravljačke opreme prate se procesni parametri temperature i vlažnosti, kao i protok zraka te se prema potrebi može intervenirati promjenom procesnih parametara. U ovoj fazi dolazi do najvećeg gubitka hlapive organske komponente otpada. Otpadna zračna struja nastala aeriranjem hrpa se obrađuje na uređaju za obradu izlaznog zraka fizikalno-kemijskom predobradom s "biofilterom" gdje se odvija biooksidacija.

Nakon intenzivne biorazgradnje stabilat se strojno ili putem pokretnih traka prebacuje na sljedeću fazu dozrijevanja kada se procesi usporavaju te dolazi do dodatnog gubitka organske tvari, ali i vlažnosti u hrpama. Ova faza, ovisno o primijenjenoj tehnologiji obrade i konačnoj primjeni komposta, može trajati od 10 do 12 tjedana. Tijekom dozrijevanja može postojati potreba dodatne aeracije formiranih uzdužnih hrpa ("windrow") pomoću namjenskog stroja prevrtača (samohodni ili priključni stroj). Obično se u ovoj fazi navodnjavanje hrpa provodi u mjeri da se održava optimalna vlažnost od min 50 %, a zadnja dva tjedna se provodi sušenje hrpa.

Nakon što se steknu zahtijevani kriteriji zrelosti stabilata (npr. respiracijski koeficijent), stabilat se pomoću rotacijskog sita prosijava na traženu veličinu čestica pri čemu se izdvaja tzv. "strukturni materijal" koji se ponovno vraća na početak procesa. Laboratorijskom analizom utvrđuju se parametri (npr. DOC i dr.) radi daljnjeg zbrinjavanja na odgovarajućem odlagalištu otpada.

Stabilat se odvozi na mjesto zbrinjavanja na odlagalište ili se koristi u druge svrhe (npr. prekrivka na odlagalištima i dr.). Sve manipulacije stabilatom provode se korištenjem višenamjenskog mobilnog stroja (tzv. "kombinirka" ili utovarivač).

4.1.2.2 Varijanta 2: Suha fermentacija s aerobnom stabilizacijom u tunelima (SF)

Ovu varijantu karakterizira visoki stupanj automatizacije i kontrole procesa te sveobuhvatno iskorištavanje materijalnog i energetskog potencijala biootpada.

4.1.2.2.1 Suha fermentacija s aerobnom stabilizacijom u tunelima (SF) - Opis procesa

Nakon frakcijskog razdvajanja na laku i tešku frakciju pomoću sita ili zračnog separatora (vjetroseparatora) te izdvajanja magnetičnih metala, biorazgradiva frakcija se strojno ili transporterom odvodi na sljedeću fazu procesne linije, tj. na biološku razgradnju. Pri tome se vodi računa o zaprimljenim vrstama i količinama otpada te pripravi optimalne smjese za početak razgradnje. Ovisno o tehnologiji biološke obrade, posebna se pozornost daje C/N omjeru i vlažnosti smjese, odnosno strukturnim karakteristikama (poroznosti) početne smjese u koju se kod tzv. "suhih" varijanti dodaje strukturni materijal inokuliran mješovitom kulturom mikroorganizama i nutrijentima.

Nakon inicijalne aerobne faze procesa radi bržeg postizanja radne temperature, a koja traje otprilike 1 dan ovisno uvjetima u tunelu, dolazi do naglog porasta temperature uslijed intenzivne biorazgradnje. Tada se prestaje s aeracijom fermentora i proces se uvodi u anaerobne uvjete navodnjavanjem procesnom vodom iz zatvorenog sustava u kojoj se nalazi mješovita kultura mikroorganizama koja je odgovorna za nastajanje bioplina. Ovisno o tehnološkim rješenjima, ova faza intenzivne biorazgradnje uz razvijanje bioplina može trajati oko 3 tjedna. Tijekom ovog razdoblja pomoću procesno-mjeriteljske i upravljačke opreme prate se procesni parametri temperature i sastava bioplina te se prema potrebi može intervenirati promjenom procesnih parametara. Bioplin se odvodi u spremnike za bioplin te se nakon pripreme (pročišćavanja) uvodi u kogeneracijsko bioplinско postrojenje radi proizvodnje električne energije i topline. U ovoj fazi dolazi do najvećeg gubitka hlapive organske komponente biorazgradivog otpada. Nakon što se iscrpi kvalitetan bioplin, proces anaerobne biorazgradnje se obustavlja te se postupno uvode aerobni uvjeti radi kontroliranog otvaranja tunela kojem su se procesi provodili u anaerobnim uvjetima (suha fermentacija u fermentorima). Digestat iz fermentora se strojno prebacuje u tunele koji će u aerobnim uvjetima provesti proces aerobne razgradnje do konačne stabilizacije stabilata. Višak tekuće faze digestata iz sustava se pročišćava do zahtijevane kvalitete ispusta u površinske vode ili sustav javne odvodnje otpadnih voda. Ovisno o tehnološkim rješenjima, ova faza stabilizacije digestata u tunelima i dobivanja stabilata može trajati oko 2 tjedna.

Nakon toga se stabilat prebacuje na plohu za dozrijevanje gdje se zadržava oko 10 tjedana. Tijekom ovog razdoblja pomoću procesno-mjeriteljske i upravljačke opreme prate se procesni parametri temperature i vlažnosti, kao i protok zraka te se prema potrebi može intervenirati promjenom procesnih parametara. Obično se u ovoj fazi navodnjavanje hrpa provodi u mjeri da se održava optimalna vlažnost od min 50 %, a zadnja dva tjedna se provodi sušenje hrpa. Otpadna zračna struja nastala aeriranjem hrpa se obrađuje na uređaju za obradu izlaznog zraka fizikalno-kemijskom predobradom s "biofilterom" gdje se odvija biooksidacija.

Nakon što se steknu zahtijevani kriteriji zrelosti stabilata (npr. respiracijski koeficijent), stabilat se pomoću rotacijskog sita prosijava na traženu veličinu čestica pri čemu se izdvaja tzv. "strukturni materijal" koji se ponovno vraća na početak procesa. Laboratorijskom analizom utvrđuju se parametri radi daljnjeg zbrinjavanja na odgovarajućem odlagalištu otpada.

Stabilat se odvozi na mjesto zbrinjavanja na odlagalište ili se koristi u druge svrhe (npr. prekrivka na odlagalištima i dr.).

Sve manipulacije stabilatom provode se korištenjem višenamjenskog mobilnog stroja (tzv. "kombinirka" ili utovarivač).

Prilikom rada u postrojenju, u dijelovima gdje su radnici izravno izloženi biorazgradivom otpadu u procesu biorazgradnje, koristi se zaštita i radna oprema, odnosno koristi se mobilna oprema koja omogućava propisanu unutrašnju radnu atmosferu.

4.1.2.1 *Varijanta 3: Biosušenje mKO (SRF) + suha fermentacija (SF bio)*

4.1.2.1.1 Biosušenje mKO - Opis procesa

Biosušenje je aerobni konvektivni proces isparavanja koji smanjuje sadržaj vlage u otpadu, uz minimalnu aerobnu razgradnju. Glavna razlika između biosušenja i kompostiranja je u tome što glavni cilj nije maksimizirati proces razgradnje organskog materijala, već samo razgraditi otpad dovoljno da se proizvede biološka toplina za sušenje otpada. Proces biosušenja razlikuje se od kompostiranja po tome što je rezultat procesa kompostiranja stabilizirana organska tvar, ali je rezultat biosušenja samo djelomično stabiliziran. Također, proces biosušenja je kratkotrajan pa su stoga i faktori emisije kratkotrajni. Proces biosušenja koristi autotermalno stvaranje topline zbog mikrobnog djelovanja na otpadni materijal umjesto toplinske obrade u konvencionalnom procesu sušenja. Stoga je ovo proces koji štedi energiju u usporedbi sa sušenjem jer učinkovito iskorištava biološku toplinsku energiju.

Nakon prihvata, miješani komunalni otpad se kranom prebacuje u sporohodni šreder/otvarač vrećica. Šreder/drobilica MKO (fiksni) je zamišljen u prihvatnom dijelu postrojenja (ulazno skladište) koji je odvojen od dijela za mehaničku obradu (rafinaciju i proizvodnju GIO-a). Nakon šredera otpad se putem tračnih transportera vodi na magnetni separator gdje se odvajaju Fe-metali te se istresa na hrpu u međuspremniku. Iz međuspremnika se mobilnim strojem prebacuje u tunele namijenjene biosušenju otpada. Nakon biosušenja otpad se mobilnim strojem prebacuje na ulaz rotacijskog sita 60/250mm nakon čega nastavlja separaciju na liniji mehanike kako je opisano u poglavlju 4.1.1.1.

Izdvojena goriva frakcija, zajedno gorivom frakcijom iz sortirnica i iz glomaznog otpada, po izlazu iz linije mehaničke separacije ulazi u tok mehaničke rafinacije gdje se separacijskim tehnikama, nakon zračnog separatora, razdvaja na težu frakciju GIO niže kvalitete (SRF klasa 4) i laku frakciju GIO-a iz koje se nakon pročišćava od PVC materijala i dodatnog izdvajanja plastičnih materijala pomoću NIR tehnologije, dobiva GIO veće kvalitete, odnosno SRF-a klase 1, kao i ostatak GIO-a niže klase (SRF klasa 4) koji se spaja s teškom frakcijom GIO-a. SRF klase 1 se dodatno usitnjava na brzohodnom šrederu radi dobivanja GIO-a u obliku pahuljica, a koji se potom može odvoziti u rasutom stanju ili se može prešati prije odvoza iz centra.

Reaktor za biosušenje ima za cilj prethodnu obradu otpada u najkraćem mogućem vremenu zadržavanja kako bi se proizvelo visokokvalitetno gorivo dobiveno iz otpada (SRF). Proces biosušenja povećava energetske sadržaj krutog otpada maksimiziranjem uklanjanja vlage i očuvanjem većine bruto kalorijske vrijednosti organskih kemijskih spojeva minimalnom biorazgradnjom. Energetska uporaba bioosušeneog materijala može se izvesti učinkovito, a povrat topline može biti još jedna opcija za proizvodnju energije iz ove tehnologije. Biosušenje čini materijal prikladnijim za kratkotrajno skladištenje i transport tako što ga djelomično biostabilizira i smanjuje njegov sadržaj vlage ispod praga potrebnog za biorazgradnju. Djelomična dezinfekcija također se postiže za većinu bioosušeneog proizvoda, ali dezinfekcija prema visokim standardima nije potrebna jer je namijenjeno termičkoj uporabi.

Faza biosušenja traje 9 dana kako bi se udio vlage sadržane u otpad smanjio za 25% i paralelno porasla ogrjevna vrijednost otpada. Tijekom ovog razdoblja pomoću procesno-mjeriteljske opreme prate se procesni parametri temperature i vlažnosti te se prema potrebi može intervenirati strojnim preokretanjem ili vlaženjem hrpa. U ovoj fazi dolazi do najvećeg gubitka hlapive organske komponente biorazgradivog otpada. Otpadna zračna struja nastala aeriranjem hrpa se obrađuje na uređaju za obradu izlaznog zraka fizikalno-kemijskom predobradom s "biofilterom" gdje se odvija biooksidacija.

Prilikom rada u postrojenju, u dijelovima gdje su radnici izravno izloženi biorazgradivom otpadu u procesu biorazgradnje, koristi se zaštita i radna oprema, odnosno koristi se mobilna oprema koja omogućava propisanu unutrašnju radnu atmosferu.

4.1.2.1.2 Suha fermentacija odvojeno prikupljenog biootpada s aerobnom stabilizacijom u tunelima (SF bio)

Tehnologija biološke anaerobne stabilizacije opisana je u poglavlju 4.1.2.2.1 ovoga sažetka. U ovoj varijanti aerobna stabilizacija odnosi se samo na odvojeno prikupljeni biootpad i isključuje biokomponentu iz mKO koja će se nakon postupka biosušenja i mehaničke obrade plasirati kao GIO na energetske uporabu.

4.2 Procjena izlaznih tokova postrojenja po analiziranim varijantama

Imajući u vidu uvažavanje nacionalnih i europskih dokumenata, odnosno propisanih ciljeva u gospodarenju otpadom, analizom odabranih varijanti postrojenja na ulazu i izlazu iz Centra moguće je očekivati sljedeće:

Tab. 4-1: Procjena izlaznih tokova postrojenja – GIO varijanta STANDARD

r.b.		Jedinica	Mehanička obrada i aerobna obrada u tunelima - IVC	Mehanička obrada i aerobna obrada u tunelima - IVC	Mehanička obrada i biosušenje (SRF); SF biootpada
1.	Ulazi u CGO	t/god	298.238		
1.1	Miješani komunalni otpad (MKO)	t/god	136.144		
1.2	Odvojeno skupljeni ambalažni otpad	t/god	41.470		
1.3	Odvojeno skupljeni papir	t/god	76.806		
1.4	Odvojeno skupljeni biootpad	t/god	49.056		
2.	Ukupni izlazi iz ZCGO-a	t/god	239.912	240.845	254.609
2.1	Reciklati	t/god	114.294	114.294	114.349
2.2	Kompost iz biootpada	t/god	17.758	-	-
2.3	Digestat iz biootpada	t/god	-	18.298	18.298
2.4	Stabilizirana biološka frakcija	t/god	18.493	19.055	-
2.5	Teška frakcija iz mehanike	t/god	8.904	8.904	9.285
2.6	Miješani komunalni otpad	t/god	382	382	382
2.7	GIO srednje kvalitete (RDF)	t/god	79.912	79.912	117.815
2.7.1	Klasa SRF		III	III	III
2.7.2	Donja toplinska vrijednost	MJ/kg a.r.	13,8	14,3	14,6
2.8	Proizvedena električna energija (SF)	MWh/god	-	17.400	9.650

* Za prvu godinu pogona

Tab. 4-2: Procjena izlaznih tokova postrojenja – GIO varijanta PREMIUM

R.br.		Jedinica	Mehanička obrada i aerobna obrada u tunelima - IVC	Mehanička obrada i aerobna obrada u tunelima - IVC	Mehanička obrada i biosušenje (SRF); SF biootpada
1.	Ulazi u CGO	t/god	298.238		
1.1	Miješani komunalni otpad (MKO)	t/god	136.144		
1.2	Odvojeno skupljeni ambalažni otpad	t/god	41.470		
1.3	Odvojeno skupljeni papir	t/god	76.806		
1.4	Odvojeno skupljeni biootpad	t/god	49.056		
2.	Ukupni izlazi iz ZCGO-a	t/god	239.912	240.845	254.609
2.1	Reciklati	t/god	114.294	114.294	114.349
2.2	Kompost iz biootpada	t/god	17.758	-	-
2.3	Digestat iz biootpada	t/god	-	18.298	18.298
2.4	Stabilizirana biološka frakcija	t/god	18.493	19.055	-
2.5	Teška frakcija iz mehanike	t/god	8.904	8.904	9.285
2.6	Miješani komunalni otpad	t/god	382	382	382
2.7	Gorivo iz otpada (GIO)	t/god	79.912	79.912	117.815
			▼ DODATNA RAFINACIJA GIO ▼		
2.7.1	GIO više kvalitete (SRF)	t/god	12.786	12.786	12.786
2.7.1.1	Klasa SRF		I	I	I
2.7.1.2	Donja toplinska vrijednost	MJ/kg a.r.	26,7	26,7	26,7
2.7.2	GIO niže kvalitete (RDF)	t/god	67.126	67.126	105.029
2.7.2.1	Klasa SRF		IV	IV	IV
2.7.2.2	Donja toplinska vrijednost	MJ/kg a.r.	11,4	11,4	13,6
2.8	Proizvedena električna energije	MWh/god	-	17.400	9.650

Godina	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
Ulazi u CGO																																					
Miješani komunalni otpad	164,322	147,362	130,023	132,873	134,788	135,854	136,114	133,357	134,892	134,833	133,431	130,652	126,451	127,651	127,744	127,267	126,494	125,567	124,552	123,488	122,392	121,271	120,132	118,976	117,806	116,622	115,423	114,214	112,992	111,757	110,510	109,225	107,957	106,677	105,385	104,082	102,768
- Grad Zagreb	129,864	118,777	106,933	108,962	110,213	110,754	110,618	107,989	109,410	109,518	108,518	106,382	103,074	104,152	104,335	104,053	103,530	102,881	102,158	101,395	100,602	99,789	98,958	98,112	97,252	96,378	95,489	94,588	93,673	92,745	91,803	90,828	89,862	88,881	87,888	86,882	85,863
- Zagrebačka županija	34,458	28,585	23,089	23,912	24,575	25,099	25,496	25,367	25,481	25,315	24,914	24,270	23,377	23,499	23,409	23,214	22,964	22,687	22,394	22,094	21,790	21,482	21,174	20,864	20,554	20,244	19,935	19,626	19,318	19,012	18,707	18,397	18,095	17,795	17,497	17,200	16,905
Odvodeno skupljeni ambalažni otpad	27,343	29,640	31,879	34,048	36,367	38,841	41,470	44,536	45,566	46,778	48,142	49,625	51,179	52,206	52,776	53,111	53,323	53,472	53,586	53,683	53,766	53,842	53,913	53,978	54,040	54,098	54,151	54,202	54,249	54,292	54,331	54,368	54,402	54,431	54,458	54,481	54,501
- Grad Zagreb	27,343	29,640	31,879	34,048	36,367	38,841	41,470	44,536	45,566	46,778	48,142	49,625	51,179	52,206	52,776	53,111	53,323	53,472	53,586	53,683	53,766	53,842	53,913	53,978	54,040	54,098	54,151	54,202	54,249	54,292	54,331	54,368	54,402	54,431	54,458	54,481	54,501
- Zagrebačka županija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odvodeno skupljeni papir	60,262	61,916	63,415	66,537	69,813	73,240	76,806	80,972	82,906	85,151	87,651	90,345	93,144	95,011	96,050	96,659	97,046	97,317	97,525	97,699	97,852	97,990	98,118	98,238	98,350	98,456	98,553	98,644	98,730	98,808	98,880	98,947	99,009	99,062	99,110	99,153	99,188
- Grad Zagreb	60,262	61,916	63,415	66,537	69,813	73,240	76,806	80,972	82,906	85,151	87,651	90,345	93,144	95,011	96,050	96,659	97,046	97,317	97,525	97,699	97,852	97,990	98,118	98,238	98,350	98,456	98,553	98,644	98,730	98,808	98,880	98,947	99,009	99,062	99,110	99,153	99,188
- Zagrebačka županija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odvodeno skupljeni biootpad	41,036	48,384	55,359	53,394	51,731	50,303	49,056	48,493	49,860	51,236	52,604	53,939	55,208	55,981	56,411	56,663	56,823	56,935	57,021	57,093	57,156	57,213	57,266	57,316	57,362	57,406	57,446	57,484	57,520	57,552	57,582	57,626	57,652	57,674	57,694	57,711	57,726
- Grad Zagreb	41,036	48,384	55,359	53,394	51,731	50,303	49,056	48,493	49,860	51,236	52,604	53,939	55,208	55,981	56,411	56,663	56,823	56,935	57,021	57,093	57,156	57,213	57,266	57,316	57,362	57,406	57,446	57,484	57,520	57,552	57,582	57,626	57,652	57,674	57,694	57,711	57,726
- Zagrebačka županija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Izlazi iz Mehaničke separacije																																					
Iz Miješanog komunalnog otpada - varijanta 1 i 2																																					
GIO	56,067	50,280	44,364	45,336	45,990	46,353	46,442	45,501	46,025	46,005	45,527	44,578	43,145	43,554	43,586	43,424	43,160	42,844	42,497	42,134	41,760	41,378	40,989	40,595	40,195	39,791	39,382	38,970	38,553	38,131	37,706	37,268	36,835	36,398	35,957	35,513	35,064
Reciklati	39,980	35,853	31,634	32,328	32,794	33,053	33,117	32,446	32,819	32,805	32,464	31,788	30,766	31,057	31,080	30,964	30,776	30,550	30,303	30,045	29,778	29,505	29,228	28,947	28,662	28,374	28,083	27,788	27,491	27,190	26,887	26,574	26,266	25,954	25,640	25,323	25,003
- Plastika	24,073	21,589	19,048	19,466	19,746	19,903	19,941	19,537	19,762	19,753	19,548	19,141	18,525	18,701	18,714	18,645	18,531	18,396	18,247	18,091	17,930	17,766	17,599	17,430	17,259	17,085	16,910	16,732	16,553	16,372	16,190	16,001	15,816	15,628	15,439	15,248	15,055
- Metali	4,815	4,318	3,810	3,893	3,949	3,981	3,988	3,907	3,952	3,951	3,910	3,828	3,705	3,740	3,743	3,729	3,706	3,679	3,649	3,618	3,586	3,553	3,520	3,486	3,452	3,417	3,382	3,346	3,311	3,274	3,238	3,200	3,163	3,126	3,088	3,050	3,011
- Papir i karton	11,092	9,947	8,777	8,969	9,098	9,170	9,188	9,002	9,105	9,101	9,007	8,819	8,535	8,616	8,623	8,579	8,538	8,476	8,407	8,336	8,261	8,186	8,109	8,031	7,952	7,872	7,791	7,709	7,627	7,544	7,459	7,373	7,287	7,201	7,113	7,026	6,937
Biošiška frakcija	60,290	54,067	47,705	48,751	49,454	49,845	49,940	48,929	49,492	49,470	48,956	47,936	46,395	46,835	46,869	46,694	46,411	46,071	45,698	45,308	44,906	44,494	44,076	43,652	43,223	42,789	42,349	41,905	41,457	41,004	40,546	40,075	39,609	39,140	38,666	38,188	37,706
Teška frakcija iz mehanike	7,986	7,162	6,319	6,458	6,551	6,602	6,615	6,481	6,556	6,553	6,485	6,350	6,146	6,204	6,208	6,185	6,148	6,103	6,053	6,002	5,948	5,894	5,838	5,782	5,725	5,668	5,610	5,551	5,491	5,431	5,371	5,308	5,247	5,184	5,122	5,058	4,995
Iz Miješanog komunalnog otpada - varijanta 3	93,779	84,100	74,204	75,831	76,924	77,532	77,680	76,107	76,983	76,949	76,149	74,563	72,166	72,850	72,903	72,631	72,190	71,661	71,082	70,475	69,849	69,209	68,559	67,900	67,232	66,556	65,872	65,182	64,484	63,780	63,068	62,335	61,611	60,880	60,143	59,400	58,650
Reciklati	40,045	35,912	31,686	32,381	32,848	33,108	33,171	32,499	32,873	32,859	32,517	31,840	30,816	31,109	31,131	31,015	30,827	30,601	30,353	30,094	29,827	29,554	29,276	28,995	28,709	28,421	28,129	27,834	27,536	27,235	26,931	26,618	26,309	25,997	25,682	25,365	25,045
- Plastika	24,073	21,589	19,048	19,466	19,746	19,903	19,941	19,537	19,762	19,753	19,548	19,141	18,525	18,701	18,714	18,645	18,531	18,396	18,247	18,091	17,930	17,766	17,599	17,430	17,259	17,085	16,910	16,732	16,553	16,372	16,190	16,001	15,816	15,628	15,439	15,248	15,055
- Metali	4,880	4,377	3,862	3,946	4,003	4,035	4,043	3,961	4,006	4,005	3,963	3,880	3,756	3,791	3,794	3,780	3,757	3,729	3,699	3,668	3,635	3,602	3,568	3,534	3,499	3,464	3,428	3,392	3,356	3,319	3,282	3,244	3,206	3,168	3,130	3,091	3,052
- Papir i karton	11,092	9,947	8,777	8,969	9,098	9,170	9,188	9,002	9,105	9,101	9,007	8,819	8,535	8,616	8,623	8,579	8,538	8,476	8,407	8,336	8,261	8,186	8,109	8,031	7,952	7,872	7,791	7,709	7,627	7,544	7,459	7,373	7,287	7,201	7,113	7,026	6,937
Biošiška frakcija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Teška frakcija iz mehanike	8,446	7,574	6,683	6,830	6,928	6,983	6,996	6,855	6,933	6,930	6,858	6,716	6,500	6,561	6,566	6,542	6,502	6,454	6,402	6,347	6,291	6,233	6,175	6,115	6,055	5,994	5,933	5,871	5,808	5,744							

4.3 Zaštita okoliša

Težište zaštite okoliša je na kvaliteti emisija u zrak iz postrojenja, i to prvenstveno emisije onečišćujućih tvari u zrak koje nastaju uslijed procesa biorazgradnje i prašine uslijed manipulacija (mehaničke operacije) s otpadom/stabilatom (istovar, usitnjavanje, prevrtanje, skladištenje i utovar). Emisije onečišćujućih tvari u zrak koje nastaju uslijed procesa biorazgradnje, koje su nositelji neugodnih mirisa, obrađuju se pomoću biofilterskog sustava. Mehaničke operacije se obično izvode u zatvorenim provjetrenim prostorima. Nakon pročišćavanja na filteru, emisija krutih čestica iz ovakve vrste objekata procjenjuje se da nije značajna.

Procesi biorazgradnje se provode u zatvorenom sustavu u tunelu ili na radnoj površini. Postrojenje je izrađeno na vodonepropusnoj armirano-betonskoj podlozi koja sprječava prodiranje bilo kakvih otpadnih voda i onečišćivača u tlo. Nastale otpadne tehnološke vode i otpadna voda koja nastaje iz procesa čišćenja (održavanja postrojenja) obrađuju se na uređaju za obradu otpadnih voda na lokaciji do potrebne kvalitete za ponovnu uporabu ili ispus u površinske vode ili sustav javne odvodnje.

4.4 Lokacija projektnog prijedloga

Predmetna lokacija nalazi se u dijelu Grada Zagreba Žitnjak – istok, s lijeve obale Save. Manje stambene zone udaljene su oko 1 km od granica postojećeg CUPOVZ (Resnik na sjeveru, te Struge na zapadu). Značajniji gušći stambeni dijelovi grada udaljeni su:

- Dubrava oko 3 km prema sjeveru,
- Maksimir i Bukovac oko 5 km sjeverozapadno
- Novi Zagreb (Utrine, Travno) oko 5,5, km jugozapadno
- centar grada oko 6-7 km zapadno.

Ukupan obuhvat projekta za smještaj svih sadržaja projektnog prijedloga iznosi 10 ha.

Sukladno Odluci o donošenju Prostornog plana Grada Zagreba (SG GZ 8/01, 16/02, 11/03, 2/06, 1/09, 8/09, 21/14, 23/14 - pročišćeni tekst, 26/15, 3/16 - pročišćeni tekst i 22/17, 3/18 – pročišćeni tekst) točkom 2.4.2.8. definirano je sljedeće:

Na prostoru Grada Zagreba mogu se na površinama izvan građevinskih područja smjestiti komunalne građevine i komunalna infrastruktura. Za navedene građevine su uvjeti smještaja određeni točkom 5. i ostalim sveukupnim odredbama ove odluke.

Osim građevina iz prvog stavka ove točke, na prostoru Grada Zagreba mogu se na površinama izvan građevinskih područja smjestiti i komunalne građevine u funkciji gospodarenja otpadom. Unutar površine infrastrukturnih sustava IS na lokaciji Resnik predviđen je centar za gospodarenje otpadom i reciklažno dvorište građevinskog otpada na lokaciji Resnik-Ostrovci.

Točkom 8 – Postupanje s otpadom propisano je sljedeće:

Na lokaciji centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba u Resniku i u istočnom produžetku te lokacije (do granica obuhvata ovog plana), te sjeverno od glavnog odvodnog kanala (GOK-a) do granice GUP-a, omogućuje se gradnja sadržaja centra za gospodarenje otpadom sukladno posebnim propisima o otpadu i Planu gospodarenja otpadom Grada Zagreba.

Nadalje, točkom 8.1. definirano je sljedeće:

U Gradu Zagrebu s otpadom se postupa na temelju vlastitih iskustava i iskustava razvijenih zemalja te se planira kao cjeloviti sustav gospodarenja otpadom, podložan promjenama, kojim se osigurava ostvarivanje ciljeva određenih Planom gospodarenja otpadom Grada Zagreba i važećim planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske:

(1.) Izbjegavanje i smanjivanje nastajanja (minimizacija, redukcija) otpada obuhvaća niz mjera i zahvata u proizvodnji i potrošnji materijalnih dobara, na mjestu nastanka otpada sa svrhom smanjenja količine i štetnosti otpada (čistija proizvodnja).

Osnovni preduvjet izbjegavanja stvaranja otpada je stalna i svrhovita edukacija stanovništva, za što se planira i osnivanje centra za odgoj i obrazovanje za okoliš. Detaljniji uvjeti za lociranje centra odredit će se planovima užeg područja.

(2.) Vrednovanje otpada sastoji se od niza postupaka i tehnologija za iskorištavanje vrijednih svojstava otpada u materijalne i energetske svrhe (ponovno korištenje, obrada, odnosno korištenje energije dobivene obradom otpada), uz istovremeno smanjivanje štetnosti i količina.

Predviđeno je izdvojeno prikupljanje i reciklaža potencijalno iskoristivih otpadnih tvari koje se mogu ponovo upotrijebiti u postojećim tehnološkim procesima (npr. papir, staklo, metali, plastika) ili se brzo mogu izgraditi postrojenja za njihovo iskorištavanje (npr. Biorazgradivi otpad). ...

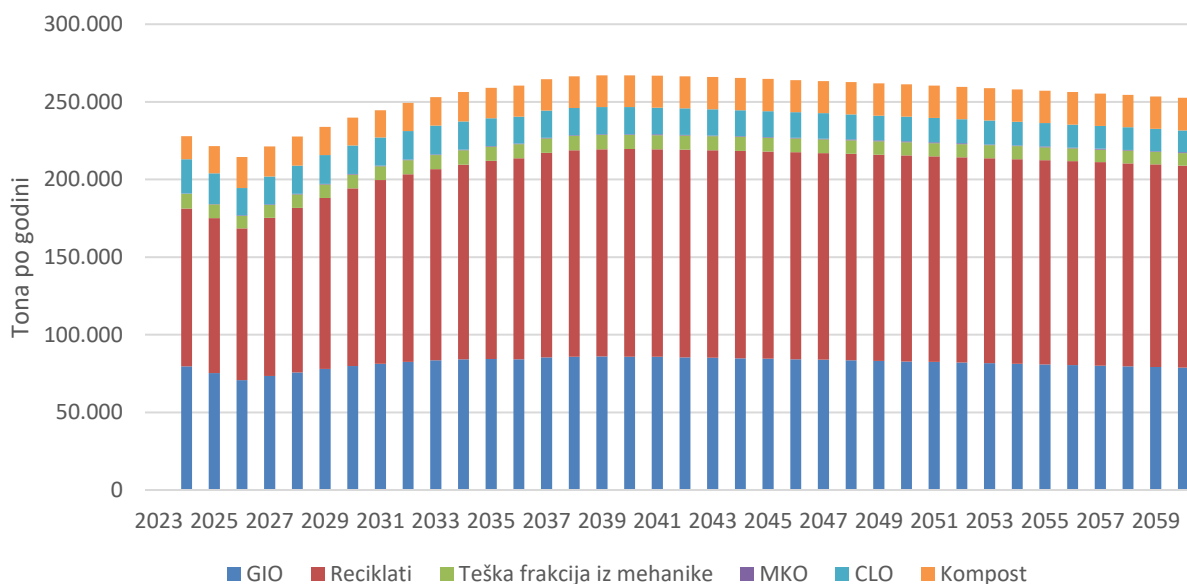
Obrada otpada predviđena je kao:

- biološka obrada otpada ili kompostiranje,
- termička obrada koja podrazumijeva proizvodnju električne i toplinske energije,
- mehaničko-biološka obrada koja podrazumijeva usitnjavanje, zbijanje, razvrstavanje (sortiranje), miješanje i obrada,
- fizikalno - kemijska obrada postupcima kojima se odvajaju, koncentriraju ili neutraliziraju toksični sastojci opasnog otpada iz komunalnog otpada.

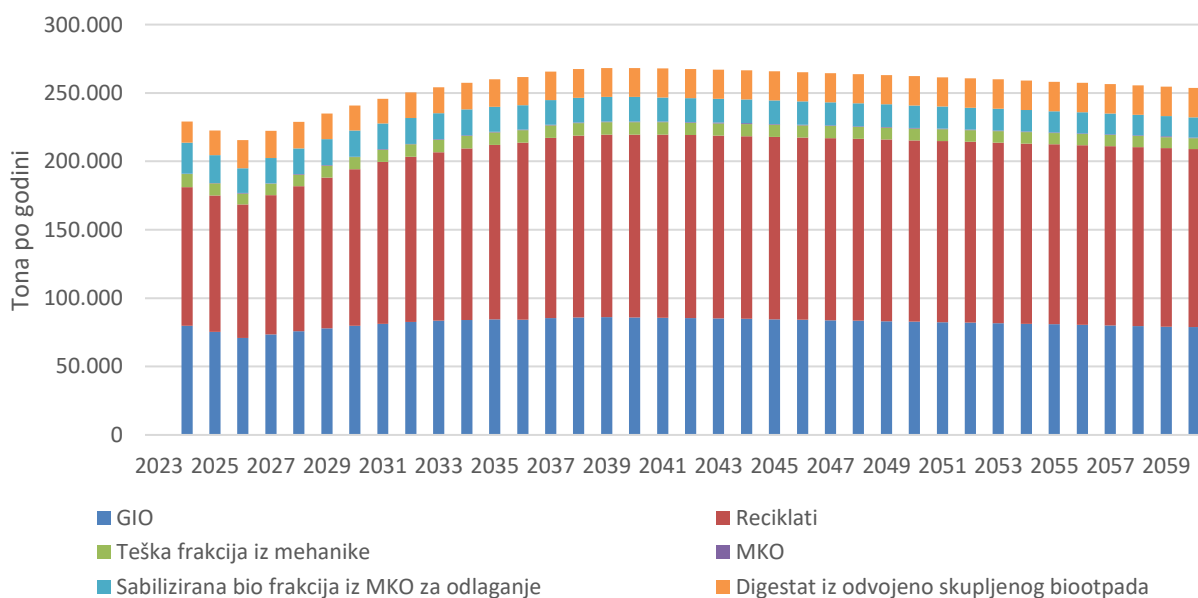
(3.) Kontrolirano odlaganje nezbrinutih (neiskoristivih) ostataka otpada (nakon maksimalnog iskorištenja materijala i energije) riješit će se u skladu s Planom gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu na lokacijama određenim ovim planom.

5 ANALIZA TRŽIŠTA IZLAZNIH PRODUKATA

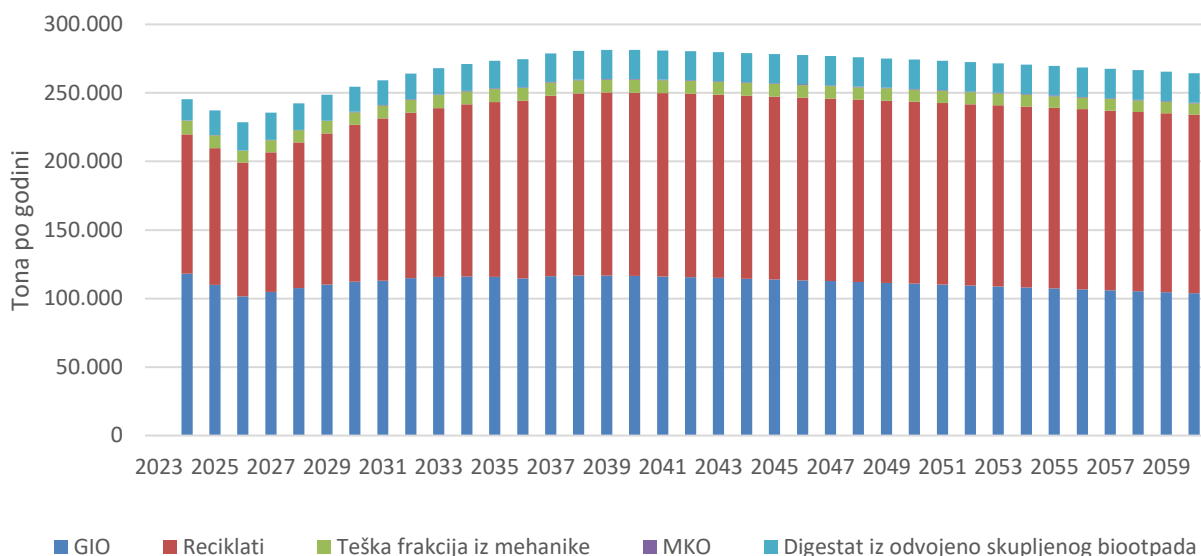
Na temelju iskazane bilance postrojenja nakon obrade otpada ostaju izlazne frakcije kako je prikazano na sljedećem dijagramu. Većina ovih frakcija završava na tržištu sekundarnih sirovina.



Sl. 5-1: Projekcija kretanja količina izlaznih frakcija – Varijanta A



Sl. 5-2: Projekcija kretanja količina izlaznih frakcija – Varijanta B



Sl. 5-3: Projekcija kretanja količina izlaznih frakcija – Varijanta C

5.1 Kompost i CLO (eng. compost like output)

Veliki broj MBO procesa kao izlazni produkt ima kompost ili poboljšivač tla (u stranoj literaturi poznat pod akronimom - CLO (eng. compost like output)).

Kompostiranjem miješanog komunalnog otpada, najčešće je teško dobiti proizvod koji zadovoljava uvjete za upotrebu na tlu. Iz tog razloga terminološki treba razlikovati kompost (engl. compost) i proizvod sličan kompostu (engl. CLO compost like output).

U RH, ova problematika regulirana je Pravilnikom o odlagalištima otpada (NN NN 4/2023), te Pravilnikom o ukidanju statusa otpada (NN 55/2023), gdje je u pogledu biostabilnosti naglasak na biološkom parametru otopljenog organskog ugljika (eng. dissolved organic carbon, DOC). Za potrebe ovog dokumenta, a obzirom na zakonsku regulativu, konstatira se kako se CLO nije u mogućnosti odlagati na poljoprivrednom zemljištu.

Za kompost i anaerobni digestat novim Pravilnikom više nisu propisani posebni kriteriji već se kompost i digestat u Očevidnik ukidanja statusa otpada upisuju na temelju potvrde Ministarstva poljoprivrede i certifikata sustava upravljanja kvalitetom (ISO 9001). Rok za usklađivanje s novim Pravilnikom je 1. lipanj 2024.

Plasman komposta dobre kvalitete iz odvojeno prikupljenih materijala zahtijevat će edukativne i promotivne aktivnosti usmjerene ka motivaciji generatora otpada (prvenstveno kućanstava) kako bi se odvajanje otpada vršilo adekvatno.

Tab. 5-1: Površine korištenog poljoprivrednog i ostalog zemljišta po kategorijama (izvor: Popis poljoprivrede 2020., Državni zavod za statistiku RH)

Kategorije	Zagrebačka županija	Grad Zagreb
Korišteno poljoprivredno zemljište, ha	ukupno	11.631
	oranice i vrtovi	9.928
	povrtnjaci	6.528
	trajni nasadi	5.337
	vinogradi – ukupno	4.331
	voćnjaci i nasadi bobčastog	1.597
Ostalo zemljište, ha	ukupno	10.576
	od toga: neobrađeno poljoprivredno zemljište	2.534
	od toga: šumsko zemljište	6.201

Pri odabiru tehničko-tehnoloških rješenja za MBO koja kao produkt imaju kompost, nužno je uzeti u obzir slijedeće:

- Proizvodnja komposta nakon (a) biološke obrade prethodno odvojenog biorazgradivog otpada ili (b) biološke obrade miješanog komunalnog otpada.
- Kriterij za obradu je AT4 indeks disanja (respiracijski indeks). AT4 je test indeksa disanja, koristi se za određivanje potrošnje kisika uzorka u određenom razdoblju. Indeks određuje biološku stabilnost komposta ili drugih organskih materijala i dodatni je test za dokazivanje zrelosti materijala koji se testira. Za odlaganje na odlagalištima (postupak D1 - odlaganje otpada u ili na tlo), moraju se osigurati slijedeći pokazatelji:
 - $AT4 < 10 \text{ mg O}_2 / \text{g s.t.}$

Otpadu koji je stabiliziran na ovaj način se dodjeljuje udio biorazgradivog otpada od 0.

Dakle, biološka frakcija proizašla iz mKO nakon aerobne obrade (varijanta A), odnosno aerobne obrade postupkom suhe fermentacije (varijanta B) ostaje stabilizirana i može se odložiti na odlagališnu plohu. Nakon biosušenja i naknadne mehaničke obrade (varijanta C) biološka frakcija služi kao gorivo iz otpada.

Kao produkt nakon obrade odvojeno prikupljenog biootpada postupcima aerobne digestije (varijanta A), ili anaerobne digestije (varijanta 2) proizlazi kompost, odnosno digestat.

5.2 GIO – gorivo iz otpada

Goriva dobivena iz otpada općenito se odnose na proizvodnju goriva dobivenih iz otpada (RDF) i krutih oporabnih goriva (SRF). Izrazi RDF i SRF često se koriste kao sinonimi, ali postoji značajna razlika između RDF i SRF koja određuje njihovo krajnje odredište. Priprema RDF-a zahtijeva osnovnu razinu obrade kako bi se uklonili reciklirani materijali iz pretežno komunalnog otpada, dok SRF zahtijeva viši standard pripreme za proizvodnju goriva. RDF je obično namijenjen za standardna postrojenja za dobivanje energije iz otpada (energane) koja također prihvaćaju nepripremljene tokove miješanog otpada. SRF su, s druge strane, kruta goriva pripremljena od neopasnog otpada i obično se koriste za

oporabu energije u postrojenjima za spaljivanje ili suspaljivanje (unutar cementnih peći, elektrana itd.) kao alternativa fosilnim gorivima koja također zadovoljavaju klasifikaciju i specifikacijski zahtjevi navedeni u europskoj normi CEN/TC 343.

Tab. 5-2: Sustav klasifikacije SRF-a prema HRN EN 15359:2012

Klasifikacijska svojstva	Jedinica	Klase				
		1	2	3	4	5
Neto ogrjevna vrijednost	MJ/kg v.t. prosječna	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Klor(Cl)	% s.t. srednja	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3
Živa(Hg)	mg/MJ v.t. median;	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
	mg/MJ v.t. 80. percentil	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,00

RDF i SRF mogu se koristiti na razne načine za proizvodnju električne energije, topline ili njihovu kombinaciju. Često se koristi sam ili zajedno (kao djelomična zamjena) s tradicionalnim izvorima goriva u sljedećim industrijama:

- elektrane za proizvodnju energije,
- industrijske elektrane,
- cementne peći,
- spalionice (R1 – status),
- postrojenja za pirolizu i
- čeličane itd.

Glavna prodajna mjesta za RDF/SRF trenutno se nalaze u industriji cementa, kao i u proizvodnji papira. Europske zemlje u kojima je RDF/SRF proizvodnja već dobro uspostavljena su Njemačka, ali i Austrija, Finska, Italija, Nizozemska i Švedska. Zemlje u kojima se RDF/SRF proizvodnja i uporaba energije trenutno razvijaju su Belgija, Ujedinjeno Kraljevstvo i sve više istočnoeuropske zemlje, primjerice Slovenija, Srbija, a sada i Hrvatska. U raznim zemljama nekoliko goriva dobivenih iz otpada proizvodi se u različitim oblicima izgleda (pahuljice, peleti, komadići, prah).

Upravljanje kvalitetom za RDF/SRF igra ključnu ulogu u naporima da se uspostave održiva tržišta, ne samo stvaranjem povjerenja u dobavljače, krajnje korisnike i regulatore. Međutim, standardizacija sama po sebi ne može jamčiti povećanje tržišnog udjela. Europsko tržište za SRF/RDF se razvija i ostaje nepredvidivo.

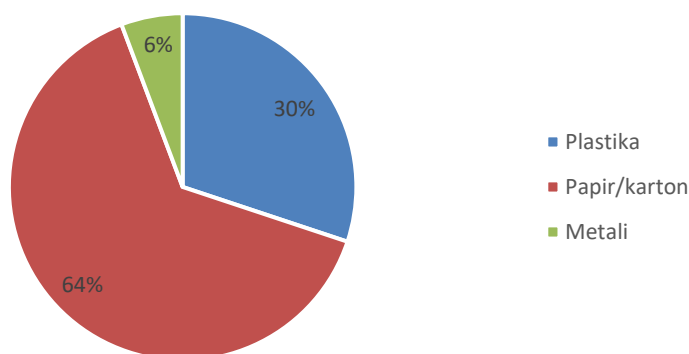
U kontekstu ove studije za plasman proizvedenog goriva iz otpada ne postoji pismo namjere za preuzimanje. Stoga će se analizirati tržište i odrediti okvirna buduća cijena preuzimanja ovakve vrste otpada na daljnju obradu sukladno dostupnim podacima na tržištu RH.

U pogledu financijskih pokazatelja, za slijedna poglavlja SI procjenjuje se cijena za zbrinjavanje GIO od 100,00 EUR/toni.

S obzirom da će se u varijanti mehaničke obrade definirati dva scenarija sa i bez finije rafinacije GIO u svrhu proizvodnje SRF-a više klase, pretpostavka je da će niža (IV.) klasa SRF-a biti po cijeni od 130,00 EUR/t, odnosno 70,00 EUR/t za višu (I.) klasu SRF-a.

5.3 Reciklabilni materijali

Reciklabilnih materijali koji se mogu iskoristiti iz komunalnog otpada čine plastični materijali, metali i papir. U ovom slučaju, prema projekcijama izlaznih tokova, papir i karton čine većinu (64%) izlaza reciklata ovoga postrojenja, a slijede ih plastika (30%) i metali (6%). U ovom slučaju, većinu plastike i metala čine ambalažni materijali.



Sl. 5-4: Projekcija sastava izdvojenih reciklata u prvoj godini pogona

Cijenu plastične ambalaže uobičajeno se promatra kroz cijenu plastičnih boca i plastičnog omota (folije). Polovica plastike prikupljene za recikliranje izvozi se na obradu u zemlje izvan EU-a. Razlozi za izvoz uključuju nedostatak kapaciteta, tehnologije ili financijskih sredstava za lokalnu obradu otpada. Prethodno se značajan udio izvezenog plastičnog otpada slao u Kinu, no ograničenja uvoza plastičnog otpada u Kinu vjerojatno će dodatno smanjiti izvoz EU-a. U međuvremenu, EU pokušava pronaći kružne i klimatski prihvatljive načine gospodarenja plastičnim otpadom.

Iz razloga nepostojanja sustavne analize cijena sekundarnih sirovina i ambalaže na tržištu Republike Hrvatske, Izrađivač je napravio analizu dosad provedenih postupaka javne nabave za preuzimanje i zbrinjavanje sekundarnih frakcija otpada. Napominje se kako su se isporučitelji usluge komunalnog otpada, obzirom na relativno nedavan skok u količinama odvojeno prikupljenih frakcija, tek nedavno i susreli sa problemom veće količine ovih frakcija, odnosno baza podataka o provedenim postupcima javne nabave je relativno mala.

U nastavku se daju jedinične cijene koje će biti korištene kroz Studiju izvedivosti.

Tab. 5-3: Jedinične cijene zbrinjavanja odvojeno prikupljenih suhih frakcija

Frakcija	Jed. cijena EUR/toni
Plastika	-100,00
Papir i karton	35,00
Staklo	- 35,00
Metal	120,00

6 FINACIJSKA ANALIZA

Cilj financijske analize je ocijeniti profitabilnost ukupnog ulaganja. Analiza uključuje izračun novčanog toka, kvantifikaciju socioekonomskih troškova i koristi te određivanje financijskog jaza projekta. Potencijalno se financijski jaz može premostiti sufinanciranjem iz EU fondova ili dugoročnim zaduživanjem kod financijske institucije.

Projekcije prihoda i rashoda izražene su u konstantnim cijenama i obuhvaćaju razdoblje od 4 godine izgradnje Centra i 30 godina rada. Diskontna stopa od 4% primijenjena je na projekcije novčanih tokova, uz pretpostavku sufinanciranja iz EU fondova. Ukupni investicijski troškovi prikazani su u sljedećim tablicama za varijante A i B i varijantu C:

Tab. 6-1: Investicijska ulaganja u varijantu A

		Ukupna investicija (EUR)	Ukupna PRIHVATL JIVA investicija (EUR)	2024	2025	2026	2027
Komponenta A: Projektiranje i izgradnja RCGO Zagreb		125 220 720	109 867 750	2 250 000	9 778 600	64 735 519	48 456 601
A.1	Projektna dokumentacija i istražni radovi	4 500 000	4 500 000	2 250 000	2 250 000	0	0
A.2	Pripremni radovi	1 215 000	1 215 000	0	1 215 000	0	0
A.3	Pristupna prometnica	1 522 500	1 522 500	0	0	761 250	761 250
A.4	Vodoopskrba	94 500	94 500	0	0	94 500	0
A.5	Ulazno-izlazna zona	1 705 700	1 705 700	0	0	852 850	852 850
A.6	Servisni centar	820 000	820 000	0	0	0	820 000
A.7	Mehanička-biološka obrada (građevinski radovi)	63 136 000	63 136 000	0	6 313 600	44 195 200	12 627 200
A.8	Mehanička-biološka obrada (elektrostrojarska oprema)	41 850 200	30 069 800	0	0	16 740 080	25 110 120
A.9	Odlagalište neopasnog otpada	3 572 570	0	0	0	714 514	2 858 056
A.10	UPOV	774 000	774 000	0	0	387 000	387 000
A.11	Manipulativne površine i linijska infrastruktura	1 980 250	1 980 250	0	0	990 125	990 125
A.12	Elektroenergetski objekti	400 000	400 000	0	0	0	400 000
A.13	Pokusni rad Postrojenja	3 650 000	3 650 000	0	0	0	3 650 000
Komponenta B: Mobilna oprema		2 610 000	2 610 000	0	0	0	2 610 000
B.1	Mobilna oprema RRF postrojenja	2 260 000	2 260 000	0	0	0	2 260 000
B.2	Laboratorij	350 000	350 000	0	0	0	350 000
Komponenta C: Konzultantske usluge, nadzor, vidljivost, troškovi naknade		6 200 000	6 200 000	0	0	0	6 200 000
C.1	Projektno konzultantske usluge, nadzor i vidljivosti	6 200 000	6 200 000	0	0	0	6 200 000
Ukupni investicijski troškovi, EUR		134 030 720	118 677 750	2 250 000	9 778 600	64 735 519	57 266 601
Nepredviđeni troškovi		10 722 458	10 722 458	180 000	782 288	5 178 842	4 581 328
Ukupni investicijski troškovi (uključujući nepredviđene troškove), EUR		144 753 178	129 400 208	2 430 000	10 560 888	69 914 361	61 847 929
Prihvatljivi troškovi		129 400 208		2 430 000	10 560 888	64 487 687	51 921 633

Tab. 6-2: Investicijska ulaganja u varijantu B

		Ukupna investicija (EUR)	Ukupna PRIHVATLJ IVA investicija (EUR)	2024	2025	2026	2027
Komponenta A: Projektiranje i izgradnja RCGO Zagreb		127 134 445	108 571 875	2 250 000	8 895 253	62 850 967	53 138 226
A.1	Projektna dokumentacija i istražni radovi	4 500 000	4 500 000	2 250 000	2 250 000	0	0
A.2	Pripremni radovi	1 215 000	1 215 000	0	1 215 000	0	0
A.3	Pristupna prometnica	1 522 500	1 522 500	0	0	761 250	761 250
A.4	Vodoopskrba	94 500	94 500	0	0	94 500	0
A.5	Ulazno-izlazna zona	1 705 700	1 705 700	0	0	852 850	852 850
A.6	Servisni centar	820 000	820 000	0	0	0	820 000
A.7	Mehanička-biološka obrada (građevinski radovi)	54 302 525	54 302 525	0	5 430 253	38 011 768	10 860 505
A.8	Mehanička-biološka obrada (elektrostrojarska oprema)	52 597 400	37 607 400	0	0	21 038 960	31 558 440
A.9	Odlagalište neopasnog otpada	3 572 570	0	0	0	714 514	2 858 056
A.10	UPOV	774 000	774 000	0	0	387 000	387 000
A.11	Manipulativne površine i linijska infrastruktura	1 980 250	1 980 250	0	0	990 125	990 125
A.12	Elektroenergetski objekti	400 000	400 000	0	0	0	400 000
A.13	Pokusni rad Postrojenja	3 650 000	3 650 000	0	0	0	3 650 000
Komponenta B: Mobilna oprema		2 610 000	2 610 000	0	0	0	2 610 000
B.1	Mobilna oprema RRF postrojenja	2 260 000	2 260 000	0	0	0	2 260 000
B.2	Laboratorij	350 000	350 000	0	0	0	350 000
Komponenta C: Konzultantske usluge, nadzor, vidljivost, troškovi naknade		6 200 000	6 200 000	0	0	0	6 200 000
C.1	Projektno konzultantske usluge, nadzor i vidljivosti	6 200 000	6 200 000	0	0	0	6 200 000
Ukupni investicijski troškovi, EUR		135 944 445	117 381 875	2 250 000	8 895 253	62 850 967	61 948 226
Nepredviđeni troškovi		10 875 556	10 875 556	180 000	711 620	5 028 077	4 955 858
Ukupni investicijski troškovi (uključujući nepredviđene troškove), EUR		146 820 001	128 257 431	2 430 000	9 606 873	67 879 044	66 904 084
Prihvatljivi troškovi		128 257 431		2 430 000	9 606 873	61 168 530	55 052 028

Tab. 6-3: Investicijska ulaganja u varijantu C

		Ukupna investicija (EUR)	Ukupna PRIHVATLJ IVA investicija (EUR)	2024	2025	2026	2027
Komponenta A: Projektiranje i izgradnja RCGO Zagreb		118 674 902	95 445 850	2 250 000	8 681 750	59 541 156	48 201 996
A.1	Projektna dokumentacija i istražni radovi	4 500 000	4 500 000	2 250 000	2 250 000	0	0
A.2	Pripremni radovi	1 215 000	1 215 000	0	1 215 000	0	0
A.3	Pristupna prometnica	1 522 500	1 522 500	0	0	761 250	761 250
A.4	Vodoopskrba	94 500	94 500	0	0	94 500	0
A.5	Ulazno-izlazna zona	1 705 700	1 705 700	0	0	852 850	852 850
A.6	Servisni centar	820 000	820 000	0	0	0	820 000
A.7	Mehanička-biološka obrada (građevinski radovi)	52 167 500	43 142 500	0	5 216 750	36 517 250	10 433 500
A.8	Mehanička-biološka obrada (elektrostrojarska oprema)	49 845 452	35 641 400	0	0	19 938 181	29 907 271
A.9	UPOV	774 000	774 000	0	0	387 000	387 000
A.10	Manipulativne površine i linijska infrastruktura	1 980 250	1 980 250	0	0	990 125	990 125
A.11	Elektroenergetski objekti	400 000	400 000	0	0	0	400 000
A.12	Pokusni rad Postrojenja	3 650 000	3 650 000	0	0	0	3 650 000
Komponenta B: Mobilna oprema		2 610 000	2 610 000	0	0	0	2 610 000
B.1	Mobilna oprema RRF postrojenja	2 260 000	2 260 000	0	0	0	2 260 000
B.2	Laboratorij	350 000	350 000	0	0	0	350 000
Komponenta C: Konzultantske usluge, nadzor, vidljivost, troškovi naknade		6 200 000	6 200 000	0	0	0	6 200 000
C.1	Projektne konzultantske usluge, nadzor i vidljivosti	6 200 000	6 200 000	0	0	0	6 200 000
Ukupni investicijski troškovi, EUR		127 484 902	104 255 850	2 250 000	8 681 750	59 541 156	57 011 996
Nepredviđeni troškovi		10 198 792	10 198 792	180 000	694 540	4 763 292	4 560 960
Ukupni investicijski troškovi (uključujući nepredviđene troškove), EUR		137 683 694	114 454 642	2 430 000	9 376 290	64 304 448	61 572 956
Prihvatljivi troškovi		114 454 642		2 430 000	9 376 290	58 622 827	53 050 525

Prihodi projekta uključuju prihod od zbrinjavanja GIO, prodaje materijala i proizvoda za recikliranje te komposta u varijanti A i prihod od korisničke naknade. S obzirom na negativne tržišne cijene GIO i plastike, ove stavke zapravo generiraju troškove.

Operativni troškovi obuhvaćaju električnu energiju, gorivo i mazivo, troškove vode, zbrinjavanje procjednih voda, troškove zaposlenika i troškove održavanja i osiguranja.

Kvantifikacija rezultata analize metodom diskontiranog novčanog toka dala je sljedeće vrijednosti:

- Varijanta 1 – NPV= - 450 169 250 €
- Varijanta 2 – NPV= - 389 648 104 €

- Varijanta 3 – NPV= - 475 217 931 €

Novčani priljevi i odljevi rezultiraju negativnom neto sadašnjom vrijednošću za sve varijante što indicira prikladnost projekta za financiranje iz sredstava EU.

Kako bi se izračunala naknada za prikupljanje i zbrinjavanje otpada koja zbroj diskontiranih novčanih tokova izjednačava s nulom, kao stopa jaza financiranja određeno je kao 100% troškova projekta. Takvim izračunom dobivaju se sljedeći planovi financiranja:

Tab. 6-4: Plan financiranja projekta – varijante A

UKUPNO IZVORI FINANCIRANJA	2024	2025	2026	2027	UKUPNO
Neprihvatljivi troškovi	0	0	5 426 674	9 926 296	15 352 970
Prihvatljivi troškovi	2 430 000	10 560 888	64 487 687	51 921 633	129 400 208
EU fond	2 065 500	8 976 755	54 814 534	44 133 388	109 990 176
Pomoć FZOEU	121 500	528 044	8 108 391	11 529 748	20 287 683
Regionalna razina	243 000	1 056 089	6 991 436	6 184 793	14 475 318
Ukupna financijska sredstva	2 430 000	10 560 888	69 914 361	61 847 929	144 753 178

Korisnička naknada – 122,74 €/t

Tab. 6-5: Plan financiranja – varijanta B

UKUPNO IZVORI FINANCIRANJA	2024	2025	2026	2027	UKUPNO
Neprihvatljivi troškovi	0	0	6 710 514	11 852 056	18 562 570
Prihvatljivi troškovi	2 430 000	9 606 873	61 168 530	55 052 028	128 257 431
EU fond	2 065 500	8 165 842	51 993 250	46 794 224	109 018 816
Pomoć FZOEU	121 500	480 344	9 097 889	13 419 452	23 119 185
Regionalna razina	243 000	960 687	6 787 904	6 690 408	14 682 000
Ukupna financijska sredstva	2 430 000	9 606 873	67 879 044	66 904 084	146 820 001

Korisnička naknada – 101,00 €/t

Tab. 6-6: Plan financiranja – varijanta C

UKUPNO IZVORI FINANCIRANJA	2024	2025	2026	2027	UKUPNO
Neprihvatljivi troškovi	0	0	5 681 621	8 522 431	14 204 052
Prihvatljivi troškovi	2 430 000	9 376 290	58 622 827	53 050 525	123 479 642
EU fond	2 065 500	7 969 847	49 829 403	45 092 946	104 957 696
Pomoć FZOEU	121 500	468 815	8 044 600	10 322 714	18 957 629
Regionalna razina	243 000	937 629	6 430 445	6 157 296	13 768 369
Ukupna financijska sredstva	2 430 000	9 376 290	64 304 448	61 572 956	137 683 694

Korisnička naknada – 134,21 €/t

Varijantno rješenje koje će biti odabrano za realizaciju projekta i model financiranja predmet je političke odluke.

Ako bi se kao model financiranja odabralo dugoročno zaduživanje kod financijske institucije, korisnička naknada koja svodi sumu diskontiranih novčanih tokova na nulu (uz diskontnu

stopu 2,95%) za varijantu C iznosila bi 171,39 €/t. Međutim, ova naknada ne osigurava održivost poslovanja s obzirom na trošak glavnice i kamate na dug pa bi naknada koja izjednačava troškove i prihode trebala biti prilagođena (179,24 €/t u prvoj godini).