

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

MAGISTRSKO DELO

**PREDELAVA POLIETILENSKIH ODPADKOV NA
LINIJI ZA IZDELAVO POLIETILENSKEGA GRANULATA**

ANES DURGUTOVIĆ

VELENJE, 2024

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

MAGISTRSKO DELO

**PREDELAVA POLIETILENSKIH ODPADKOV NA
LINIJI ZA IZDELAVO POLIETILENSKEGA GRANULATA**

ANES DURGUTOVIĆ

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: dr. Viktor Grilc

VELENJE, 2024

Številka: 727-1/2021-2
Datum: 13. 05. 2021

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O MAGISTRSKEM DELU

Študent Visoke šole za varstvo okolja **Anes Durgutović** lahko izdela magistrsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Predelava polietilenskih odpadkov na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

Naslov magistrskega dela v angleškem jeziku:

Processing of polyethylene waste on a PE granulate production line.

Mentor: **izr. prof. Viktor Grile.**

Magistrsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan



Izjava o avtorstvu

Podpisani **ANES DURGUTOVIĆ**, z vpisno številko **34180021**, študent podiplomskega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

»**Predelava polietilenskih odpadkov na liniji za izdelavo polietilenskega granulata**«,

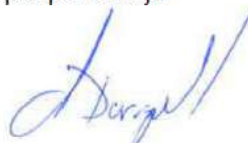
ki sem ga izdelal pod mentorstvom: **izred. prof. dr. Viktor Grilc**.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- da oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz.
- citirana v skladu z navodili FVO;
- da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili FVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na FVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala **Marjanca Soško, prof.**;
- da dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani FVO;
- da sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Velenje, dne 26.03.2024

podpis avtorja



IZVLEČEK

Posledica uporabe polietilenskih materialov je tudi nastajanje odpadkov. Lastnost polietilena kot materiala in posledično odpadka omogoča reciklažo in ponovno uporabo. Predelava polietilenskih odpadkov v polietilenski granulati ima neposreden doprinos k doseganju zastavljenih ciljev na področju recikliranja odpadkov iz plastike. Gre za vrsto odpadkov, ki imajo potencial za recikliranje z namenom pridobitve produkta, ki se ga uporabi pri izdelavi novih izdelkov. To neposredno prispeva tudi k ciljem akcijskega načrta za krožno gospodarstvo.

V magistrskem delu se osredotočim na pregled učinkov postopka predelave polietilenskih odpadkov (odpadna PE folija in odpadni PE materiali) v PE granulati, ki omogoča ponovno uporabo v tehnoloških postopkih izdelave polietilenskih folij. Namen magistrskega dela je primerjava tehnoloških, ekonomskih in ekoloških učinkov recikliranja polietilenskih odpadkov na liniji za izdelavo polietilenskega granulata za različne vrste odpadkov. Analiza učinkov bo usmerjena v razpravo v smislu učinka končne izrabe, količino ostankov in obseg vpliva izvedbe postopka recikliranja na okolje iz vidika emisij ter stroškov in potencialnih prihodkov na enoto odpadka.

S praktičnim eksperimentom primerjam dva koncepta predelave polietilenskih odpadkov (odpadna PE folija in drugi odpadni PE materiali) na liniji za izdelavo polietilenskega granulata. Raziskovalni del vključuje analitično raziskavo učinkov za:

- Koncept A: postopek predelave na liniji, ki vključuje predhodni postopek pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.
- Koncept B: postopek predelave na liniji brez pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

Na podlagi izvedene raziskave ugotovim, da postopek predelave brez predhodnega pranja ponudi med 10 in 15 % večjo količino pridobljenega polietilenskega granulata. To neposredno vpliva na donosnost postopka predelave. Za izvedbo postopka predelave brez predhodnega pranja morajo biti izpolnjeni predpogoji, ki sploh omogočijo izvedbo postopke predelave. Tako je ključna predpostavka za učinkovit postopek predelave ločevanje odpadkov na izvoru, tako po tipu materiala, iz katerega je odpad, kot glede na čistost odpadkov v smislu vsebnosti nečistoč, ki ovirajo postopek predelave.

Ključne besede

polietilen, polietilenski granulati, recikliranje, Intarema TVEplus, pranje odpadkov, sortiranje odpadkov.

ABSTRACT

The use of polyethylene materials also results in the creation of waste. The property of polyethylene as a material and, consequently, as waste, enables recycling and reuse. The processing of polyethylene waste into polyethylene granulate has a direct contribution to achieving the goals set in the field of plastic waste recycling. It is a type of waste that has the potential to be recycled in order to obtain a product that is used in the manufacture of new products. This also contributes directly to the objectives of the Circular Economy Action Plan.

In my master's thesis, I focus on the review of the effects of the processing of polyethylene waste (waste PE foil and waste PE materials) into PE granulate, which enables reuse in the technological processes of production of polyethylene foils. The purpose of the master's thesis is to compare the technological, economic and ecological effects of recycling polyethylene waste on a line for the production of polyethylene granulate for different types of waste. The analysis of the effects will focus on the discussion in terms of the end-use effect, the amount of residues and the extent of the impact of the recycling process on the environment in terms of emissions and necessary inputs.

With a practical experiment, I compare two concepts of processing polyethylene waste (waste PE foil and other waste PE materials) on a line for the production of polyethylene granulate.

The research part includes an analytical study of the effects for:

- Concept A: recycling of PE waste which includes a preliminary waste washing process before processing for the production of polyethylene granulate.
- Concept B: recycling of PE waste without washing the waste before processing on the line for the production of polyethylene granulate.

On the basis of the conducted research, I find that the process without prior washing offers between 10 and 15% more quantity of obtained polyethylene granulate. This directly affects the profitability of the process recycling of PE waste. In order to carry out the processing procedure without prior washing, the prerequisites must be fulfilled, which enable the processing procedures to be carried out at all. Therefore, the key assumption for an effective processing process is the separation of waste at the source, both according to the type of material from which the waste is made and according to the purity of the waste in terms of the content of impurities that hinder the processing process.

Key words

Polyethylene, Polyethylene granulate, Recycling, Intarema TVEplus, Waste washing, Waste sorting.

KAZALO VSEBINE

1.	Uvod	1
1.1	Namen in cilji magistrskega dela	3
1.2	Hipoteze	3
2.	METODE DELA	4
3.	OPREDELITEV KLJUČNIH IZHODIŠČ	5
3.1	Odpadki in osnovna načela ravnanja z odpadki	5
3.2	Razvrščanje odpadkov	12
3.3	Plastika in polietilenski materiali	13
4.	Odpadki iz polietilenskih materialov in recikliranje	16
4.1	Recikliranje polietilenskih odpadkov	16
4.2	Številke odpadkov iz polietilenskega materiala	17
4.3	Predelovalci izbranih vrst odpadkov v RS	18
4.4	Pregled količin in postopkov predelave	21
	<i>Podatki o obdelavi za odpadek s št. 02 01 04</i>	21
	<i>Podatki o obdelavi za odpadek s št. 07 02 13</i>	24
	<i>Podatki o obdelavi za odpadek s št. 15 02 01</i>	27
	<i>Podatki o obdelavi za odpadek s št. 19 12 04</i>	30
5.	PREDSTAVITEV TEHNOLOŠKEGA POSTOPKA PREDELAVE ODPADKOV V POLIETILENSKI GRANULAT	33
5.1	Predstavitev obrata PLASTA d.o.o.	34
5.2	Osnovni podatki o proizvodnem dleu »REGENERACIJA«	36
5.3	Podatki o napravi za izdelavo PE granulata	37
5.4	Ostali stroji in oprema	39
5.5	Postopek predelave odpadkov v PE granulata	39
	<i>Prezemanje odpadkov v postopek predelave</i>	39
	<i>Preverjanje odpadkov pred obdelavo</i>	40
	<i>Skladiščenje odpadkov do postopka predelave</i>	40
	<i>Proces predelava odpadkov v PE granulata</i>	42
	<i>Ravnanje s pridobljenimi produkti po predelavi</i>	45
	<i>Odstranjevanje izločenih odpadkov in primesi ter ostankov po predelavi</i>	45
6.	ANALIZA UČINKOV PREDELAVE POLIETILENSKIH ODPADKOV V POLIETILENSKI GRANULAT PO IZBRANIH TEHNOLOŠKIH KONCEPTIH	51
6.1	Predelava, ki vključuje pranje na pralni liniji (Koncept A)	52
6.2	Predelava brez predhodnega pranja (Koncept B)	53
6.3	Analiza uspešnosti predelave po posamezni vrsti odpadka	54
	<i>Predelava odpadka s št. 02 01 04</i>	54
	<i>Predelava odpadka s št. 07 02 13</i>	55
	<i>Predelava odpadka s št. 15 01 02</i>	56
	<i>Predelava odpadka s št. 19 12 04</i>	58
6.4	Analiza rezultatov posameznega tehnološkega koncepta	60
	<i>Delež izločenih odpadkov v postopku predelave odpadne plastike</i>	62
	<i>Delež končno recikliranih odpadkov</i>	63
	<i>Delež odpadkov v postopku predelave</i>	64
	<i>Količina vložene energije</i>	65
	<i>Količina porabe vode</i>	66
	<i>Stroški in koristi predelave</i>	67
7.	ZAKLJUČEK	69
8.	POVZETEK	74
8.1	Povzetek	74
8.2	Summary	75
9.	VIRI IN LITERATURA	76

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Številke odpadkov pri katerih se pojavljajo PE odpadki.....	17
Preglednica 2: Seznam imetnikov OVD za predelavo odpadkov po postopku R3 za izbrane vrste odpadkov.....	18
Preglednica 3: Seznam imetnikov OVD za predelavo odpadkov po postopku R3 za izbrane vrste odpadkov, ki predelujejo odpadke z namenom pridobitve PE granulata.....	20
Preglednica 4: Količine prevzetih odpadkov s številko 02 01 04.....	21
Preglednica 5: podatki o obdelavi odpadkov s številko 02 01 04.....	22
Preglednica 6: Produkti obdelave, ki niso več odpadki pri obdelavi odpadka s številko 02 01 04.....	23
Preglednica 7: Odpadki, ki so nastali v postopku obdelave odpadkov 02 01 04 in ravnanje z njimi ter ravnanje z neobdelanimi odpadki.....	23
Preglednica 8: Količine prevzetih odpadkov s številko 07 02 13.....	24
Preglednica 9: podatki o obdelavi odpadkov s številko 07 02 13.....	24
Preglednica 10: Produkti obdelave, ki niso več odpadki pri obdelavi odpadka s številko 07 02 13.....	25
Preglednica 11: Odpadki, ki so nastali v postopku obdelave odpadkov 07 02 13 in ravnanje z njimi ter ravnanje z neobdelanimi odpadki.....	26
Preglednica 12: Količine prevzetih odpadkov s številko 15 01 02.....	27
Preglednica 13: podatki o obdelavi odpadkov s številko 15 02 01.....	27
Preglednica 14: Produkti obdelave, ki niso več odpadki pri obdelavi odpadka s številko 15 02 01.....	28
Preglednica 15: Odpadki, ki so nastali v postopku obdelave odpadkov 15 02 01 in ravnanje z njimi ter ravnanje z neobdelanimi odpadki.....	29
Preglednica 16: Količine prevzetih odpadkov s številko 19 12 04.....	30
Preglednica 17: podatki o obdelavi odpadkov s številko 19 12 04.....	30
Preglednica 18: Produkti obdelave, ki niso več odpadki pri obdelavi odpadka s številko 19 12 04.....	31
Preglednica 19: Odpadki, ki so nastali v postopku obdelave odpadkov 19 12 04 in ravnanje z njimi ter ravnanje z neobdelanimi odpadki.....	32
Preglednica 20: podatki o napravah nameščenih v proizvodnem delu regeneracija.....	37
Preglednica 21: Podatki o načinu skladiščenja odpadkov pred predelavo v obratu PLASTA d.o.o.....	41
Preglednica 22: Podatki o načinu skladiščenja posameznih vrst pridobljenih produktov po predelavi.....	45
Preglednica 23: Odpadki ki nastajajo kot ostanki ali izločeni odpadki v postopku predelave.....	46
Preglednica 24: rezultati izvedene predelave odpadka s št. 02 01 04 po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	54
Preglednica 25: rezultati izvedene predelave odpadka s št. 07 02 13 po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	55
Preglednica 26: rezultati izvedene predelave odpadka s št. 15 01 02 po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	56
Preglednica 27: rezultati izvedene predelave odpadka s št. 19 12 04 po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	58
Preglednica 28: primerjava rezultatov izvedene predelave odpadkov po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	60
Preglednica 29: primerjava rezultatov izvedene predelave odpadkov po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	62
Preglednica 30: količina recikliranih odpadkov po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	63
Preglednica 31: delež odpadkov v postopku predelave po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	64
Preglednica 32: Količine porabe energije za predelavo po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	65
Preglednica 33: poraba vode po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	66
Preglednica 34: stroški in koristi po posameznem tehnološkem konceptu predelave.....	67

Kazalo slik

Slika 1: Hierarhija ravnanja z odpadki (MOPE).....	6
Slika 2: Glavni elementi strategije EU za plastiko	9
Slika 3: Cilji recikliranja in odlaganja na odlagališčih, določeni v direktivah EU.....	10
Slika 4: osnovna delitev plastike	14
Slika 5: grafični prikaz postopkov obdelave odpadka s št. 02 01 04	22
Slika 6: grafični prikaz postopkov obdelave odpadka s št. 07 02 13	25
Slika 7: grafični prikaz postopkov obdelave odpadka s št. 15 02 01	28
Slika 8: grafični prikaz postopkov obdelave odpadka s št. 19 12 04	31
Slika 9: lokacija obrata PLASTA d.o.o.	33
Slika 10: prikaz lokacije prostora za predelavo v sklopu obrata PLASTA d.o.o. z okolico	34
Slika 11: Prikaz razdelitve območja obrata PLASTA na posamezne proizvodne dele.....	35
Slika 12: Prikaz elementov proizvodnega dela "Regeneracija".....	36
Slika 13: Shematki prikaz sklopov linije za izdelavo polietilenskega granulata iz odpadne PE-folije EREMA	38
Slika 14: primerjava rezultatov predelave za odpadek s št. 02 01 04.....	55
Slika 15: primerjava rezultatov predelave za odpadek s št. 07 02 13.....	56
Slika 16: primerjava rezultatov za odpadek s št. 15 01 02	57
Slika 17: primerjava rezultatov za odpadek s št. 19 12 04	59
Slika 18: primerjava vhodnih količin odpadkov in pridobljenega PE granulata na koncu postopka predelave	61
Slika 19: primerjava deleža izločenih odpadkov pri posameznem konceptu predelave.....	62
Slika 20: primerjava deleža recikliranih odpadkov pri posameznem konceptu predelave.....	63
Slika 21: primerjava deleža odpadkov v postopku predelave pri posameznem konceptu predelave	64
Slika 22: poraba energije za predelavo odpadkov pri posameznem konceptu predelave.....	65
Slika 23: poraba vode pri posameznem konceptu predelave.....	66
Slika 24: stroški in koristi pri posameznem konceptu predelave	67

1 UVOD

Plastika je skupno ime za vrsto sintetičnih in pol-sintetičnih materialov, katere se pridobi s polimerizacijo organskih ogljikovih spojin. Plastika je material, ki je prisoten na domala vseh področjih rabe v vsakdanjem življenju. Plastika se uporablja za embalažo, transport, kot material v gradbeništvu, tekstilni industriji, avtomobilski industriji, kmetijstvu in drugih področjih. Glavna lastnost plastike je, da se enostavno oblikuje in da jo lahko obremenimo čez mejo plastične deformacije pod določenimi pogoji. Z izrazom plastika opredelimo številne materiale, ki se razlikujejo v strukturi, lastnostih in sestavi. Poznamo tri velike skupine plastičnih materialov, ki se med sabo razlikujejo, to so: termoplasti, duraplasi in elastomeri. Termoplastične mase so danes v svetu pa tudi pri nas najbolj razširjene. Njihova prednost pred ostalimi je reciklaža, kar z drugimi besedami pomeni možnost večkratne predelave (Pintarič T. 2017).

Široko področje uporabe plastike ima za posledico tudi nastajanje odpadkov. Odpadki namreč nastanejo takrat, ko jih imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči. Uporaba plastike torej neizbežno pomeni tudi nastajanje odpadkov.

Po vsem svetu je bilo leta 2015 približno 55 % plastičnih odpadkov še vedno odloženih na odlagališčih ali odvrženih v naravi (Hannah R. in Max R. 2018). V EU se za odstranjevanje večine plastičnih odpadkov še vedno opiramo na odlagališča ali sežiganje. Količina odpadkov iz plastike se je v obdobju zadnjega četrta stoletja močno povečala in na ravni Evropske unije dosega količino nad 25 mio ton na leto, od katerih se manj kot 30 % zbere za recikliranje (SLOGA, 2018). Evropska komisija je zato v letu 2018 za lažji prehod na krožno gospodarstvo sprejela vseevropsko strategijo za plastične odpadke. Strategija naj bi varovala okolje pred onesnaževanjem s plastiko ter spodbujala rast reciklaže in inovacije. V cilju tega Evropska strategija za plastiko na proizvajalce plastičnih mas prelaga odgovornost in jih poziva, da se sami zavežejo k spremembi proizvodnje plastičnih izdelkov na način, da se jih bo dalo reciklirati (EK, 2018).

Aktualni statistični podatki kažejo, da v Republiki Sloveniji letno nastane okrog 60.000 ton odpadkov iz plastike. V letu 2019 je bilo v Slovenijo uvoženih tudi okoli 98.000 ton odpadkov iz plastike, kar je več, kot jih je v tem letu nastalo v Sloveniji. Odpadki iz plastike so predstavljali 9 % vseh v tem letu uvoženih odpadkov. Uvoz odpadkov iz plastike se je v obdobju 2009–2019 povečal za skoraj petkrat. Od vseh v Sloveniji nastalih in v Slovenijo uvoženih odpadkov iz plastike je bilo v letu 2019 recikliranih 37 % odpadkov iz plastike. Pri tem je bilo kar 35 % odpadkov izvoženih. V letu 2019 se je iz Slovenije izvozilo skoraj 59.000 ton odpadkov iz plastike. V tem letu je bilo torej izvoženih skoraj pol manj odpadkov iz plastike, kot jih je bilo uvoženih. Delež izvoženih odpadkov iz plastike od vseh v tem letu izvoženih odpadkov je bil 5 % (Program ravnanja z odpadki, 2022).

Upoštevajoč statistične podatke je delež recikliranja plastičnih odpadkov v Sloveniji primerljiv z ravno EU. Privzamemo, da se v Sloveniji okoli 35 % tovrstnih odpadkov reciklira. To kaže, da so postopki recikliranja prisotni tudi pri nas. Vendar je treba upoštevati, da se v delež recikliranih odpadkov iz plastike vključuje tudi količina uvoženih odpadkov iz plastike iz tujine. Pri tem pa se pojavi vprašanje o učinkih in rezultatih recikliranja odpadkov iz plastike, kar vodi v razmišljanje ali se reciklirajo samo tisti odpadki, ki predstavljajo ekonomsko korist oz. ali se reciklira samo tisti del odpadkov, ki ga je možno ponovno uporabiti na način da so pridobljeni produkti enakovredni osnovnim izdelkom tako po kakovosti kot po stroških proizvodnje.

Nastajanje plastičnih odpadkov je zaradi vsesplošne prisotnosti plastičnih snovi skoraj neizbežno. Tako je pričakovati, da bodo odpadki iz plastike nastajali tudi v prihodnje. Plastika kot snov se deli na več tipov plastike. Vsaka vrsta plastike ima svoje lastnosti in temu je prilagojena tudi možnost uporabe ter nadaljnjega ravnanja po tem, ko ta pristane med odpadki. Ko plastični materiali pristanejo med odpadki je zato pomembno njihovo prepoznavanje z namenom pravilnega razvrščanja in oddaje v ustrezen postopek nadaljnjega ravnanja. Določene vrste plastike imajo namreč visoko možnost za večkratno predelavo in ponovno uporabo.

Termoplastične mase so skupina plastike, ki omogoča prej navedeno možnost večkratne predelave in ponovne uporabe. Njihova prednost pred ostalimi je reciklaža, kar z drugimi besedami pomeni možnost večkratne predelave. Podskupina termoplastičnih mas je polietilen (PE), ki spada med najpogosteje uporabljene tipe plastike in je prisoten v domala vseh sektorjih (Pintarič T. 2017).

Glede na dejstvo, da gre v primeru odpadkov iz polietilenskih materialov za odpadke, ki jih je možno reciklirati z namenom pridobitve surovine za ponovno izdelavo polietilenskih izdelkov, se pričakuje, da je na področju te vrste odpadkov že razvit trg in da ima predelava pozitivne ekonomske in druge družbeno okoljske koristi. Zato se v tem magistrskem delu osredotočim na postopke za predelavo odpadkov iz plastike tipa polietilen (v nadaljevanju tudi PE). Vsebinski poudarek bo na tehnologiji za predelavo odpadnih polietilenskih odpadkov (odpadna PE folija in drugi odpadni PE materiali) na liniji za izdelavo polietilenskega granulata, ki omogoča ponovno uporabo v tehnoloških postopkih izdelave polietilenskih folij.

V analitično raziskovalnem delu je poudarek na primerjavi rezultatov in učinkovitosti predelave polietilenskih odpadkov za dva tehnološka koncepta, in sicer:

- Koncept A: postopek predelave na liniji, ki vključuje predhodni postopek pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.
- Koncept B: postopek predelave na liniji brez pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

1.1 NAMEN IN CILJI MAGISTRSKEGA DELA

Namen magistrskega dela je primerjava tehnoloških, ekonomskih in ekoloških učinkov recikliranja polietilenskih odpadkov na liniji za izdelavo polietilenskega granulata za različne vrste polietilenskih odpadkov. Analiza učinkov bo usmerjena v razpravo v smislu doseženega deleža recikliranja, količine odpadkov in ostankov v postopku predelave ter koristi postopka predelave izbranih tipov odpadkov iz polietilenskih materialov.

Cilji magistrskega dela:

- raziskati področje nastajanja in predelave odpadkov iz plastike na področju Slovenije;
- spoznati tehnologijo za predelavo polietilenskih odpadkov;
- raziskati učinke predelave polietilenskih odpadkov z različnimi pristopi;
- ugotoviti in oceniti učinke različnih pristopov predelave polietilenskih odpadkov.

Specifični cilj magistrskega dela je oceniti učinkovitosti predelave polietilenskih odpadkov za:

- Koncept A: postopek predelave na liniji, ki vključuje predhodni postopek pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.
- Koncept B: postopek predelave na liniji brez pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

1.2 HIPOTEZE

Hipoteza, ki jo želim preveriti z vsebino magistrskega dela je:

- Postopek predelave polietilenskih odpadkov na liniji za pridobitev polietilenskih granulotov je omejen samo za ožji del odpadkov iz plastike in upravičenost predelave je pogojena s čistostjo odpadkov, ki vstopajo v postopek predelave. Navedeno ima bistven vpliv na obseg uvoza tovrstnih odpadkov iz tujine.

Trditve pred izdelavo magistrskega dela s katerimi preverim zgoraj zastavljeno hipotezo:

- H₁: tehnološki koncept brez postopka predhodnega pranja ima višji delež pridobljenega polietilenskega granulata.
- H₂: tehnološki koncept brez postopka predhodnega pranja ima omejitve glede sprejema odpadkov v predelavo in vpliva na delež recikliranih odpadkov.
- H₃: tehnološki koncept s postopkom predhodnega pranja nudi možnost za sprejem večje količine odpadkov, vendar so izkoristki končnega recikliranja manjši.
- H₄: kombinacija postopkov nudi optimalne učinke, vendar je to pogojeno s potrebnimi vložki in oceno ekonomičnosti izvedbe takega postopka.

2 METODE DELA

Magistrsko delo je sestavljeno iz teoretičnega in raziskovalnega dela. V okviru teoretičnega dela temelji na sledečih pristopih:

- deskriptivna metoda;
- obdelava statističnih podatkov;
- telefonsko anketiranje imetnikov okoljevarstvenih dovoljenj.

Deskriptivna metoda

Pri izdelavi magistrskega dela smo v začetni fazi raziskovanja uporabili deskriptivno metodo dela za pregled domačih in tujih virov ter literature. Pregledali smo stanje na področju nastajanja plastičnih odpadkov ter literaturo za opredelitev osnovnih lastnosti tipa plastike polietilen (PE).

Obdelava statističnih podatkov

S pomočjo statističnih podatkov SURS in pridobljenih podatkov od pristojnega Ministrstva za varstvo okolja ter objavljenih podatkov o obdelavi odpadkov smo naredili analizo stanja na področju nastajanja in predelave plastičnih odpadkov. Pri obdelavi statističnih podatkov smo se omejili na leti 2021 in 2022.

Odpadki iz polietilenskih materialov nimajo posebej določene številke odpadka v seznamu odpadkov. Tako ni možno določiti ene številke odpadka samo za odpadke iz polietilenskih materialov. Izhajajoč iz pregleda številke seznama odpadkov se lahko odpadki iz polietilenskega materiala pojavljajo v različnih skupinah, ki so povezane s sektorji, v katerih ti odpadki nastajajo. Za obdelavo vseh podatkov smo privzeli, da so prevladujoči tipi odpadkov iz polietilenskega materiala uvrščeni znotraj sledečih vrst odpadkov:

- 02 01 04 – Odpadna plastika (razen odpadne embalaže);
- 07 02 13 – Odpadna plastika;
- 15 01 02 – Plastična embalaža;
- 19 12 04 – Plastika in guma.

Tako smo vse statistične podatke in obravnavo podatkov omejili na pregled podatkov na zgoraj navedene štiri vrste odpadkov.

Telefonsko anketiranje

Telefonsko anketiranje imetnikov okoljevarstvenih dovoljenj smo izvedli z namenom pridobitve informacij glede imetnikov okoljevarstvenih dovoljenj, ki izvajajo postopek predelave s kodo R3 in imajo dovoljenje za predelavo zgoraj navedenih številke odpadkov.

Raziskovalni del

Raziskovalni del je vključeval analitično raziskavo učinkov predelave polietilenskih odpadkov v polietilenski granulati. Analiza z namenom pridobitve rezultatov za pregled učinkov in primerjavo izbranih tehnoloških konceptov (koncept A in koncept B) je bila izvedena v obratu podjetja PLASTA, d. o. o., kjer smo izvedli postopek predelave za izbrane štiri vrste odpadkov. Predelava in ciljno spremljanje učinkov sta bila izvedena v obdobju od 28. 1. 2022 do 7. 2. 2022. Predelava je bila prilagojena stanju in razpoložljivosti linije za izdelavo polietilenskega granulata, tako da ni bil oviran proizvodni proces podjetja. Na podlagi zajetih podatkov je bila izvedena analiza učinkov glede na izbrane kazalnike, katerim smo sledili tekom praktičnega raziskovalnega dela.

3 OPREDELITEV KLJUČNIH IZHODIŠČ

3.1 ODPADKI IN OSNOVNA NAČELA RAVNANJA Z ODPADKI

Opredelitev odpadka je eden od ključnih pojmov v predpisih Evropske skupnosti o odpadkih. Ustrezna opredelitev pojma določa, kaj spada med odpadke in kaj se uvršča na področje uporabe predpisov o ravnanju z odpadki. Hitra analiza pokaže, da je pojem nespremenjen že od prve Direktive 75/442/EGS o odpadkih. V nacionalno zakonodajo Republike Slovenije je prenesen z Zakonom o varstvu okolja (ZVO-2). V skladu z 7. točko, 3. člena ZVO-2 je osnovna definicija odpadka naslednja: »Odpadek je snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči.«

V literaturi in medmrežju se pojavljajo različna tolmačenja in definicije odpadka. Zato uporabimo razširjeno definicijo opredelitve pojma odpadek: »Odpadek je snov ali predmet, razvrščen v eno od skupin odpadkov, določenih v seznamu odpadkov (Sklep Komisije z dne 18. decembra 2014 o spremembi Odločbe Komisije 2000/532/ES o seznamu odpadkov v skladu z Direktivo 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta), ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči« (SURS, 2023). /19/

Osnovna načela ravnanja z odpadki v Republiki Sloveniji opredeljuje krovni Zakon o varstvu okolja (ZVO-2) in Uredba o odpadkih (Ur. l. RS, št. 77/2022 in 113/2023)¹.

S ciljem zagotavljanja varstva okolja in varstva ljudi je treba pri nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi izvajati ukrepe za preprečevanje ali zmanjševanje nastajanja odpadkov, škodljive vplive nastajanja odpadkov in ravnanje z odpadki ter z zmanjševanjem celotnega vpliva uporabe virov in izboljšanjem učinkovitosti take uporabe omogočiti prehod na krožno gospodarstvo in zagotoviti dolgoročno konkurenčnost EU (22. člen, ZVO-2).

Pravila pri nastajanju in ravnanju z odpadki (24. člen, ZVO-2):

- Izvirni povzročitelj² odpadkov ali drug imetnik odpadkov mora upoštevati vsa pravila ravnanja z odpadki, določena z ZVO-2 in predpisih, izdanih na njegovi podlagi. Pravila so določena s ciljem preprečevanja nastajanja odpadkov in zagotavljanja njihove predelave ali odstranjevanja, če predelava odpadkov ni mogoča.
- Izvirni povzročitelj odpadkov ali drug imetnik odpadkov mora z odpadki ravnati tako, da je omogočeno nadaljnje ravnanje z njimi v skladu s hierarhijo ravnanja in na način, da ni ogroženo zdravje ljudi in se ne škodi okolju.
- Odpadke je treba predelati. Predelava odpadkov mora biti izvedena v skladu s hierarhijo ravnanja z odpadki in na način, da ni ogroženo zdravje ljudi in se ne škodi okolju.

Ne glede na zadnjo točko predhodnega odstavka se odpadki lahko odstranijo in ne predelajo, če (4. odstavek, 24. člena ZVO-2):

- stanje tehnike ne omogoča njihove predelave;
- ni možnosti za nadaljnjo uporabo predelanih odpadkov ali njihovih sestavin;
- predelava odpadkov bolj obremenjuje okolje ali zdravje ljudi kot njihovo odstranjevanje;
- so stroški predelave odpadkov nesorazmerno višji od stroškov njihovega odstranjevanja, razen v primeru odstranjevanja odpadkov z odlaganjem.

¹ V nadaljevanju Uredba o odpadkih.

² Izvirni povzročitelj odpadkov je pravna ali fizična oseba, katere delovanje povzroča nastajanje odpadkov.

Odpadke, ki niso predelani, je treba varno odstraniti s postopki, skladnimi z zahtevami. Drugi postopki odstranjevanja odpadkov imajo prednost pred njihovim odstranjevanjem z odlaganjem. /21/

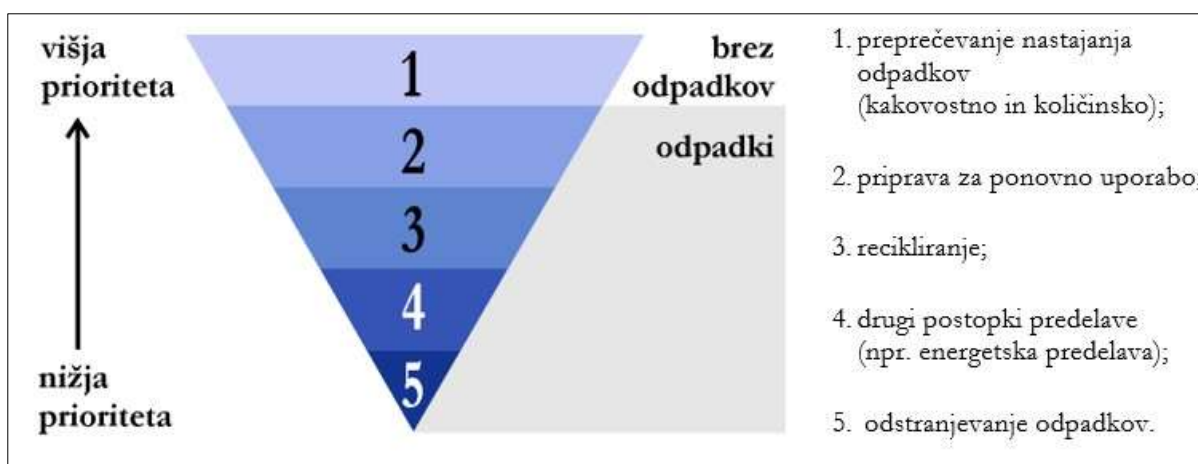
Uredba o odpadkih, ki je sprejeta z namenom varstva okolja in varovanja človekovega zdravja, določa pravila ravnanja in druge pogoje za preprečevanje ali zmanjševanje škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter zmanjševanje celotnega vpliva uporabe naravnih virov in izboljšanje učinkovitosti uporabe naravnih virov. /21/

Ko snov ali predmet postane odpadek, začne zanj veljati zakonodaja s področja ravnanja z odpadki. V Sloveniji na tem področju sledimo temeljnim evropskim usmeritvam, katerih skupni cilj je, da se prepreči nastajanje odpadkov ali pa zmanjša količina odpadkov.

Pri nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi se kot prednostni vrstni red upošteva hierarhija ravnanja z odpadki, kot je opredeljena v okvirni Direktivi o odpadkih iz leta 2008. Kot prednostni vrstni red se tudi v Sloveniji upošteva naslednja hierarhija ravnanja z odpadki (9. člen Uredbe o odpadkih):

1. preprečevanje nastajanja odpadkov;
2. priprava odpadkov za ponovno uporabo;
3. recikliranje odpadkov;
4. drugi postopki predelave odpadkov (npr. energetska predelava) in
5. odstranjevanje odpadkov.

Hierarhija ravnanja z odpadki se kot prednostni vrstni red upošteva pri nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi. Odstopanje od prednostnega vrstnega reda hierarhije ravnanja z odpadki je ob upoštevanju celotnega življenjskega kroga snovi in materialov, celostnih vplivov nastajanja takih odpadkov in ravnanja z njimi, splošnih okoljskih, ekonomskih, družbenih vplivov in vplivov na zdravje ljudi ter ob upoštevanju varovanja virov, tehnične izvedljivosti in ekonomske smiselnosti mogoče le za posamezne tokove odpadkov, za katere je tako določeno s posebnimi predpisi.



Slika 1: Hierarhija ravnanja z odpadki (MOPE)

Vir: MOPE, Ravnanje z odpadki, 2022.

Kot izhaja iz zgornjega prikaza bi moralo biti temeljno vodilo ravnanja z odpadki v vseh sektorjih preprečevanje nastajanja odpadkov.

Ukrepi za preprečevanje odpadkov

Ukrepi za preprečevanje odpadkov se delijo glede na vpliv na (MOPE, Ravnanje z odpadki):

- ukrepe, ki lahko vplivajo na okvirne pogoje, povezane z nastajanjem odpadkov;
- ukrepe, ki lahko vplivajo na faze zasnove, proizvodnje in distribucije;
- ukrepe, ki lahko vplivajo na fazo potrošnje in uporabe.

Ukrepi, ki lahko vplivajo na okvirne pogoje, povezane z nastajanjem odpadkov, so naslednji:

- uporaba ukrepov načrtovanja ali drugih ekonomskih instrumentov, ki spodbujajo učinkovito rabo virov;
- spodbujanje raziskav in razvoja na področju doseganja čistejših in manj potratnih proizvodov in tehnologij ter širjenje in uporaba rezultatov takih raziskav in razvoja;
- oblikovanje učinkovitih in pomembnih kazalnikov obremenitev okolja, povezanih z nastajanjem odpadkov, katerih namen je prispevati k preprečevanju nastajanja odpadkov na vseh ravneh, od primerjave proizvodov na ravni Skupnosti prek ukrepanja lokalnih organov do nacionalnih ukrepov (MOPE, Ravnanje z odpadki).

Ukrepi, ki lahko vplivajo na faze zasnove, proizvodnje in distribucije, so:

- spodbujanje okoljsko primerne zasnove (sistematična vključitev okoljskih vidikov v zasnovo proizvoda z namenom, da se izboljša okoljska učinkovitost proizvoda v njegovem celotnem življenjskem krogu);
- zagotavljanje informacij o tehnikah preprečevanja nastajanja odpadkov z namenom olajšati izvajanje najboljših razpoložljivih tehnik v industriji;
- organizacija usposabljanja pristojnih organov v zvezi z vključitvijo zahtev za preprečevanje nastajanja odpadkov v dovoljenja skladno z Direktivo 2008/98/ES o odpadkih in Direktivo 2010/75/EU o industrijskih emisijah;
- vključitev ukrepov za preprečevanje nastajanja odpadkov v napravah, ki ne spadajo v okvir Direktive 2010/75/EU o industrijskih emisijah. Taki ukrepi po potrebi lahko vključujejo ocene ali načrte preprečevanja nastajanja odpadkov;
- uporaba kampanj za ozaveščanje ali zagotavljanje finančne pomoči, pomoči pri odločanju ali druge pomoči podjetjem. Taki ukrepi so verjetno posebno učinkoviti, kadar so usmerjeni v majhna in srednje velika podjetja ter so jim prilagojeni in delujejo prek vzpostavljenih poslovnih omrežij;
- uporaba prostovoljnih dogovorov, združenj potrošnikov/proizvajalcev ali sektorskih pogajanj, da ustrezna podjetja ali industrijski sektorji določijo lastne načrte ali cilje za preprečevanje nastajanja odpadkov ali izboljšajo potratne proizvode ali embalažo;
- spodbujanje verodostojnih sistemov za ravnanje z okoljem, vključno z EMAS in ISO14001 (MOPE, Ravnanje z odpadki).

Ukrepi, ki lahko vplivajo na fazo potrošnje in uporabe, so naslednji:

- ekonomski instrumenti, kakršni so spodbude za čiste nakupe ali uvedba obveznega plačila potrošnikov za dani izdelek ali enoto embalaže, ki bi bila sicer zagotovljena brezplačno;
- uporaba kampanj za ozaveščanje in obveščanje širše javnosti ali določene skupine potrošnikov;
- spodbujanje verodostojnih znakov za okolje;
- Dogovori z industrijo, na primer uporaba združenj proizvodov, kot so tisti, ki se izvajajo v okviru integriranih politik do proizvodov, ali s prodajalci na drobno o razpoložljivosti informacij o preprečevanju nastajanja odpadkov in proizvodih, ki na okolje vplivajo manj škodljivo;

- v okviru javnih in zasebnih naročil vključitev okoljskih zahtev in meril za preprečevanje nastajanja odpadkov, kakršne določa priročnik »Kupujte zeleno!«, ki ga je leta 2011 izdala Evropska komisija, oziroma njegova posodobljena različica iz leta 2016;
- spodbujanje ponovne uporabe in/ali popravila ustreznih odvrženih proizvodov ali njihovih delov, zlasti z uporabo izobraževalnih, ekonomskih, logističnih ali drugih ukrepov, kot so denimo podpora pooblaščenim centrom in mrežam za popravilo in ponovno uporabo ali vzpostavitev takih centrov in mrež predvsem v gosto naseljenih regijah (MOPE, Ravnanje z odpadki).

Krožno gospodarstvo in strategija za plastiko

S prehodom na krožno gospodarstvo se preusmerjamo na ponovno uporabo, popravila, obnovo in recikliranje obstoječih surovin in proizvodov. Kar je nekoč veljalo za »odpadek«, lahko postane vir. Za krožno gospodarstvo je značilno, da so že od vsega začetka vsi materiali in izdelki zasnovani tako, da čim dlje v svojem življenjskem krogu ohranjajo vrednost in so v uporabi ter čim pozneje ali nikoli ne postanejo odpadki (MOPE, Ravnanje z odpadki).

Evropska komisija je januarja 2018 sprejela strategijo za plastiko kot del prehoda na bolj krožno gospodarstvo in prispevek k doseganju ciljev trajnostnega razvoja OZN. Komisija meni, da sta zeleni dogovor in novi akcijski načrt za krožno gospodarstvo prispevala k nadaljnjemu razvoju politike glede plastike.

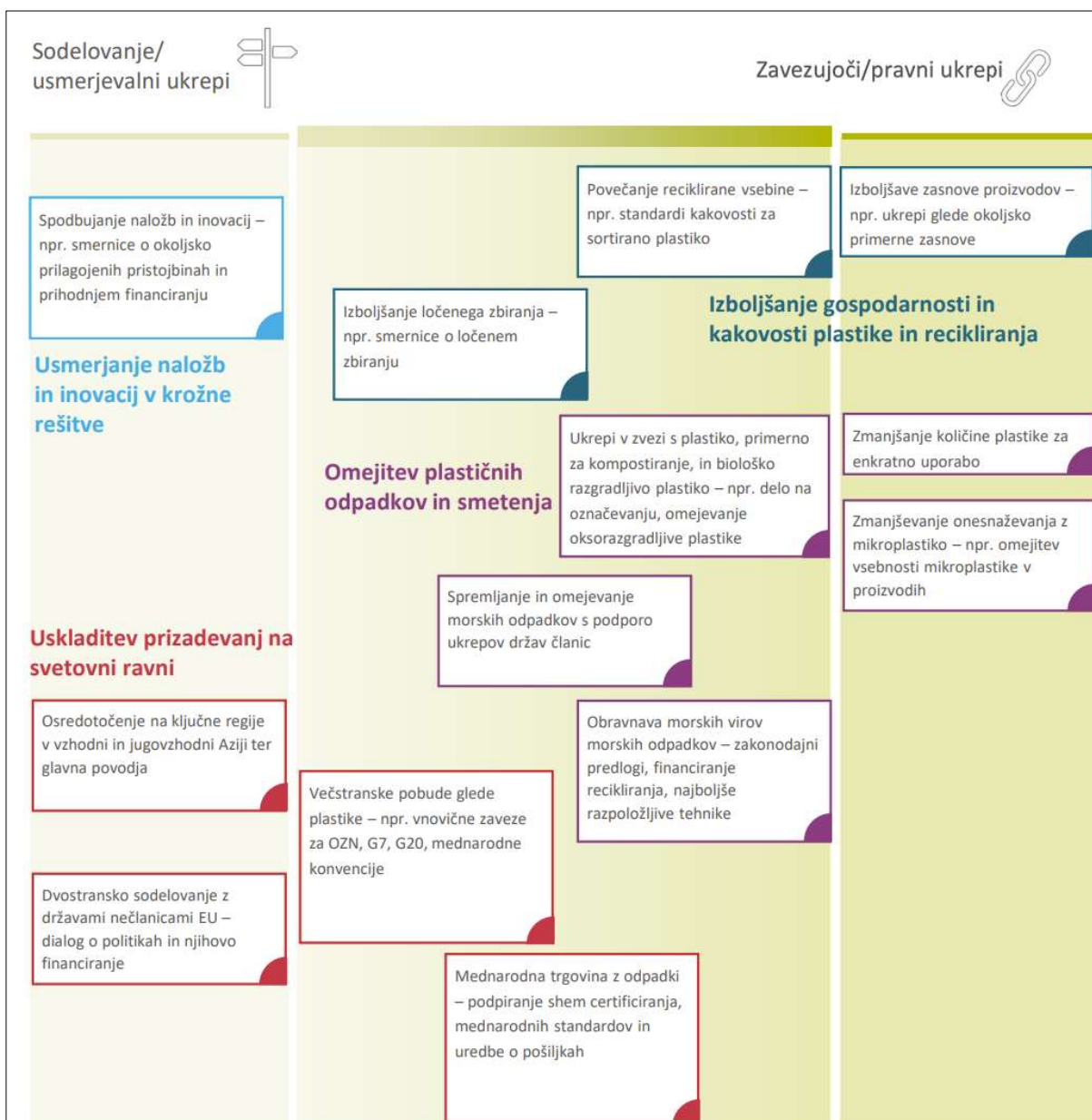
Strategija za plastiko, ki je bila sprejeta v letu 2018, naj bi spremenila način zasnove, proizvodnje, uporabe in reciklaže proizvodov v EU. Plastika se prepogosto proizvaja, uporablja in odlaga na način, ki ne izkorišča gospodarskih prednosti bolj krožnega pristopa. To škoduje okolju. Naš namen je varovati okolje in obenem položiti temelje za novo gospodarstvo na področju plastike, v katerem bi zasnova in proizvodnja v celoti upoštevali potrebe po ponovni uporabi, popravilu in reciklaži ter v katerem bi se razvijali bolj trajnostni materiali (Strategija za plastiko, 2018).

Evropa ima najboljše izhodišče za prevzem vodilnega položaja pri tem prehodu. Ta pristop bo prinesel nove priložnosti za inovacije, konkurenčnost in ustvarjanje delovnih mest. Komisija je s strategijo za plastiko sprejela okvir za spremljanje, ki ga sestavlja deset ključnih kazalnikov, ki obsegajo vse faze življenjskega cikla in bodo merilo za napredek pri prizadevanjih za prehod na krožno gospodarstvo na ravni EU in nacionalni ravni (EK, Plastični odpadki, 2018).

Evropska unija naj bi na podlagi nove strategije (EK, Plastični odpadki, 2018):

- dosegla, da bo reciklaža koristna za podjetja;
- omejila količino plastičnih odpadkov;
- zaustavila onesnaževanje na morju;
- spodbujala naložbe in inovacije;
- spodbudila spremembe po vsem svetu.

Namen strategije je obravnavati vse sektorje, v katerih se ustvarjajo plastični odpadki, z uporabo predpisov EU ter prostovoljnih ukrepov in standardov. Namen strategije za plastiko je tudi okrepiti uporabo ključnih konceptov ravnanja z odpadki za plastične odpadke: načelo »onesnaževalec plača«, hierarhija ravnanja z odpadki in prenehanje statusa odpadka (Ukrepi EU za reševanje problema plastičnih odpadkov, 2020).



Slika 2: Glavni elementi strategije EU za plastiko

Vir: Ukrepi EU za reševanje problema plastičnih odpadkov, 2020

Z namenom doseganja zastavljenih ciljev so bili na ravni Evropske unije spremenjeni tudi prejšnji cilji recikliranja odpadne plastične embalaže. Na podlagi posodobitve direktiv o odpadkih, konkretno z Direktivo 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži je bil prvotni cilj iz 22,5 % povečan na 50 % do leta 2025 ter 55 % do leta 2030. Države članice lahko cilje dosežejo s katerimi koli sredstvi, ki se jim zdijo primerna. Na spodnji sliki so prikazani cilji, določeni v direktivah o odpadkih, po vrstah odpadkov za leta 2025, 2030 in 2035.

V Direktivi 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži so določeni tudi drugi ukrepi za lažje doseganje povečanih ciljev glede recikliranja. Ti ukrepi zajemajo ločeno zbiranje, razširjeno odgovornost proizvajalca, ekonomske instrumente in načrte ravnanja z odpadki (Ukrepi EU za reševanje problema plastičnih odpadkov, 2020).

Vrsta odpadkov	Pravna podlaga	do leta 2025	do leta 2030	do leta 2035
Komunalni odpadki, pripravljeni za ponovno uporabo ali recikliranje	Okvirna direktiva 98/2008/ES o odpadkih	55 %	60 %	65 %
Odlaganje komunalnih odpadkov na odlagališčih	Direktiva 1999/31/ES o odlaganju odpadkov na odlagališčih	–	–	Ne več kot 10 %
Recikliranje vse odpadne embalaže	Direktiva 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži	65 %	70 %	–
Recikliranje odpadne plastične embalaže	Direktiva 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži	50 %	55 %	–

Slika 3: Cilji recikliranja in odlaganja na odlagališčih, določeni v direktivah EU

Vir: Evropsko računsko sodišče na podlagi posodobitve direktiv o odpadkih leta 2018

Strošek obremenjevanja okolja nosi povzročitelj

Najstarejše okoljsko načelo plačila za obremenjevanje določa, da povzročitelj obremenitve krije vse stroške predpisanih ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje onesnaževanja ter tveganja za okolje, rabo okolja ter odpravo posledic obremenjevanja okolja, vključno s stroški izvedbe preprečevalnih in sanacijskih ukrepov v primeru okoljske škode.

Za namene preprečevanja odpadkov, vključno s ponovno uporabo proizvodov ter pripravo za ponovno uporabo, recikliranje in drugih načinov predelave odpadkov, ki nastanejo po uporabi določenih proizvodov, se lahko za proizvajalca takih proizvodov predpiše proizvajalčeva razširjena odgovornost. Ta določa njegove obveznosti skozi celoten življenjski cikel proizvoda, pri čemer so uporabnikom najbolj znane tiste po izteku rabe proizvoda. Ravnanje z odpadki v okviru proizvajalčeve razširjene odgovornosti je trenutno uveljavljeno za naslednje masne tokove odpadkov: embalažo, električno in elektronsko opremo, prenosne baterije in akumulatorje, nagrobne sveče, fitofarmaceutska sredstva, ki vsebujejo nevarne snovi, in zdravila ter za izrabljene gume in vozila (MOPE, Odpadki). /18/

Na območju R. Slovenije je z Uredbo o embalaži in odpadni embalaži (Uradni list RS, št. 54/21, 208/21, 44/22 – ZVO-2 in 120/22) določena proizvajalčeva razširjena odgovornost. Sistem proizvajalčeve razširjene odgovornosti (sistem PRO) je sklop predpisanih ukrepov, ki zagotavljajo, da proizvajalci embalaže nosijo finančno in organizacijsko odgovornost za ravnanje z odpadno embalažo. To se nanaša tudi za odpadno plastično embalažo.

Ravnanje z odpadki in recikliranje odpadkov

Glede na predhodno vsebino je najbolj zaželen način ravnanja z odpadki preprečiti, da odpadki sploh nastanejo. Preprečevanje odpadkov so ukrepi, ki se sprejmejo, preden snov, material ali proizvod postane odpadek, in s katerimi se zmanjšajo:

- količina odpadkov, vključno s ponovno uporabo proizvodov ali podaljšanjem njihove življenjske dobe;
- škodljivi vplivi nastalih odpadkov na okolje in človekovo zdravje ali
- vsebnost nevarnih snovi v materialih in proizvodih.

Spodbujanje trajnostnega gospodarjenja z naravnimi viri in njihovo učinkovito rabo, predvsem s podporo prehodu v tako imenovano krožno gospodarstvo, je ključno pri ravnanju z odpadki. Tako preprečevanje nastajanja odpadkov kot tudi priprava za ponovno uporabo in recikliranje omogočata proizvodnjo izdelkov iz že uporabljenih virov, kar pomembno zmanjša potrebo po naravnih virih. Posledično se v določenem obsegu zmanjšajo tudi raba energije in dodatni vplivi na okolje. Za prehod na strategijo krožnega ravnanja z viri so potrebne celovite spremembe, ki vključujejo celoten življenjski cikel izdelka, vključno z njegovo zasnovo in izbiro materiala, ne samo faze po prenehanju njegove uporabe (MOPE, Odpadki). /18/

Ko snov ali predmet postane odpadek, začne zanj veljati zakonodaja s področja ravnanja z odpadki. V Sloveniji sledimo na tem področju temeljnim evropskim usmeritvam, katerih skupni cilj je, da preprečijo nastajanje odpadkov ali pa zmanjšajo količino obstoječih. Pri nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi se kot prednostni vrstni red upošteva hierarhija ravnanja z odpadki: preprečevanje odpadkov, priprava za ponovno uporabo, recikliranje, drugi postopki predelave (na primer energetska predelava) in odstranjevanje. Za učinkovito in lažjo izpeljavo vseh teh procesov je nujno, da odpadke pravilno ločujemo že na mestu njihovega nastanka. Pri ravnanju z odpadki se poleg okoljskega vidika upošteva tudi ekonomska upravičenost procesov (MOPE, Odpadki). /18/

Dejstvo je, da odpadki nastajajo in da bodo nastajali tudi v prihodnje. Popolni ukrepi, da odpadki ne bi nastajali, niso izvedljivi. Zato je treba pri ravnanju z odpadki zasledovati tudi druge elemente hierarhije ravnanja in z odpadki ravnati tako, da je omogočena ponovna uporaba in recikliranje.

Recikliranje odpadkov je postopek predelave odpadkov, v katerem se odpadni materiali predelajo v proizvode, materiale ali snovi za prvotni namen ali druge namene ter vključuje tudi predelavo organskih snovi. Ne vključuje pa energetske predelave odpadkov in postopkov predelave odpadkov v materiale, ki se bodo uporabili kot gorivo ali za zasipanje z odpadki. V smislu tematike tega magistrskega dela se osredotočimo na postopek recikliranja odpadkov (ZVO-2).

Omogočeno nadaljnje ravnanje z odpadki v skladu z zahtevami iz hierarhije ravnanja z odpadki je splošno razširjeno vodilo, ki bi ga morali zasledovati na vseh ravneh. Z odpadki je treba ravnati tako, da ni ogroženo človekovo zdravje in se ne škodi okolju ter da ravnanje:

- ne predstavlja tveganja za vode, zrak, tla, rastline in živali;
- ne povzroča čezmernega obremenjevanja s hrupom in neprijetnimi vonjavami;
- ne povzroča škodljivih vplivov na območja ohranjanja narave ali na območja z režimi za varovanje virov pitne vode in
- ne povzroča škodljivih vplivov na krajino ali kulturno dediščino.

Ravnanje z odpadki zajema zbiranje, prevažanje, predelavo in odstranjevanje odpadkov, vključno z nadzorom tega ravnanja. Učinkovito ravnanje z odpadki lahko bistveno prispeva k učinkoviti rabi virov in ti so bistveni za zadovoljevanje potreb človeške družbe in zagotavljanje njenega nadaljnjega razvoja. Odpadek je treba zaradi varstva okolja ali druge javne koristi prepustiti v zbiranje, oddati v predelavo ali odstranjevanje, prevažati, predelati ali odstraniti na predpisan način.

Da razumemo način ravnanja z odpadki je ključno pravilno razvrščanje odpadkov na izvoru oz. pri povzročitelju odpadkov.

3.2 RAZVRŠČANJE ODPADKOV

Glede na lastnosti odpadkov se ti v grobem delijo na nevarne in nenevarne odpadke. Iz vidika ravnanja z odpadki je priporočilo in zahteva, da se:

- z odpadkom ravna kot z nenevarnim odpadkom, če je odpadek na seznamu odpadkov uvrščen med nenevarne odpadke;
- z odpadkom ravna kot z nevarnim odpadkom, če je odpadek na seznamu odpadkov uvrščen med nevarne odpadke.

Ustrezna razvrstitev odpadka oz. določitev ustrezne številke odpadku je odgovornost povzročitelja odpadkov. Seznam odpadkov je ključni dokument za razvrščanje odpadkov v posamezne kategorije odpadkov. Razvrstitev v skladu s seznamom odpadkov pomeni, da se odpadku dodeli šestmestno številko odpadka, ki predstavlja vrsto odpadka glede na proces, v katerem je odpadek nastal.

Snov ali predmet, uvrščen na seznam odpadkov, je odpadek samo v primeru, če ustreza opredelitvi odpadka glede na definicijo odpadka iz ZVO-2.

Seznam odpadkov je določen v prilogi Odločbe Komisije z dne 3. maja 2000 o nadomestitvi Odločbe 94/3/ES o oblikovanju seznama odpadkov skladno s členom 1(a) Direktive Sveta 75/442/EGS o odpadkih in Odločbe Sveta 94/904/ES o oblikovanju seznama nevarnih odpadkov skladno s členom 1(4) Direktive Sveta 91/689/EGS o nevarnih odpadkih (UL L št. 226 z dne 6. 9. 2000), zadnjič spremenjene s Sklepom Komisije z dne 18. decembra 2014 o spremembi Odločbe Komisije 2000/532/ES o seznamu odpadkov v skladu z Direktivo 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta (UL L št. 370 z dne 30. 12. 2014)³, (4. člen Uredbe o odpadkih).

Številko odpadka mora odpadku dodeliti povzročitelj odpadkov, razen v primeru prepuščanja odpadka, ko mu jo mora dodeliti zbiralec, ki odpadek prevzame. Dodelitev številke odpadka iz seznama odpadkov se izvede po naslednjem postopku (5. člen Uredbe o odpadkih):

- v prilogi Odločbe 2000/532/ES se v poglavjih od 01 do 12 ali od 17 do 20 najprej identificira vir nastanka odpadka oziroma vrsto dejavnosti, pri kateri je odpadek nastal, in nato še ustrezno šestmestno številko odpadka, razen števil, ki se v teh poglavjih končajo z 99;
- če v poglavjih od 01 do 12 ali od 17 do 20 priloge Odločbe 2000/532/ES ni mogoče določiti ustrezne številke odpadka glede na dejavnosti, ki jih izvaja povzročitelj odpadkov ali glede na vir nastajanja odpadka, ki je bil prepuščen zbiralcu, jo je treba poiskati v poglavjih 13, 14 in 15;

³ v nadaljnjem besedilu: Odločba 2000/532/ES.

- če ni ustrezna nobena od številke odpadkov iz 1. in 2. točke tega odstavka, se odpadek poišče v poglavju 16 Priloge Odločbe 2000/532/ES;
- če odpadka ni mogoče uvrstiti v poglavje 16 iz prejšnje točke, se v delu seznama iz Priloge Odločbe 2000/532/ES, ki ustreza dejavnosti iz 1. točke tega odstavka, uporabi številka, ki se konča z 99 (odpadki, ki niso navedeni drugje)⁴.

Odpadek se razvrsti kot nevaren odpadek, če vsebuje nevarne sestavine ali je z njimi onesnažen, zaradi katerih ta odpadek kaže eno ali več nevarnih lastnosti od HP 1 do HP 15 iz Priloge 3, ki je sestavni del Uredbe o odpadkih, pri čemer se poleg meril uporabljajo tudi ostali kriteriji iz 2. točke »Razvrščanje odpadkov kot nevarnih« iz poglavja »Vrednotenje in razvrščanje« iz Priloge Odločbe 2000/532/ES. Odpadki, ki imajo nevarne lastnosti glede na prej navedena določila, so v seznamu odpadkov označeni s šestmestno številko in zvezdico.

Redčenje ali mešanje odpadkov, s čimer se zaradi uvrstitve nevarnega odpadka med nenevarne zniža začetna koncentracija nevarnih snovi pod mejo, pri kateri se odpadek opredeli kot nevaren, je prepovedano.

Povzročitelj odpadkov mora zagotoviti vrednotenje nevarnih lastnosti odpadka, kadar zaradi pomanjkljivih ali negotovih podatkov o procesu izvora odpadka ali narave in oblike odpadka obstaja dvom, ali se odpadek uvršča med nevarne ali nenevarne odpadke. Vrednotenje nevarnih lastnosti odpadka ter vzorčenje odpadka za njihovo ovrednotenje mora opraviti oseba s pridobljeno akreditacijo za vzorčenje odpadkov po SIST EN ISO/IEC 17025.

Odpadku, ki že ima dodeljeno številko odpadka, lahko to številko po enakem postopku, kot je določen za dodelitev številke odpadka, spremeni samo povzročitelj odpadkov ali v primeru prepuščanja odpadka zbiralec, ki mu jo je dodelil.

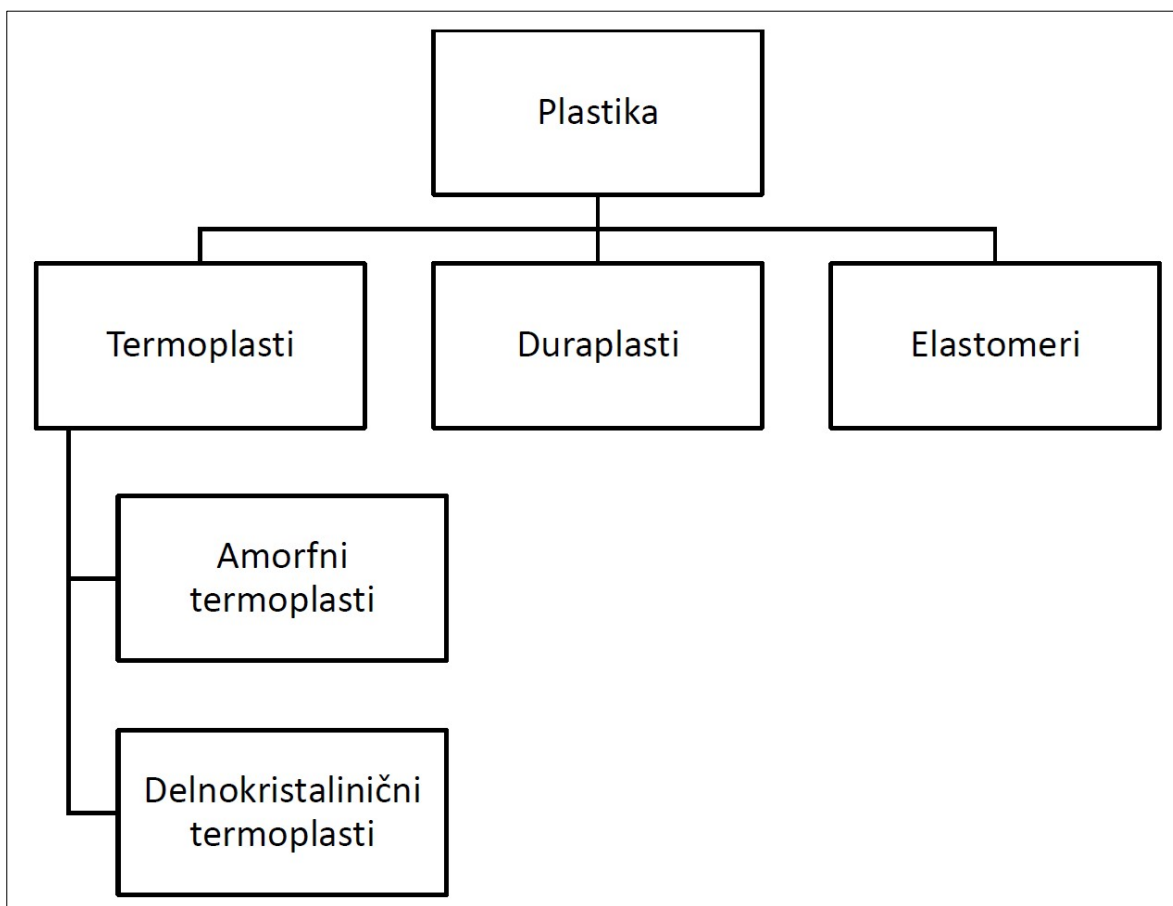
3.3 PLASTIKA IN POLIETILENSKI MATERIALI

Plastika je skupno ime za vrsto sintetičnih in pol-sintetičnih materialov, katere se pridobi s polimerizacijo organskih ogljikovih spojin. Polimerizacija je najbolj razširjen industrijski postopek sinteze termoplastičnih mas. Monomeri tekočih ali plinastih substanc se nalagajo drug na drugega na mestih dvojnih valenc, ki razpadejo. Pri tem se ena valenca porabi za zvezo z drugim monomernim delcem, pri čemer se ne izloča noben stranski produkt (B. Krumpačnik).

Plastika je material, ki je prisoten na domala vseh področjih rabe v vsakdanjem življenju. Izraz »plastika« ni izraz za samo en določen material. Tako kot »kovina« ne more pomeniti samo železo ali aluminij, je »plastika« splošen izraz za številne materiale, ki se razlikujejo v strukturi, lastnostih in sestavi. Lastnosti plastike se razlikujejo tako široko, da se izraz po večini uporablja kot nadomestilo ali dopolnilo za konvencionalne materiale, kot npr. les ali kovina. Skupno vsem plastikam je njihova zgradba iz zelo dolgih molekularnih verig (verižne molekule), ki se med sabo mešajo ali povezujejo. Plastika je material, ki ga sestavljajo organski elementi v makromolekularni sestavi. Ti sestavi so narejeni sintetično ali pa s pretvarjanjem naravnih materialov. Glavna lastnost plastike je, da se enostavno oblikuje in da jo lahko obremenimo čez mejo plastične deformacije pod določenimi pogoji (Pintarič T. 2017).

⁴ Številko odpadka, ki se konča z 99, se lahko dodeli samo tistemu odpadku, ki nima nobene od nevarnih lastnosti.

Poznamo tri velike skupine plastičnih materialov, ki se med sabo razlikujejo. Spodnja slika prikazuje velike skupine plastičnih materialov (Pintarič T. 2017).



Slika 4: Osnovna delitev plastike

Vir: Pintarič T. 2017.

Glede na predmet tega dela se omejimo na prvo skupino plastike, to je termoplaste. S to skupino je namreč povezan tudi postopek nastajanja polietilenskih odpadkov in procesi predelave polietilenskih odpadkov.

Termoplastične mase so danes v svetu pa tudi pri nas najbolj razširjene. Njihova prednost pred ostalimi je možnost večkratne predelave. Termoplaste označujemo s kraticami – velikimi črkami, ki povedo kemično strukturo plastike. Dodatno pa lahko uporabimo še oznake, ki opredelijo njihovo uporabo, polnilo in osnovne lastnosti, kot je npr. gostota ali viskoznost (Pintarič T. 2017).

Primer oznake plastike: (Pintarič T. 2017).

- PE-HD
- Ime plastike: linearni polietilen visoke gostote
- Okrajšava za osnovni polimerni material:
 - PE = polietilen
- Kodne črke za dodatne lastnosti
 - H = prva črka za posebne lastnosti: H = high (visok).
 - D = druga črka za posebne lastnosti D = density (gostota).

Najpogosteje se srečujemo z naslednjimi vrstami termoplastov: PA – poliamid, PP – polipropilen, PE – polietilen, PVC – polivinilklorid, PC – polikarbonat, ABS – akrilonitril butandien stiren, PET – polietilentereftalat, POM – poliacetal ipd.

V nadaljevanju se osredotočimo na termoplaste tipa polietilen (PE).

Polietilen je običajno zmes podobnih polimerov iz etena z različnimi vrednosti n. Kemijska formula polietilena je običajno izražena kot $(C_2H_4)_n$. Polietileni so tipični predstavniki termoplastičnih plastomerov in imajo delno kristalinično strukturo. Pridobivajo se iz etilena po postopku polimerizacije v reaktorju ob prisotnosti katalizatorjev. Etilen je stranski produkt pri pridobivanju naftnih derivatov. /41/

Zaradi relativno enostavne proizvodnje, dostopnosti in možnih načinov uporabe polietilen predstavlja eno izmed najpomembnejših skupin plastičnih materialov. Spada med najpogosteje uporabljene plastike na svetu in je prisoten v številnih industrijah in segmentih. Polietilen (PE) je uporaben povsod v vsakdanjem življenju. /40/

Polietilen (PE) delimo v številne poddružine s svojimi lastnostmi, kar omogoča uporabo v širokem spektru končnih izdelkov: /40/

- LDPE (polietilen nizke gostote): ponuja dobre rezultate tako v postopkih brizganja kot ekstruzije in je v skladu s prehranskimi in farmacevtskimi standardi;
- LLDPE (linearni polietilen nizke gostote): se uporablja v ekstruziji, za pihanje folij, rotomoldingu in brizganju za izdelavo prehranskih embalaž, ogrevalnih cevi, razteznih folij ter kozmetičnih in farmacevtskih cevk;
- HDPE (polietilen visoke gostote): se uporablja za pihane folije, pihanje, brizganje in ekstruzijo.

Glede na možnosti uporabe je polietilen prisoten tudi v sektorju izdelave polietilenskih folij. Polietilenske folije so zelo razširjen material, ki je uporaben na različnih področjih – od nakupovalnih vrečk do različnih industrijskih aplikacij. Največkrat so folije namenjene embaliranju različnih proizvodov, različni uporabi v industriji in za izdelavo vrečk. /42/

4 ODPADKI IZ POLIETILENSKIH MATERIALOV IN RECIKLIRANJE

4.1 RECIKLIRANJE POLIETILENSKIH ODPADKOV

Predelava odpadkov je postopek, katerega glavni rezultat je, da se odpadki koristno uporabijo v obratu, v katerem so bili predelani, ali v drugih gospodarskih dejavnostih, tako da nadomestijo druge materiale, ki bi se sicer uporabili za izpolnitev določene funkcije ali so pripravljene za izpolnitev te funkcije (ZVO-2).

Snovna predelava odpadkov je postopek predelave odpadkov, razen energetske predelave odpadkov in postopkov predelave odpadkov v materiale, ki se bodo uporabili kot gorivo ali druga sredstva za pridobivanje energije. Snovna predelava odpadkov med drugim vključuje pripravo odpadkov za ponovno uporabo, recikliranje odpadkov in zasipanje z odpadki (ZVO-2).

Recikliranje odpadkov je postopek predelave odpadkov, v katerem se odpadni materiali predelajo v proizvode, materiale ali snovi za prvotni namen ali druge namene ter vključuje tudi predelavo organskih snovi. Ne vključuje pa energetske predelave odpadkov in postopkov predelave odpadkov v materiale, ki se bodo uporabili kot gorivo ali za zasipanje z odpadki. V smislu tematike tega magistrskega dela se osredotočimo na postopek recikliranja odpadkov (ZVO-2).

Seznam postopkov predelave odpadkov je opredeljen s Prilogo 1 v Uredbi o odpadkih (Ur. l. RS, št. 77/2022 in 113/2023), pri čemer pa so mogoči tudi drugi postopki predelave. Iz nabora opredeljenih postopkov predelave, kor primerne za predelavo odpadkov iz polietilenskega materiala v polietilenski granulati, izberem in privzamem postopek s kodo R3. Ta izbor temelji na lastnostih odpadkov iz polietilenskih materialov in namena pridobiti polietilenski granulati po izvedenem postopku recikliranja.

V skladu z določili iz Priloge 1, Uredbe o odpadkih (Ur. l. RS, št. 77/2022 in 113/2023) je postopek R3: Recikliranje/pridobivanje organskih snovi, ki se ne uporabljajo kot topila (vključno s kompostiranjem in drugimi postopki biološkega preoblikovanja). To zajema pripravo za ponovno uporabo, uplinjanje in pirolizo z uporabo sestavin, kot so kemikalije, in uporabo organskih materialov za zasipanje.

Zgornji izbor je bil preverjen tudi glede na izdana okoljevarstvena dovoljenja za naprave, v katerih se predelujejo odpadki z namenom pridobitve polietilenskega granulata.

4.2 ŠTEVILKE ODPADKOV IZ POLIETILENSKEGA MATERIALA

Uporaba polietilenskih materialov ima za posledico tudi nastajanje odpadkov. Odpadki iz polietilenskih materialov nimajo posebej določene številke odpadka v seznamu odpadkov. Tako ni možno določiti ene številke odpadka samo za odpadke iz polietilenskih materialov. Izhajajoč iz pregleda številke iz seznama odpadkov se lahko odpadki iz polietilenskega materiala pojavljajo v različnih skupinah, ki so povezane s sektorji, v katerih ti odpadki nastajajo.

Na podlagi izvedene analize in kontrole pri izvajalcih obdelave odpadkov iz polietilenskega materiala smo privzeli številke odpadkov, pri katerih se najpogosteje pojavljajo polietilenski materiali. Glede na seznam odpadkov in izveden pregled skupin, pri katerih se pojavljajo odpadki, privzamem, da se odpadki iz polietilenskih materialov pojavljajo v okviru številke odpadkov, ki so podane v spodnji preglednici.

Preglednica 1: Številke odpadkov pri katerih se pojavljajo PE odpadki

	Št. odpadka	Odpadek	Skupina in podskupina odpadka
1	02 01 04	Odpadna plastika (rezen embalaže)	<ul style="list-style-type: none">• 02 – odpadki iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva• 02 01 – odpadki iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva ter priprave in predelave hrane
2	07 02 13	Odpadna plastika	<ul style="list-style-type: none">• 07 – odpadki iz organskih kemijskih procesov• 07 02 – odpadki iz PPDU plastike, sintetične gume in umetnih vlaken
3	15 01 02	Plastična embalaža	<ul style="list-style-type: none">• 15 – odpadna embalaža; absorbenti, čistilne krpe, filtrirna sredstva in zaščitna oblačila, ki niso navedeni drugje• 15 01 – embalaža (vključno z embalažo, ločeno zbrano kot komunalni odpadek)
4	19 12 04	Plastika in guma	<ul style="list-style-type: none">• 19 – odpadki iz naprav za ravnanje z odpadki, čistilnih naprav zunaj kraja nastanka ter iz priprave pitne vode in vode za industrijsko rabo• 19 12 – odpadki iz mehanske obdelave odpadkov (kot so npr. sortiranje, drobljenje, stiskanje, peletiranje), ki niso navedeni drugje

Izpostaviti je potrebno, da zgoraj navedeni odpadki niso samo odpadki iz polietilenskih materialov. Odpadki lahko vsebujejo tudi druge vrste plastik in tudi gum (v primeru odpadka iz skupine 19 12 04). Zato je treba zgoraj navedene številke odpadkov razumeti kot potencialno možne.

Dopuščam možnost, da se odpadki, ki vsebujejo polietilen, pojavijo tudi pri kakšni drugi številki odpadka, ki opredeli plastiko. Vendar za namen nadaljnje analize privzamem in se omejim samo na zgoraj navedene številke odpadkov.

4.3 PREDELOVALCI IZBRANIH VRST ODPADKOV V RS

V nadaljevanju je podan pregled podjetij, ki imajo pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov na območju Republike Slovenije. Analizirali smo podatke iz Evidence obdelovalcev odpadkov, ki imajo okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov dostopno na strani Ministrstva za okolje, podnebje in energijo /16/.

Pri izboru podjetij smo upoštevali sledeče kriterije:

- podjetje ima pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov po postopku s kodo R3;
- podjetje ima v seznamu odpadkov, ki jih je dovoljeno predelovati, vsaj en odpadek s številkami 02 01 04, 07 02 13, 15 01 02, 19 12 04.

Iz evidence predelovalcev odpadkov smo opredelili, da je v R. Sloveniji 47 predelovalcev za različne vrste odpadne plastike po postopku R3. V nadaljevanju je v preglednici podan prikaz predelovalcev glede na zgoraj navedene kriterije. V preglednici je podana tudi opredelitev po vrstah odpadkov, ki jih glede na dovoljenje lahko posamezni imetnik dovoljenja predeluje.

Podatki v spodnji preglednici ne pomenijo, da so vsi spodaj navedeni imetniki dovoljenj tudi predelovalci polietilenskih odpadkov v polietilenski granulati. To je v nadaljevanju dodatno obrazloženo in predstavljeno.

Preglednica 2: Seznam imetnikov OVD za predelavo odpadkov po postopku R3 za izbrane vrste odpadkov

	Imetnik OVD	Postopek predelave	02 01 04	07 02 13	15 01 02	19 12 04
1	AQUAFILSLO PROIZVODNJA POLIAMIDNIH FILAMENTOV IN GRANULATOV, d.o.o.	R3	DA	DA	NE	DA
2	CEP, PROIZVODNJA, TRGOVINA, STORITVE, d.o.o. (NSY, d.o.o.)	R3	DA	DA	DA	DA
3	BLOK RECIKLAŽA ODPADNE ELEKTRONIKE IN ZBIRANJE ODPADNIH BARVNIH KOVIN, d.o.o.	R3	NE	DA	NE	DA
4	BOTEAM, GRADBENIŠTVO IN TRGOVINA, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	DA
5	DAPLAST PLASTIČNE MASE IN ORODJARSTVO, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE
6	DINOS, DRUŽBA ZA PRIPRAVO SEKUNDARNIH SUROVIN, d.d.	R3	NE	NE	DA	NE
7	DOPLAST IZDELOVANJE KARNIS IN IZDELKOV IZ PLASTIČNIH MAS BLAŽ DORNIK, s.p.	R3	NE	NE	DA	NE
8	EKOREC SVETOVANJE, RECIKLAŽA, ORGANIZACIJA, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	DA
9	ELEKTROVOD PLAST, PROIZVODNO IN TRGOVSKO PODJETJE, d.o.o.	R3	NE	DA	NE	DA
10	FONATERM, PROIZVODNJA IN TRŽENJE IZOLACIJSKIH MATERIALOV, d.o.o.	R3	NE	DA	NE	NE
11	FRAGMAT PODJETJE ZA PROIZVODNJO, GRADBENIŠTVO IN TRGOVINO, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	NE
12	FRAGMAT TIM TOVARNA IZOLACIJSKEGA MATERIALA, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	NE
13	GET INŽENIRING, d.o.o.	R3	NE	NE	NE	DA
14	GRANULA KOVINOPLASTIKA FRANCI LOGAR s.p.	R3	DA	NE	DA	NE
15	HIK, TRGOVSKO PODJETJE, d.o.o.	R3	NE	DA	NE	NE
16	ISOKON PROIZVODNJA IN PREDELAVA TERMOPLASTOV, d.o.o.	R3	NE	NE	NE	DA
17	ITOS, STORITVE, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	DA

	Imetnik OVD	Postopek predelave	02 01 04	07 02 13	15 01 02	19 12 04
18	JANPLAST PROIZVODNJA, TRGOVINA IN STORITVE, d.o.o.	R3	DA	DA	NE	NE
19	KBK PREDELAVA IN RECIKLAŽA PLASTIČNIH MAS, d.o.o.	R3	DA	DA	NE	DA
20	KLEOPATRA PODJETJE ZA ODVOZ ODPADKOV IN RECIKLAŽO NOVO MESTO, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
21	KOPOLY, INŽENIRING IN PREDELAVA RECIKLIRANIH PLASTIK, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	DA
22	KOPUR PROIZVODNJA IN STORITVE, d.o.o.	R3	NE	DA	NE	NE
23	KOTO PROIZVODNO IN TRGOVSKO PODJETJE, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE
24	KUM-PLAST, d.o.o., PODJETJE ZA PROIZVODNJO, TRGOVINO IN ZASTOPSTVA,	R3	DA	DA	DA	DA
25	NAVODNIK KEMIJSKI INŽENIRING, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	DA
26	OKORN PLAST, PREDELAVA ODPADKOV, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	DA
27	OMAPLAST RECIKLAŽA PLASTIKE, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
28	OMAPLAST RECIKLAŽA PLASTIKE, d.o.o. (RAČJE SELO, TREBNJE)	R3	DA	DA	DA	DA
29	PEPLAST, BRIZGANJE PLASTIČNIH MAS, PVC OKNA IN SENČILA, d.o.o.	R3	NE	NE	NE	DA
30	PIRMIT PREDELAVA IN RECIKLAŽA PLASTIKE, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE
31	PLAST, DRUŽBA ZA PREDELAVO IN TRGOVINO, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	DA
32	PLASTA PROIZVODNJA IN TRGOVINA, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
33	PLASTIK SI, PROIZVODNJA PLASTIČNIH IZDELKOV, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE
34	PLASTIKA RENKO, PROIZVODNJA, TRGOVINA IN STORITVE, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE
35	PLASTKOM PREDELAVA INDUSTRIJSKIH SUROVIN, d.o.o.	R3	DA	DA	NE	DA
36	POLIMERIS, PREDELAVA PLASTIČNIH MAS, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	DA
37	PREDELAVA PLASTIČNIH MAS PRIMOŽ PREMRL, s.p.	R3	NE	DA	DA	DA
38	PROLINA PROIZVODNJA IN TRGOVINA, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	DA
39	RECMAN SISTEMI, TRGOVINA, RECIKLAŽA IN MANAGEMENT ODPADKOV, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	DA
40	SIGMANOVA ŽALEC INSTALACIJSKE STENE IN DIMNIKI, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE
41	STIGMA-CEVNI SISTEMI PROIZVODNO IN TRGOVSKO PODJETJE, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
42	STORITVE S KMETIJSKO MEHANIZACIJO IN GRADBENE STORITVE, ROBERT POHARIČ, s.p.	R3	NE	NE	DA	DA
43	TAB-IPM LOGISTIKA, PLASTIKA IN STORITVE, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	DA
44	TERA ZASTOPANJE, TRGOVINA, SVETOVANJE IN PROIZVODNJA, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
45	TERMOPLASTI-PLAMA, PROIZVODNJA IZDELKOV IZ PLASTIČNIH MAS, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	NE
46	VAL PLASTIKA PROIZVODNJA, STORITVE, TRGOVINA, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE
47	ŠPEH, GRADBENIŠTVO, TRGOVINA IN PREVOZI, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE

Vir podatkov:

- Evidenca obdelovalcev odpadkov, ki imajo okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, stanje na dan 12. 1. 2024 /16/

Glede na podatke v preglednici ugotovimo, da ima samo osem podjetij pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje za predelavo vseh štirih izbranih vrst odpadkov po postopku R3.

Pri imetnikih dovoljenja iz zgornje preglednice sem preveril, katero vrsto plastike predelujejo. Preveritev je bila izvedena na način pregleda dostopnih podatkov na medmrežju in s kratko telefonsko anketo. V okviru ankete je bilo zastavljeno vprašanje, ki se je glasilo: »Ali v vašem postopku predelujete odpadke z namenom pridobitve polietilenskega granulata«. Na podlagi izvedene raziskave sem opredelil sledeča podjetja, ki imajo pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov in predelujejo odpadke z namenom pridobitve polietilenskega granulata.

Preglednica 3: Seznam imetnikov OVD za predelavo odpadkov po postopku R3 za izbrane vrste odpadkov, ki predelujejo odpadke z namenom pridobitve PE granulata

	Imetnik OVD	Postopek predelave	02 01 04	07 02 13	15 01 02	19 12 04
6	DINOS, DRUŽBA ZA PRIPRAVO SEKUNDARNIH SUROVIN, d.d.	R3	NE	NE	DA	NE
24	KUM-PLAST, d.o.o., PODJETJE ZA PROIZVODNJO, TRGOVINO IN ZASTOPSTVA	R3	DA	DA	DA	DA
26	OKORN PLAST, PREDELAVA ODPADKOV, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	DA
27	OMAPLAST RECIKLAŽA PLASTIKE, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
28	OMAPLAST RECIKLAŽA PLASTIKE, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
30	PIRMIT PREDELAVA IN RECIKLAŽA PLASTIKE, d.o.o.	R3	NE	NE	DA	NE
32	PLASTA PROIZVODNJA IN TRGOVINA, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
39	RECMAN SISTEMI, TRGOVINA, RECIKLAŽA IN MANAGEMENT ODPADKOV, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	DA
41	STIGMA-CEVNI SISTEMI PROIZVODNO IN TRGOVSKO PODJETJE, d.o.o.	R3	DA	DA	DA	DA
43	TAB-IPM LOGISTIKA, PLASTIKA IN STORITVE, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	DA
45	TERMOPLASTI-PLAMA, d.o.o.	R3	NE	DA	DA	NE

Analiza pokaže, da je prisotnih 10 podjetij, ki na 11 lokacijah izvajajo tudi predelavo odpadkov z namenom pridobitve polietilenskega granulata.

4.4 PREGLED KOLIČIN IN POSTOPKOV PREDELAVE

V nadaljevanju je podan pregled stanja po vrstah in količinah odpadkov na območju Slovenije za izbrane štiri vrste odpadkov, in sicer:

- 02 01 04 – Odpadna plastika (razen odpadne embalaže);
- 07 02 13 – Odpadna plastika;
- 15 01 02 – Plastična embalaža;
- 19 12 04 – Plastika in guma.

Podatke smo analizirali za leti 2021 in 2022. Vir podatkov so letna poročila o obdelavi odpadkov (ODP-obdelava), ki jih morajo predložiti izvajalci obdelave odpadkov preko aplikacije IS-Odpadki v skladu s 45. členom Uredbe o odpadkih.

Obseg razpoložljivih podatkov se je tekom let spreminjal v skladu z veljavno zakonodajo, ki je veljala v posameznem letu. Prav tako obseg razpoložljivih podatkov prilagajamo kakovosti v posameznem letu poročanih podatkov. Zato pregled v nadaljevanju podajamo za leto 2021 in 2022, ki smo jih glede na vrsto podatkov iz letnih poročil okarakterizirali za najbolj merodajne glede na produkte predelave in odraz zadnjega aktualnega stanja za tem področju.

Pod posamezno preglednico je navedeno, na kateri dan so bili podatki izpisani iz poročil izvajalcev obdelave odpadkov, ki morajo, skladno z Uredbo o odpadkih, v primeru ugotovljenih nepravilnosti, poročilo za posamezno leto popraviti oz. dopolniti. Podatke v nadaljevanju podajamo ločeno za posamezno prej navedeno vrsto odpadkov.

4.1.1 Podatki o obdelavi za odpadek s št. 02 01 04

Podatki o količinah prevzetih odpadkov s številko 02 01 04 – Odpadna plastika (razen embalaže) s strani izvajalcev obdelave v letu 2021 in letu 2022 so podani v naslednji preglednici.

Preglednica 4: Količine prevzetih odpadkov s številko 02 01 04

Odpadki prevzeti od	Leto 2021 (ton)	Leto 2022 (ton)
obdelani in neobdelani odpadki v skladišču (stanje na dan 1.1.)	995,25	1.627,17
1 – lastni odpadki (OVD za obdelavo lastnih odpadkov)	1.326,81	1.611,69
2 – drug izvorni povzročitelj v RS	368,43	326,97
3 – zbiralec v RS	160,66	279,15
4 – izvajalec obdelave v RS	0,00	0,00
5 – uvoz iz druge države članice EU	1.214,39	1.266,01
6 – uvoz iz tretje države (izven EU)	299,94	331,54
SKUPAJ	4.365,47	5.442,54

Vir podatkov:

- Leto 2021: Tabela 1 in Tabela 2, poročila ODP-obdelava 2021.
- Leto 2022: Tabela 1 in Tabela 2, poročila ODP-obdelava 2022.

Postopki obdelave odpadka so različni, prilagojeni strukturi odpadkov in možnemu načinu obdelave glede na pričakovani končni produkt. Podatki o vrsti postopka obdelave odpadkov v letu 2021 in letu 2022 so podani v naslednji preglednici.

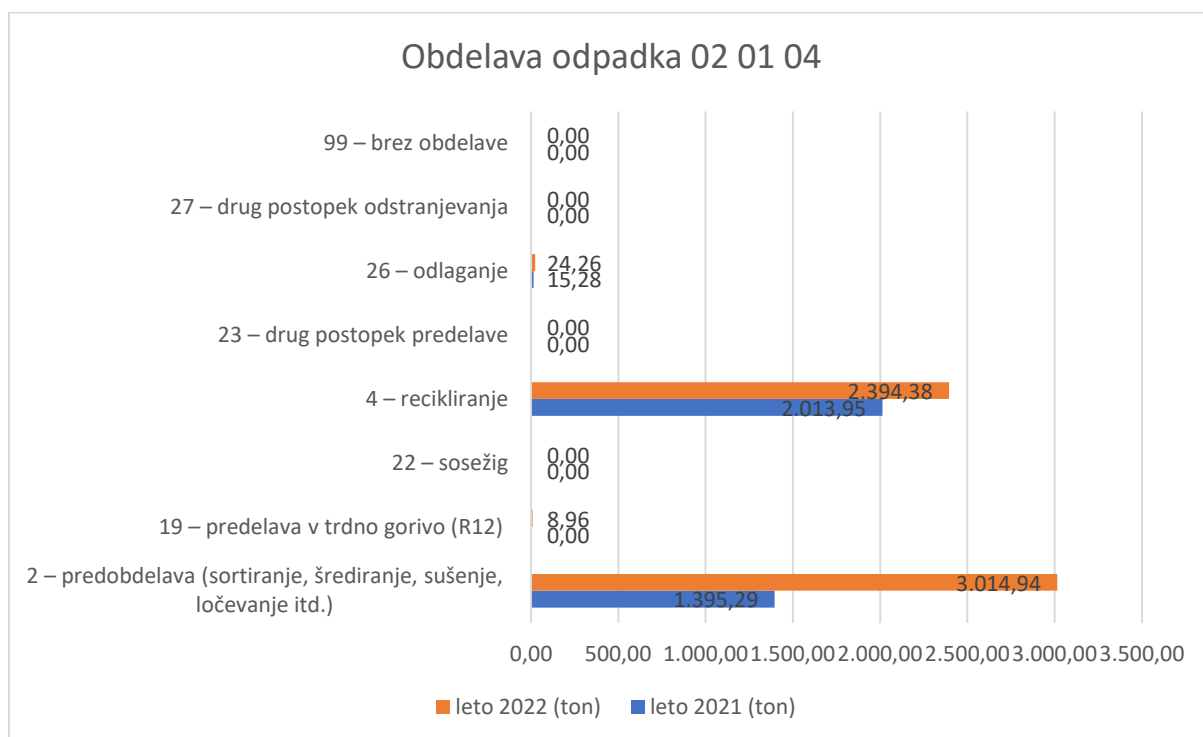
Preglednica 5: Podatki o obdelavi odpadkov s številko 02 01 04

Postopek obdelave	Opis postopka	Leto 2021 (ton)	Leto 2022 (ton)
R_12, R_13	2 – predobdelava (sortiranje, sušenje, ločevanje itd.)	1.395,29	3.014,94
R_12	19 – predelava v trdno gorivo (R12)	0,00	8,96
R_0101	22 – sosežig	0,00	0,00
R_03	4 – recikliranje	2.013,95	2.394,38
R_12	23 – drug postopek predelave	0,00	0,00
D_01	26 – odlaganje	15,28	24,26
D_13	27 – drug postopek odstranjevanja	0,00	0,00
BO	99 – brez obdelave	0,00	0,00
SKUPAJ		3.424,52	5.442,54

Vir podatkov:

- Leto 2021: Tabela 3, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Leto 2022: Tabela 3, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 16. 10. 2023)

Iz vidika recikliranja odpadkov z namenom ponovne uporabe pridobljenih produktov je izmed zgoraj navedenih postopkov merodajen le postopek s kodo R_03, ki predstavlja recikliranje. Pri ostalih postopkih privzamem, da ne gre za recikliranje, temveč za druge načine obdelave odpadkov. Zato v nadaljevanju podajam podatke o produktih obdelave izbranega tipa odpadkov in to samo za produkte, ki niso več odpadki.



Slika 5: Grafični prikaz postopkov obdelave odpadka s št. 02 01 04

Recikliranje v postopku obdelave izbranega tipa odpadka se uporablja skoraj za polovico vseh prevzetih odpadkov. V postopku recikliranja nastajajo tudi snovi ali predmeti, ki nimajo več statusa odpadka. Podatki o produktih obdelave, ki niso več odpadki, so podani v spodnji preglednici.

Preglednica 6: Produkti obdelave, ki niso več odpadki pri obdelavi odpadka s številko 02 01 04

V postopku obdelave nastala snov ali predmet	Količina v letu 2021 (ton)	Količina v letu 2022 (ton)
drugo	1.907,73	1.183,87
plastika	362,17	667,37
SKUPAJ	2.269,90	1.851,24

Vir podatkov:

- Za leto 2021: Tabela 4a, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Za leto 2022: Tabela 4a, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje na dan 16. 10. 2023)

V postopku obdelave poleg produktov nastajajo tudi odpadki, ki so posledica obdelave odpadka. Vsi sprejeti odpadki namreč niso primerni za predelavo odpadkov v skladu s tehnološkimi postopki, ki jih izvajajo predelovalci. Zato v postopku obdelave nastajajo tudi odpadki. Podatki za izbrani tip odpadka so v spodnji preglednici.

Preglednica 7: Odpadki, ki so nastali v postopku obdelave odpadkov 02 01 04 in ravnanje z njimi ter ravnanje z neobdelanimi odpadki

Številka nastalega odpadka ali neobdelanega odpadka	Nadaljnje ravnanje – oddano komu	Količina v letu 2021 (ton)	Količina v letu 2022 (ton)
02 01 04	0 – sami sebi v skladiščenje (stanje 31.12.)	940,80	2.901,09
02 01 04	5 – ni nadaljnjega ravnanja	0,00	24,26
07 02 08*	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	8,73
07 02 13	1 – drug zbiralec v RS	0,00	227,35
07 02 13	3 – druga država članica EU	0,00	227,69
12 01 02	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	1,28
15 02 02*	1 – drug zbiralec v RS	0,00	0,49
19 03 06*	3 – druga država članica EU	0,00	94,72
19 12 04	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	32,14
19 12 11*	2 – drug izvajalec obdelave v RS	61,51	3,67
19 12 12	3 – druga država članica EU	33,90	55,43
SKUPAJ		1.036,21	3.576,83

Vir podatkov:

- Za leto 2021: Tabela 4, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Za leto 2022: Tabela 4, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje na dan 16. 10. 2023)

4.1.2 Podatki o obdelavi za odpadek s št. 07 02 13

Podatki o količinah prevzetih odpadkov s številko 07 02 13 – Odpadna plastika s strani izvajalcev obdelave v letu 2021 in letu 2022 so podani v spodnji preglednici.

Preglednica 8: Količine prevzetih odpadkov s številko 07 02 13

Odpadki prevzeti od	Leto 2021 (ton)	Leto 2022 (ton)
obdelani in neobdelani odpadki v skladišču (stanje na dan 1. 1.)	1.280,45	1.254,19
1 – lastni odpadki (OVD za obdelavo lastnih odpadkov)	5.872,05	5.030,02
2 – drug izvorni povzročitelj v RS	7.301,05	7.340,59
3 – zbiralec v RS	1.555,38	1.577,13
4 – izvajalec obdelave v RS	46,12	60,74
5 – uvoz iz druge države članice EU	4.446,24	3.283,28
6 – uvoz iz tretje države (izven EU)	1.169,99	1.461,67
SKUPAJ	21.671,27	20.007,61

Vir podatkov:

- Leto 2021: Tabela 1 in Tabela 2, poročila ODP-obdelava 2021
- Leto 2022: Tabela 1 in Tabela 2, poročila ODP-obdelava 2022

Postopki obdelave odpadka so različni, prilagojeni strukturi odpadkov in možnem načinu obdelave glede na pričakovani končni produkt. Podatki o obdelavi odpadka v letu 2021 in letu 2022 so podani v spodnji preglednici.

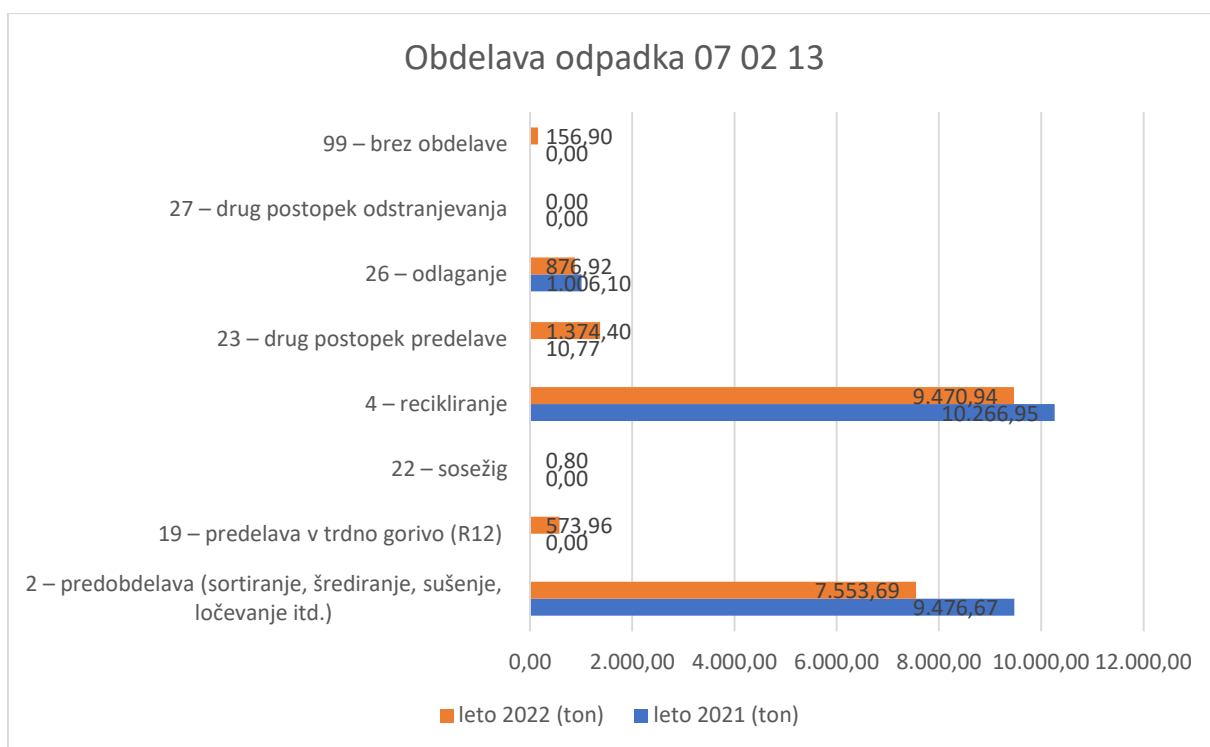
Preglednica 9: Podatki o obdelavi odpadkov s številko 07 02 13

Postopek obdelave	Opis postopka	Leto 2021 (ton)	Leto 2022 (ton)
R_12, R_13	2 – predobdelava (sortiranje, sušenje, ločevanje itd.)	9.476,67	7.553,69
R_12	19 – predelava v trdno gorivo (R12)	0,00	573,96
R_0101	22 – sosežig	0,00	0,80
R_03	4 – recikliranje	10.266,95	9.470,94
R_12	23 – drug postopek predelave	10,77	1.374,40
D_01	26 – odlaganje	1.006,10	876,92
D_13	27 – drug postopek odstranjevanja	0,00	0,00
BO	99 – brez obdelave	0,00	156,90
SKUPAJ		20.760,50	20.007,61

Vir podatkov:

- Leto 2021: Tabela 3, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Leto 2022: Tabela 3, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 16. 10. 2023)

Iz vidika recikliranja odpadkov z namenom ponovne uporabe pridobljenih produktov je izmed zgoraj navedenih postopkov merodajen le postopek s kodo R_03, ki predstavlja recikliranje. Pri ostalih postopkih privzamem, da ne gre za recikliranje, temveč druge načine obdelave odpadkov. Zato v nadaljevanju podajam podatke o produktih obdelave izbranega tipa odpadkov samo za produkte, ki niso več odpadki.



Slika 6: Grafični prikaz postopkov obdelave odpadka s št. 07 02 13

Recikliranje v postopku obdelave izbranega tipa odpadka se uporablja skoraj za polovico vseh prevzetih odpadkov. V postopku recikliranja nastajajo tudi snovi ali predmeti, ki nimajo več statusa odpadka. Podatki o produkti obdelave, ki niso več odpadki, so podani v naslednji preglednici.

Preglednica 10: Produkti obdelave, ki niso več odpadki pri obdelavi odpadka s številko 07 02 13

V postopku obdelave nastala snov ali predmet	Količina v letu 2021 (ton)	Količina v letu 2022 (ton)
drugo	2.628,27	3.758,96
plastika	2.731,78	3.784,85
gradbeni proizvodi (razen mineralov)	0,00	74,96
SKUPAJ	5.360,05	7.618,78

Vir podatkov:

- Za leto 2021: Tabela 4a, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Za leto 2022: Tabela 4a, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje na dan 16. 10. 2023)

V postopku obdelave poleg produktov nastajajo tudi odpadki, ki so posledica obdelave odpadka. Vsi sprejeti odpadki namreč niso primerni za predelavo odpadkov v skladu s tehnološkimi postopki, ki jih izvajajo predelovalci. Zato v postopku obdelave nastajajo tudi odpadki. Podatki za izbrani tip odpadka so v naslednji preglednici.

Preglednica 11: Odpadki, ki so nastali v postopku obdelave odpadkov 07 02 13 in ravnanje z njimi ter ravnanje z neobdelanimi odpadki

Številka nastalega odpadka ali neobdelanega odpadka	Nadaljnje ravnanje – oddano komu	Količina v letu 2021 (ton)	Količina v letu 2022 (ton)
07 02 08*	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	27,71
07 02 13	0 – sami sebi v skladiščenje (stanje 31. 12.)	974,39	3.795,71
07 02 13	1 – drug zbiralec v RS	1.775,12	721,90
07 02 13	2 – drug izvajalec obdelave v RS	55,96	64,42
07 02 13	3 – druga država članica EU	1.309,37	1.475,71
07 02 13	4 – tretja država (izven EU)	786,46	598,54
07 02 13	5 – ni nadaljnjega ravnanja	0,00	876,92
12 01 02	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	5,73
15 01 02	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	323,74
15 01 03	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	39,67
15 02 02*	1 – drug zbiralec v RS	0,00	1,54
16 02 16	3 – druga država članica EU	0,00	49,83
19 03 06*	3 – druga država članica EU	0,00	300,74
19 12 04	0 – sami sebi v skladiščenje (stanje 31. 12.)	0,00	150,07
19 12 04	2 – drug izvajalec obdelave v RS	198,28	289,79
19 12 04	3 – druga država članica EU	368,77	645,60
19 12 04	4 – tretja država (izven EU)	0,00	6,69
19 12 10	3 – druga država članica EU	7.488,40	1.058,13
19 12 11*	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	11,65
19 12 12	2 – drug izvajalec obdelave v RS	1.332,68	634,08
19 12 12	3 – druga država članica EU	109,56	1.269,19
19 12 12	1 – drug zbiralec v RS	176,44	0,00
19 02 04*	3 – druga država članica EU	0,66	0,00
SKUPAJ		14.576,08	12.347,34

Vir podatkov:

- Za leto 2021: Tabela 4, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Za leto 2022: Tabela 4, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje na dan 16. 10. 2023)

4.1.3 Podatki o obdelavi za odpadek s št. 15 02 01

Podatki o količinah prevzetih odpadkov s številko 15 02 01 – Plastična embalaža s strani izvajalcev obdelave v letu 2021 in letu 2022 je podan v naslednji preglednici.

Preglednica 12: Količine prevzetih odpadkov s številko 15 01 02

Odpadki prevzeti od	Leto 2021 (ton)	Leto 2022 (ton)
obdelani in neobdelani odpadki v skladišču (stanje na dan 1. 1.)	2.670,03	8.919,34
1 – lastni odpadki (OVD za obdelavo lastnih odpadkov)	1.206,17	247,46
2 – drug izvorni povzročitelj v RS	19.020,34	17.908,79
3 – zbiralec v RS	3.765,23	4.515,32
4 – izvajalec obdelave v RS	13.934,08	22.188,12
5 – uvoz iz druge države članice EU	42.002,15	31.224,75
6 – uvoz iz tretje države (izven EU)	734,74	645,92
SKUPAJ	83.332,74	85.649,69

Vir podatkov:

- Leto 2021: Tabela 1 in Tabela 2, poročila ODP-obdelava 2021
- Leto 2022: Tabela 1 in Tabela 2, poročila ODP-obdelava 2022

Postopki obdelave odpadka so različni, prilagojeni strukturi odpadkov in možnem načinu obdelave glede na pričakovani končni produkt. Podatki o obdelavi odpadka v letu 2021 in letu 2022 so podani v spodnji preglednici.

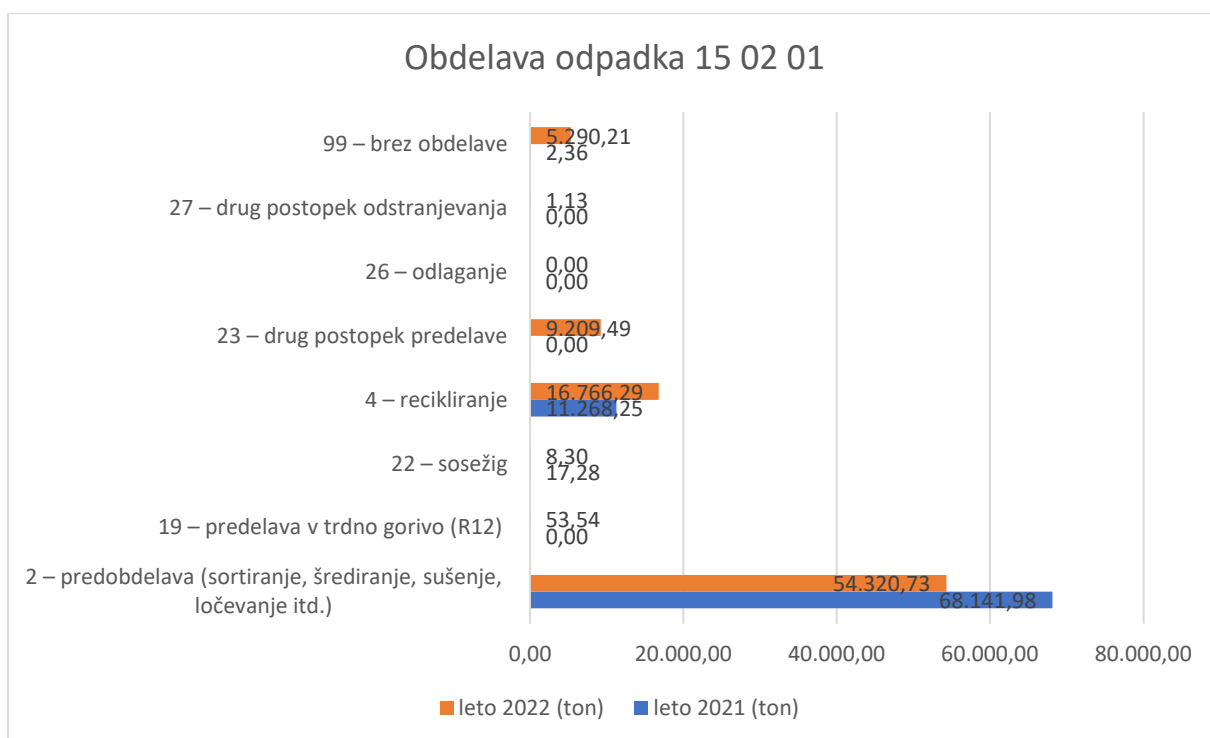
Preglednica 13: Podatki o obdelavi odpadkov s številko 15 02 01

Postopek obdelave	Opis postopka	Leto 2021 (ton)	Leto 2022 (ton)
R_12, R_13	2 – predobdelava (sortiranje, sušenje, ločevanje itd.)	68.141,98	54.320,73
R_12	19 – predelava v trdno gorivo (R12)	0,00	53,54
R_0101	22 – sosežig	17,28	8,30
R_03	4 – recikliranje	11.268,25	16.766,29
R_12	23 – drug postopek predelave	0,00	9.209,49
D_01	26 – odlaganje	0,00	0,00
D_13	27 – drug postopek odstranjevanja	0,00	1,13
BO	99 – brez obdelave	2,36	5.290,21
SKUPAJ		79.429,87	85.649,69

Vir podatkov:

- Leto 2021: Tabela 3, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Leto 2022: Tabela 3, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 16. 10. 2023)

Iz vidika recikliranja odpadkov z namenom ponovne uporabe pridobljenih produktov je izmed navedenih postopkov merodajen le postopek s kodo R_03, ki predstavlja recikliranje. Pri ostalih postopkih privzamem, da ne gre za recikliranje, temveč druge načine obdelave odpadkov. Zato v nadaljevanju podajam podatke o produktih obdelave izbranega tipa odpadkov samo za produkte, ki več niso odpadki.



Slika 7: Grafični prikaz postopkov obdelave odpadka s št. 15 02 01

Recikliranje v postopku obdelave izbranega tipa odpadka se uporablja skoraj za polovico vseh prevzetih odpadkov. V postopku recikliranja nastajajo tudi snovi ali predmeti, ki nimajo več statusa odpadka. Podatki o produkti obdelave, ki niso več odpadki, so podani v naslednji preglednici.

Preglednica 14: Produkti obdelave, ki niso več odpadki, pri obdelavi odpadka s številko 15 02 01

V postopku obdelave nastala snov ali predmet	Količina v letu 2021 (ton)	Količina v letu 2022 (ton)
drugo	4.751,28	0,00
plastika	7.835,49	15.005,60
gradbeni proizvodi	27,59	44,67
SKUPAJ	12.614,35	15.050,27

Vir podatkov:

- Za leto 2021: Tabela 4a, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Za leto 2022: Tabela 4a, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje na dan 16. 10. 2023)

V postopku obdelave poleg produktov nastajajo tudi odpadki, ki so posledica obdelave odpadka. Vsi sprejeti odpadki namreč niso primerni za predelavo odpadkov v skladu s tehnološkimi postopki, ki jih izvajajo predelovalci. Zato v postopku obdelave nastajajo tudi odpadki. Podatki za izbrani tip odpadka so v naslednji preglednici.

Preglednica 15: Odpadki, ki so nastali v postopku obdelave odpadkov 15 02 01 in ravnanje z njimi ter ravnanje z neobdelanimi odpadki

Številka nastalega odpadka ali neobdelanega odpadka	Nadaljnje ravnanje – oddano komu	Količina v letu 2021 (ton)	Količina v letu 2022 (ton)
07 02 14*	1 – drug zbiralec v RS	0,63	0,40
12 01 02	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	23,36
15 01 01	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	81,73
15 01 02	0 – sami sebi v skladiščenje (stanje 31. 12.)	5.977,87	1.741,19
15 01 02	1 – drug zbiralec v RS	498,40	318,14
15 01 02	2 – drug izvajalec obdelave v RS	13.397,89	15.889,75
15 01 02	3 – druga država članica EU	13.764,41	12.758,18
15 01 02	4 – tretja država (izven EU)	23.392,49	27.593,84
15 01 03	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	58,34
15 01 03	3 – druga država članica EU	0,00	1,44
15 01 04	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	76,98
15 01 04	3 – druga država članica EU	0,00	0,42
15 01 06	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	51,66
19 08 14	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	244,37
19 12 02	1 – drug zbiralec v RS	0,00	2,44
19 12 02	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	54,04
19 12 04	0 – sami sebi v skladiščenje (stanje 31. 12.)	0,00	8,94
19 12 04	1 – drug zbiralec v RS	1.252,68	146,08
19 12 04	2 – drug izvajalec obdelave v RS	4.765,33	914,92
19 12 04	3 – druga država članica EU	4.830,42	3.399,37
19 12 04	4 – tretja država (izven EU)	0,00	82,96
19 12 12	0 – sami sebi v skladiščenje (stanje 31. 12.)	0,00	5.119,04
19 12 12	1 – drug zbiralec v RS	0,00	8,22
19 12 12	2 – drug izvajalec obdelave v RS	453,23	843,88
19 12 12	3 – druga država članica EU	0,00	531,48
19 02 04*	3 – druga država članica EU	0,01	0,00
20 01 39	2 – drug izvajalec obdelave v RS	49,03	0,00
SKUPAJ		68.382,39	69.951,17

Vir podatkov:

- Za leto 2021: Tabela 4, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Za leto 2022: Tabela 4, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje na dan 16. 10. 2023)

4.1.4 Podatki o obdelavi za odpadek s št. 19 12 04

Podatki o količinah prevzetih odpadkov s številko 19 12 04 – Plastika in guma s strani izvajalcev obdelave v letu 2021 in letu 2022 so podani v naslednji preglednici.

Preglednica 16: Količine prevzetih odpadkov s številko 19 12 04

Odpadki prevzeti od	Leto 2021 (ton)	Leto 2022 (ton)
obdelani in neobdelani odpadki v skladišču (stanje na dan 1. 1.)	6.096,44	10.469,86
1 – lastni odpadki (OVD za obdelavo lastnih odpadkov)	2.146,77	721,91
2 – drug izvorni povzročitelj v RS	3.183,23	1.314,63
3 – zbiralec v RS	1.026,57	642,86
4 – izvajalec obdelave v RS	21.734,30	19.065,23
5 – uvoz iz druge države članice EU	59.302,94	66.037,60
6 – uvoz iz tretje države (izven EU)	105,55	664,19
SKUPAJ	93.595,79	98.916,27

Vir podatkov:

- Leto 2021: Tabela 1 in Tabela 2, poročila ODP-obdelava 2021
- Leto 2022: Tabela 1 in Tabela 2, poročila ODP-obdelava 2022

Postopki obdelave odpadka so različni, prilagojeni strukturi odpadkov in možnem načinu obdelave glede na pričakovani končni produkt. Podatki o obdelavi odpadka v letu 2021 in letu 2022 so podani v naslednji preglednici.

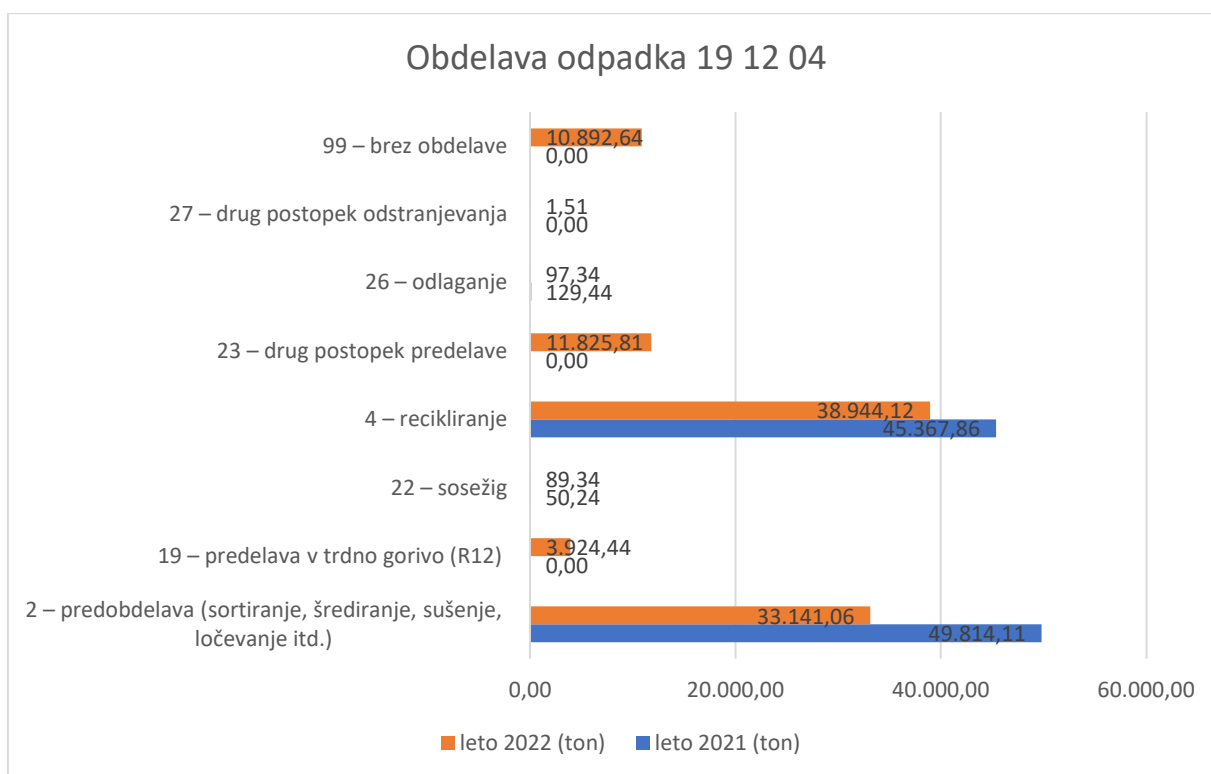
Preglednica 17: Podatki o obdelavi odpadkov s številko 19 12 04

Postopek obdelave	Opis postopka	Leto 2021 (ton)	Leto 2022 (ton)
R_12, R_13	2 – predobdelava (sortiranje, sušenje, ločevanje itd.)	49.814,11	33.141,06
R_12	19 – predelava v trdno gorivo (R12)	0,00	3.924,44
R_0101	22 – sosežig	50,24	89,34
R_03	4 – recikliranje	45.367,86	38.944,12
R_12	23 – drug postopek predelave	0,00	11.825,81
D_01	26 – odlaganje	129,44	97,34
D_13	27 – drug postopek odstranjevanja	0,00	1,51
BO	99 – brez obdelave	0,00	10.892,64
SKUPAJ		95.361,65	98.916,27

Vir podatkov:

- Leto 2021: Tabela 3, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Leto 2022: Tabela 3, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 16. 10. 2023)

Iz vidika recikliranja odpadkov z namenom ponovne uporabe pridobljenih produktov je izmed zgoraj navedenih postopkov merodajen le postopek s kodo R_03, ki predstavlja recikliranje. Pri ostalih postopkih privzamem, da ne gre za recikliranje, temveč druge načine obdelave odpadkov. Zato v nadaljevanju podajam podatke o produktih obdelave izbranega tipa odpadkov samo za produkte, ki niso več odpadki.



Slika 8: Grafični prikaz postopkov obdelave odpadka s št. 19 12 04

Recikliranje v postopku obdelave izbranega tipa odpadka se uporablja skoraj za polovico vseh prevzetih odpadkov. V postopku recikliranja nastajajo tudi snovi ali predmeti, ki nimajo več statusa odpadka. Podatki o produkti obdelave, ki niso več odpadki, so podani v naslednji preglednici.

Preglednica 18: Produkti obdelave, ki niso več odpadki pri obdelavi odpadka s številko 19 12 04

V postopku obdelave nastala snov ali predmet	Količina v letu 2021 (ton)	Količina v letu 2022 (ton)
drugo	8.376,56	703,99
plastika	37.060,62	26.410,45
guma	135,76	499,60
SKUPAJ	45.572,94	27.614,04

Vir podatkov:

- Za leto 2021: Tabela 4a, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Za leto 2022: Tabela 4a, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje na dan 16. 10. 2023)

V postopku obdelave poleg produktov nastajajo tudi odpadki, ki so posledica obdelave odpadka. Vsi sprejeti odpadki namreč niso primerni za predelavo odpadkov v skladu s tehnološkimi postopki, ki jih izvajajo predelovalci. Zato v postopku obdelave nastajajo tudi odpadki. Podatki za izbrani tip odpadka so v naslednji preglednici

Preglednica 19: Odpadki, ki so nastali v postopku obdelave odpadkov 19 12 04 in ravnanje z njimi ter ravnanje z neobdelanimi odpadki

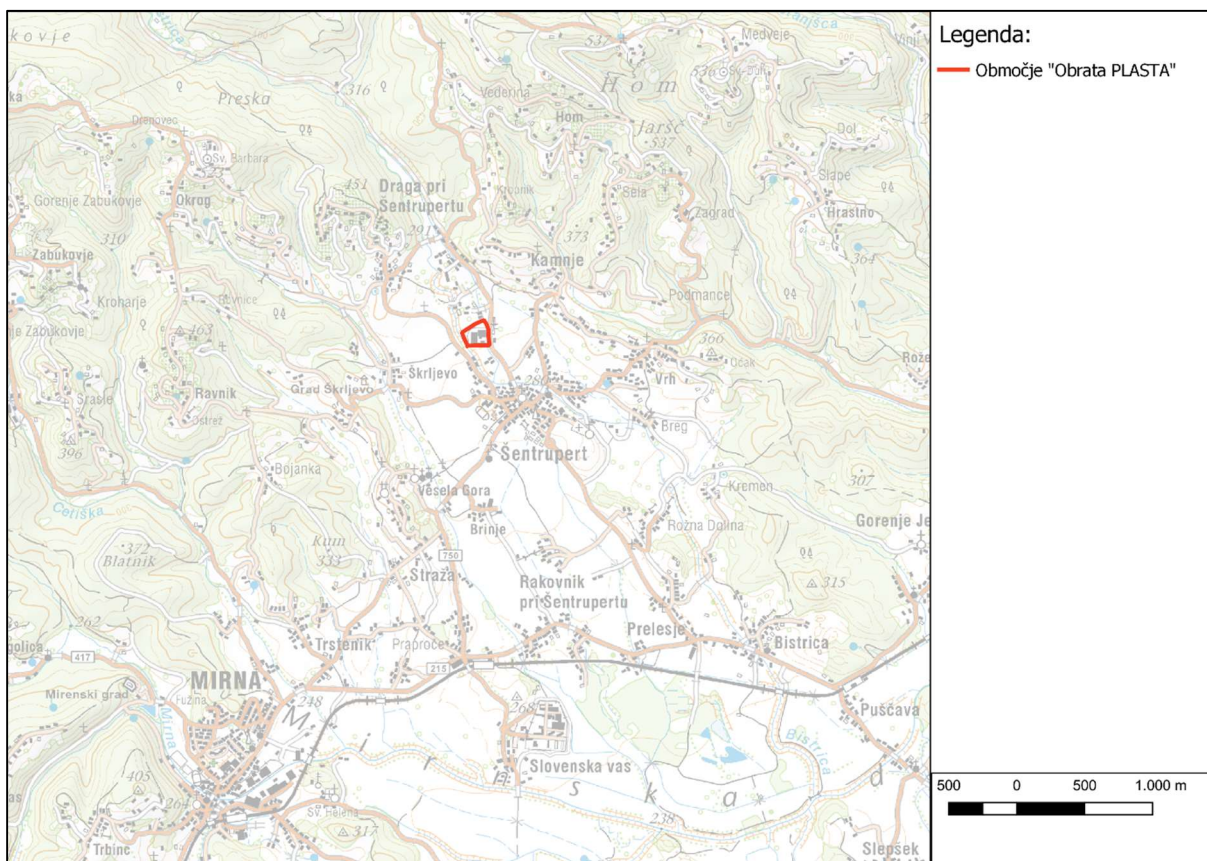
Številka nastalega odpadka ali neobdelanega odpadka	Nadaljnje ravnanje – oddano komu	Količina v letu 2021 (ton)	Količina v letu 2022 (ton)
07 02 08*	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	5,19
07 02 13	1 – drug zbiralec v RS	0,00	135,19
07 02 13	3 – druga država članica EU	594,22	135,40
12 01 02	2 – drug izvajalec obdelave v RS	96,60	44,61
15 01 03	3 – druga država članica EU	13,50	10,10
15 02 02*	1 – drug zbiralec v RS	0,00	0,29
19 03 06*	3 – druga država članica EU	0,00	56,32
19 08 14	2 – drug izvajalec obdelave v RS	306,98	258,07
19 12 01	2 – drug izvajalec obdelave v RS	4,46	88,78
19 12 02	1 – drug zbiralec v RS	36,40	17,14
19 12 04	0 – sami sebi v skladiščenje (stanje 31. 12.)	10.073,59	19.696,62
19 12 04	1 – drug zbiralec v RS	678,84	294,52
19 12 04	2 – drug izvajalec obdelave v RS	10.436,95	8.312,73
19 12 04	3 – druga država članica EU	22.627,83	14.181,15
19 12 04	4 – tretja država (izven EU)	4.690,11	15.593,25
19 12 04	5 – ni nadaljnjega ravnanja	0,00	97,34
19 12 11*	2 – drug izvajalec obdelave v RS	0,00	2,18
19 12 12	0 – sami sebi v skladiščenje (stanje 31. 12.)	0,00	2.969,43
19 12 12	2 – drug izvajalec obdelave v RS	482,43	2.698,34
19 12 12	3 – druga država članica EU	0,00	4.528,08
15 01 02	2 – drug izvajalec obdelave v RS	43,99	0,00
15 01 02	3 – druga država članica EU	294,50	0,00
15 01 03	2 – drug izvajalec obdelave v RS	89,42	0,00
19 02 04*	3 – druga država članica EU	0,83	0,00
19 03 06*	1 – drug zbiralec v RS	0,84	0,00
19 08 14	1 – drug zbiralec v RS	39,48	0,00
19 12 01	4 – tretja država (izven EU)	1.526,62	0,00
SKUPAJ		52.038	69.125

Vir podatkov:

- Za leto 2021: Tabela 4, poročila ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023)
- Za leto 2022: Tabela 4, poročila ODP-obdelava 2022 (IS-Odpadki, stanje na dan 16. 10. 2023)

5 PREDSTAVITEV TEHNOLOŠKEGA POSTOPKA PREDELAVE ODPADKOV V POLIETILENSKI GRANULAT

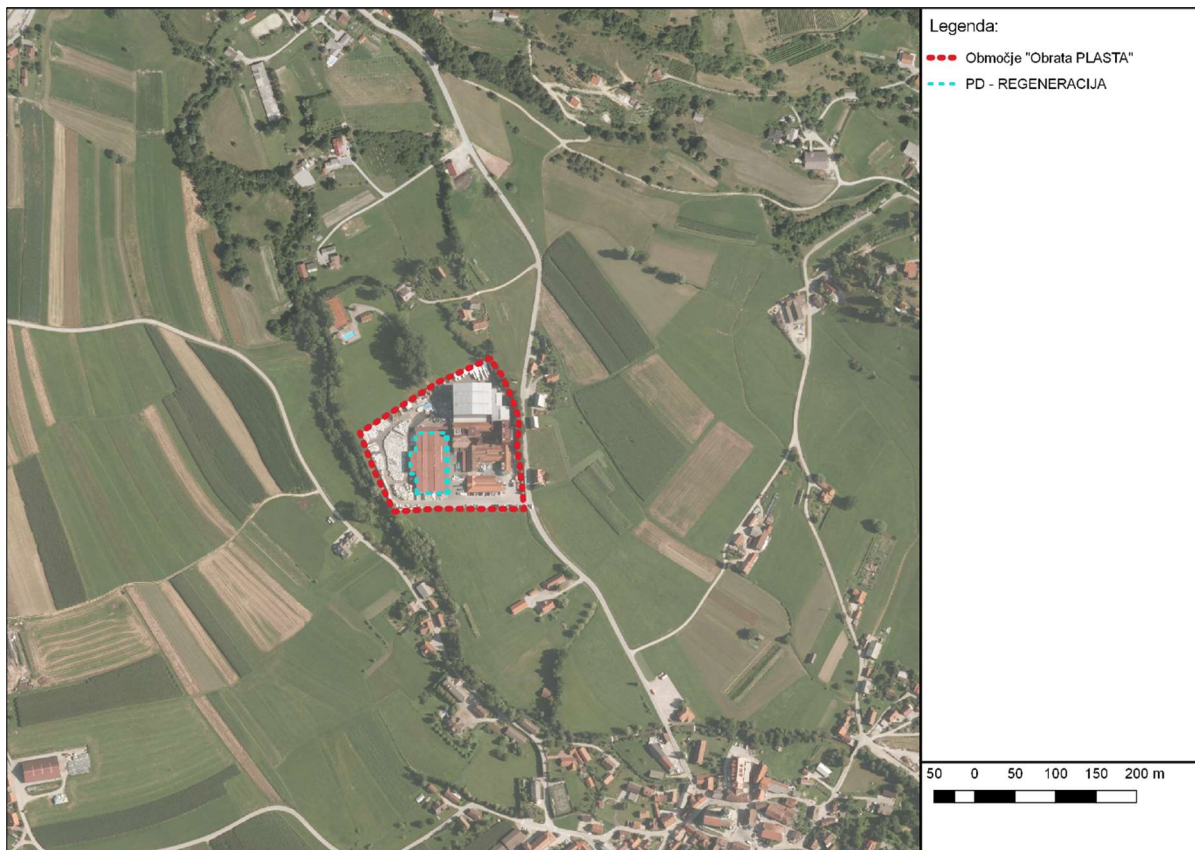
V nadaljevanju je predstavljen tehnološki postopek predelave odpadkov na liniji za izdelavo polietilenskega granulata tipa INTAREMA TVEplus, ki je nameščena in deluje v sklopu podjetja PLASTA, d. o. o. Postopek, ki je predstavljen v nadaljevanju, temelji predvsem na konceptu predelave, ki se izvaja v delovnem procesu obrata za reciklažo podjetja PLASTA, d. o. o., na lokaciji Kamnje v Občini Šentrupert na Dolenjskem.



Slika 9: Lokacija podjetja PLASTA, d. o. o.

5.1 PREDSTAVITEV PODJETJA PLASTA, D. O. O.

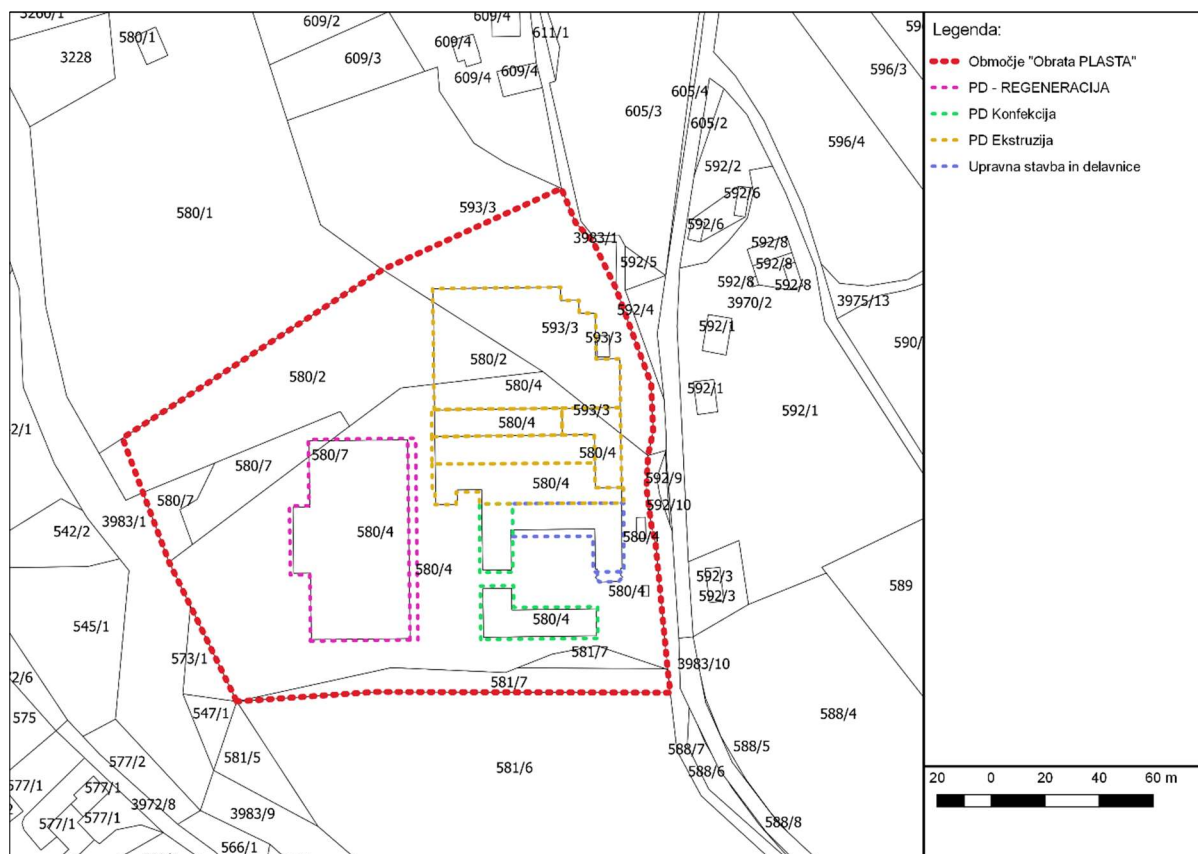
Podjetje PLASTA, d. o. o., (v nadaljevanju: družba ali podjetje) se ukvarja z dejavnostjo proizvodnje polietilenske folije (PE folije) iz polietilena nizke gostote (PE-LD) in polietilena visoke gostote (PE-HD). Družba izvaja dejavnost v sklopu urejenega Proizvodnega obrata PLASTA, ki je urejen na lokaciji z naslovom Kamnje 41, 8232 Šentrupert. Lokacija z okolico je prikazana na spodnji sliki.



Slika 10: Prikaz lokacije prostora za predelavo v sklopu obrata PLASTA, d. o. o., z okolico

V sklopu obrata podjetje izvaja dejavnost proizvodnje polietilenske (PE) folije iz polietilena nizke gostote PE-LD in polietilena visoke gostote PE-HD. Hkrati se na območju obrata izvaja tudi postopek predelave odpadnih polietilenskih odpadkov (odpadna PE folija in odpadni PE materiali) po postopku R3 v polietilenski granulata, ki omogoča ponovno uporabo v tehnoloških postopkih izdelave polietilenskih folij.

Proizvodni obrat PLASTA je v celoti gledano urejen na zemljiščih s parcelnimi št. 580/2, 580/4, 581/7, 593/3, vse v k. o. 1399-Šentrupert. Območje obrata z osnovnimi elementi je prikazano na spodnji sliki.



Slika 11: Prikaz razdelitve območja obrata PLASTA na posamezne proizvodne dele

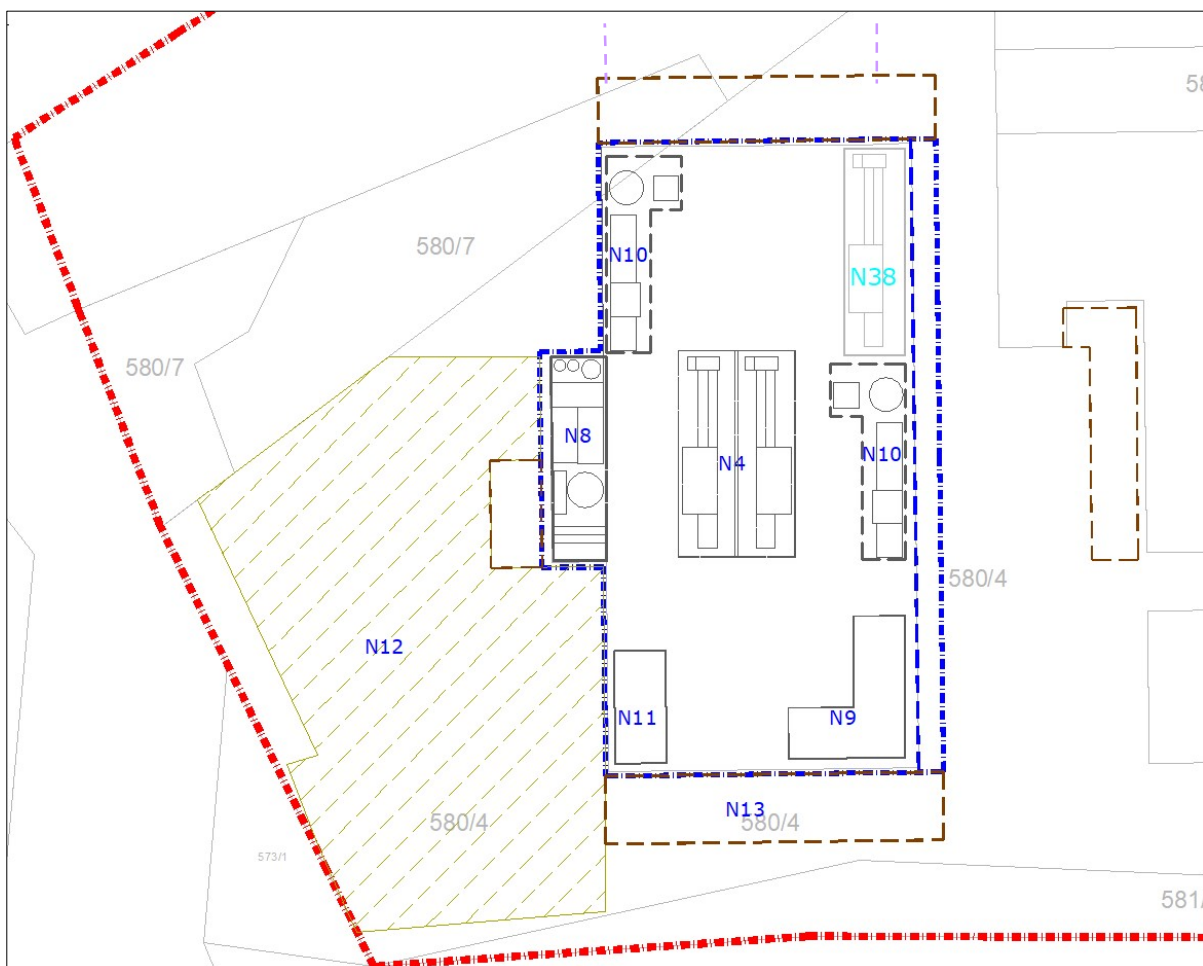
Proizvodni obrat se deli na posamezne proizvodne dele, in sicer:

1. EKSTRUZIJA: proizvodnja PE folij na liniji za proizvodnjo folij, kjer se pridobijo polizdelki, namenjeni kasnejšemu dokončanju v obratu konfekcija, ali pa že končni izdelki, ki so pripravljeni za trženje.
2. KONFEKCIJA: proizvodni postopek izdelave končnih proizvodov iz PE folij (npr.: vrečke ipd.).
3. REGENERACIJA: proizvodni del, kjer se izvaja proces predelave PE odpadkov (R3) na liniji za izdelavo polietilenskega granulata iz odpadne PE-folije.
4. Upravna stavba s pomožnimi prostori (priročne delavnice za vzdrževanje linij).

V sklopu obrata se v proizvodnem delu regeneracije izvaja tudi postopek predelave odpadnih polietilenskih odpadkov (odpadna PE folija in odpadni PE materiali) po postopku R3 v polietilenski granulata, ki omogoča ponovno uporabo v tehnoloških postopkih izdelave polietilenskih folij. Za izvedbo postopka predelave odpadkov ima družba pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje (OVD). OVD se nanaša na proizvodnjo in predelavo plastičnih granulotov z zmogljivostjo proizvodnje do 18.000 ton folije na leto in izdelavo polietilenskih izdelkov z zmogljivostjo do 5.000 ton na leto ter predelavo nenevarnih odpadkov po postopku R3 v največji količini do 17.520 ton na leto (ARSO, št. 35472-131/2016-14 z dne 30. 5. 2018).

5.2 OSNOVNI PODATKI O PROIZVODNEM DELU »REGENERACIJA«

Naprava za predelavo odpadkov po postopku R3 (objekt s spremljajočimi ureditvami) predstavlja del obrata, ki je v podjetju poimenovan »REGENERACIJA«. Ta del obrata je urejen na delu zemljišču s parcelnimi številkami: 580/2, 580/4 in 580/7, k. o. Šentrupert. Območje proizvodnega dela regeneracija s prikazom posameznih elementov, ki so del postopka predelave, je informativno prikazan na spodnji sliki.



Slika 12: Prikaz elementov proizvodnega dela "Regeneracija"

Prostor, kjer se izvaja predelava odpadkov, je v celoti pokrit s streho. Tla znotraj objekta so betonska in odporna na udarce in razlitje tekočine. Tla objekta so obrobljena in s padci v notranjost objekta, tako da se v primeru razlitja tekočin po tleh te zadržijo znotraj objekta.

V objektu, ki je namenjen proizvodnemu delu »regeneracija«, so nameščene posamezne naprave in ureditve, ki se uporabljajo v postopku obdelave odpadkov po postopku R3. Podatki o napravah so podani v naslednji preglednici.

Preglednica 20: Podatki o napravah, nameščenih v proizvodnem delu »regeneracija«

Oznaka naprave	Naprava
N4	Linija za izdelavo PE granulata tipa INTAREMA TVEplus
N8	IČN za tehnološko odpadno vodo s pripadajočimi elementi
N9	Sortirana linija s pozicijami za ročno sortiranje. Napravo tvori sortirna linija s stiskalnico za predpripravo odpadkov v predelavo. V tem delu prostora so nameščene tudi posode za zbiranje izločenih frakcij in ostankov po predelavi.
N10	Linija za pranje umazane PE folije. Prostor, na katerem je postavljena linija za pranje tistega dela odpadkov, ki morajo biti zaradi nečistoč pred postopkom predelave očiščeni.
N11	Prostor za razpakiranje in pripravo odpadkov. To je prostor za postavitev košar in bal z odpadki, ki gredo v predelavo.
N12	Zunanje skladiščne površine za skladiščenje odpadkov. Asfaltirane nepokrite površine, ki so namenjene skladiščenju PE odpadkov pred izvedbo postopka predelave v PE granulata.
N13	Manipulativne površine pod nadstrešnico za proizvodna dela regeneracije – skladiščenje izločenih odpadkov do predaje pooblaščenim prevzemnikom.
N38	Linija za izdelavo PE granulata tipa INTAREMA TVEplus

Odpadki, ki se sprejemajo v predelavo, se v osnovi skladiščijo na urejenih manipulativnih površinah v sklopu predmetne lokacije. Površine, kjer so odpadki skladiščeni, so asfaltirane in infrastrukturno opremljene, tako da je zagotovljen zajem in ustrezno odvajanje meteornih odpadnih voda.

Za dostop do lokacije so že izvedeni vsi priključki na javno cestno omrežje. Dostopne poti do lokacije predelave so v celoti asfaltirane. Dostop do lokacije je urejen in vsi priključki na javno cestno omrežje so že v uporabi. Cestno omrežje omogoča dovoz in dostop s tovornimi vozili, omogoča ustrezen dostop in je primerno za uporabo. Na ta način je omogočen nemoten dovoz odpadkov na obravnavano lokacijo.

Parkirišča za potrebe zaposlenih so urejena na že obstoječih parkiriščih okrog objekta. Zagotovljena je možnost intervencijskega dostopa za celoten kompleks

5.3 PODATKI O NAPRAVI ZA IZDELAVO PE GRANULATA

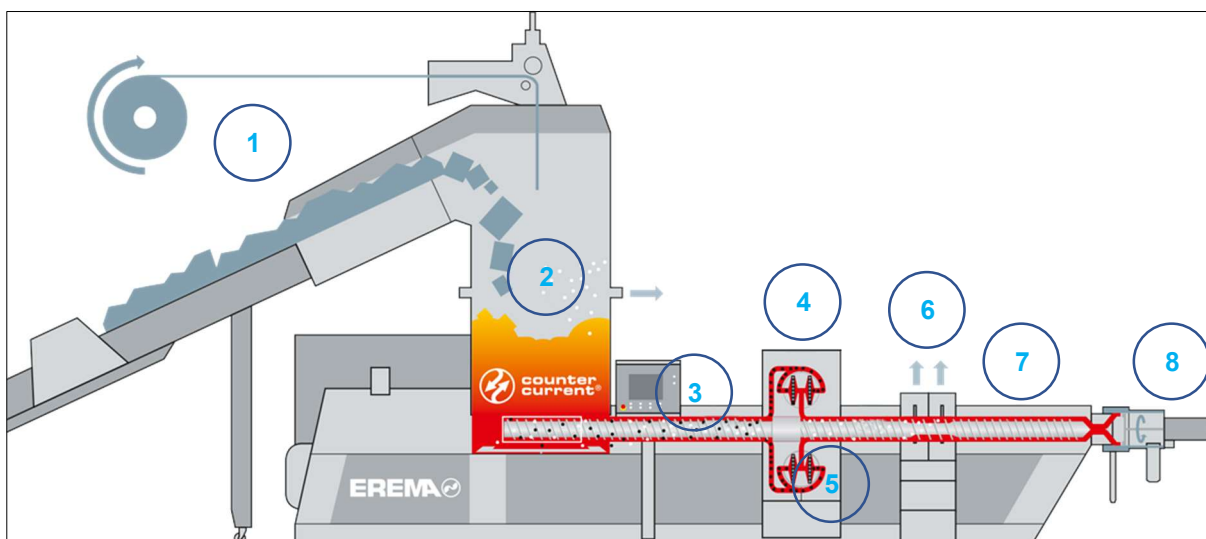
V tehnološkem postopku predelave odpadkov iz polietilenskih materialov v polietilenski granulata v obratu za reciklažo podjetja PLASTA, d. o. o., se uporablja naprava tipa INTAREMA TVEplus, proizvajalca EREMA Engineering Recycling Maschinen und Anlagen Ges.m.b.H. iz Avstrije.

Gre za patentirani ekstrudirni sistem INTAREMA® TVEplus®, ki je prinesel novost pri recikliranju materialov, ki ovirajo proces predelave, kot so močno potiskani materiali in/ali zelo vlažni materiali. Predelava teh materialov je omogočena s temeljito ultra-fino filtracijo, homogenizacijo taline in visoko zmogljivim razplinjevanjem v enem procesu. Preverjeno osnovno načelo tehnologije TVEplus® – taljenje in filtracija – poteka pred razplinjevanjem ekstruderja. To pomeni, da je mogoče dosegati visoko kakovost reciklata, ki nastane kot produkt predelave. /28/

Linija INTAREMA TVEplus za izdelavo polietilenskega granulata v procesu predelave polietilenskih odpadkov je sestavljena iz sledečih sklopov (glej sliko v nadaljevanju) /28/:

1. Transportni trak oz. dozirna enota.
2. Aglomerator, kjer se odpadni polietilenski material zmeša, segreje in posuši, tako da je pripravljen za nadaljnjo predelavo.
3. Polž in cilindar, kjer se polietilenski material zgnete in dodatno premeša tako, da dobimo homogenizirano talino.
4. Samočistilna filtrirna naprava, ki odstrani nečistoče, prisotne v talini.
5. Modul za homogenizacijo taline s filtrsko mrežico.
6. Odplinjevalna cona.
7. Transportni modul za potisk očiščene taline na granulatorsko glavo.
8. Granulatorska naprava, kjer poteka sekanje taline na granulater ter ohlajanje granulata v vodi.

Doziranje vhodnega polietilenskega materiala je lahko ročno ali pa avtomatsko (1). Material gre preko dozirne enote v enoto za predkondicioniranje (2), kjer se material reže, meša, segreva in posuši, da je omogočena nadaljnja predelava. V procesu se tangencialno povezan ekstruder neprekinjeno polni z vročim, predhodno stisnjenim polietilenskim materialom. Tehnologija Counter Current® omogoča optimizirano sesalno delovanje v razširjenem temperaturnem območju. V polžu ekstruderja (3) se material plastificira in razplinjuje. Na koncu cone plastificiranja se talina usmeri iz ekstruderja v cono za filtriranje, kjer se talina očisti v popolnoma avtomatskem, samočistilnem filtru (4) in se ponovno vrne v ekstruder. Končna homogenizacija taline poteka v modulu za homogenizacijo taline (5). Material nato potuje v razplinjevalno cono (6), kjer se filtriran in homogeniziran material razplini. Nato se talina preko transportnega modula (7) pri izjemno nizkem tlaku transportira do granulatorske glave (8), kjer nastane granulater in se izvede postopek ohlajanja granulata na vodi. /28/



Slika 13: Shematski prikaz sklopov linije za izdelavo polietilenskega granulata iz odpadne PE-folije EREMA

Vir: https://www.erema.com/en/intarema_tveplus/

5.4 OSTALI STROJI IN OPREMA

Za nemoteno izvajanje dejavnosti predelave polietilenskih odpadkov po postopku R3 je na v prostoru regeneracije poleg prej navedene naprave (linija tipa INTAREMA TVEplus) na razpolago tudi (PLASTA, d. o. o., 2022):

- viličar, kot stroj za nakladanje in dvigovanje bremen;
- sortirni trak (sortirna linija) s pozicijami za ročno sortiranje;
- linija za pranje umazanih polietilenskih odpadkov (PE folije) in pripravo za nadaljnjo predelavo na liniji za izdelavo PE granulata;
- kovinski zabojniki za izločene odpadke in neželene primesi;
- kovinske mreže za zbiranje sortirane folije;
- tehtnica za tehtanje vstopnih in izstopnih količin;
- ročno orodje (klešče, ročna žaga);
- stojala za namenske vreče za shranjevanje pridobljenega PE granulata ("BIG-BAG").

5.5 POSTOPEK PREDELAVE ODPADKOV V PE GRANULAT

5.1.1 Prevzemanje odpadkov v postopek predelave

Dovoz odpadkov se izvaja s tovornimi vozili. Odpadki so v trdnem agregatnem stanju. Dostava odpadkov je v obliki vezanih bal, ki so v pretežni meri dimenzij 160 x 120 x 100 cm. Pri tem je treba izpostaviti, da je prevladujoči tip odpadkov balirana odpadna polietilenska folija. Sprejem in manipulacija z odpadki se izvaja na asfaltiranih zunanjih nepokritih površinah. Prevzem pošiljke odpadkov se izvede z viličarjem. Sredstva in oprema, s katerimi podjetje prevzema odpadke, so:

- tovorno vozilo;
- viličar za dvigovanje bremen;
- tehtnica za tehtanje odpadkov pred sprejemom in pred oddajo v nadaljnje ravnanje.

Prevoz odpadkov do kraja skladiščenja in predelave je možen na dva načina, ki sta odvisna od vrste predhodnega dogovora med strankama (podjetjem in povzročiteljem), in sicer:

- da podjetje izvede prevoz s svojimi prevoznimi sredstvi ali
- da prevoz opravijo povzročitelji odpadkov sami ali preko pooblaščenih prevoznih družb.

V primeru prvega načina bo za prevoz odpadkov z lokacije predaje odpadkov na lokacijo predelave odpadkov poslano tovorno vozilo, ki bo dostavilo prevzete odpadke do lokacije predelave, ki je lokacija prostora za predelavo v sklopu podjetja PLASTA, d. o. o.

Pred prevzemom odpadkov pri imetnikih odpadkov bo izvedena kontrola odpadkov, ki se jih prevzema (glej naslednje poglavje). V primeru, da odpadki ustrezajo zahtevam, se jih bo prevzelo, v nasprotnem primeru se jih ne prevzame.

5.1.2 Preverjanje odpadkov pred obdelavo

Postopek preverjanja odpadkov pred predelavo, ki se izvaja, je preverjanje spremljevalne dokumentacije in vizualna kontrola odpadkov.

Pri preverjanju dokumentacije se izvede pregled prevoznih listin (prevoznica, tehtalni list, dobavnica ...), ki odpadke spremljajo. Namen tega preverjanja je nedvoumno ugotoviti, kdo je pošiljatelj odpadka in prevoznik ter preveriti skladnost pošiljke odpadkov glede na količino in strukturo pošiljke odpadkov, ki je bila odpremljena od pošiljatelja in je dostavljena na predmetno lokacijo z namenom sprejema v predelavo.

Vsi pripeljeni odpadki se nato pred sprejemom na predelavo vizualno pregledajo. Vizualna kontrola se opravi v vhodnem delu na območje zunanjšega skladišča, in sicer v delu, ki je namenjen raztovoru in skladiščenju sprejetih odpadkov. Namen vizualne kontrole je ugotoviti, ali so med pošiljko odpadkov, ki se jih sprejema v predelavo, morda prisotni kakršni koli drugi odpadki oz. druge snovi (tujki).

Pri izvajanju vizualne kontrole je pozornost predvsem namenjena ugotavljanju, ali so med odpadki, ki se jih sprejema v predelavo po postopku R3, v sklopu predmetne naprave prisotni:

- kosi lesa, stekla ali kovin, ki bi lahko bili med odpadki, ki so namenjeni za predelavo;
- ostanki maziv in olj, ki so morda bili zaradi zaščite pakirani v odpadno folijo, ki se sprejema v predelavo.

V primeru, da se med vizualno kontrolo ugotovi prisotnost navedenih materialov oz. odpadkov, še zlasti pa v primeru ugotovitve prisotnosti sledi olja in masti na balah, v katerih so pakirani odpadki, se pošiljka odpadkov zavrne in vrne pošiljatelju odpadkov. Odpadkov, ki vsebujejo nevarne snovi, se ne prevzema, saj predelava teh odpadkov ni predvidena.

V kolikor odpadki ustrezajo zahtevam (ni prisotnosti zgoraj navedenega), se jih stehta in vodja službe organizira, da se odpadki razložijo na za to namenjen prostor za skladiščenje prevzetih odpadkov.

V kolikor odpadki ne ustrezajo dogovorjenim zahtevam, se jih ne sprejeme in se jih vrne povzročitelju odpadkov (velja za primer, ko povzročitelji sami pripeljejo odpadke na lokacijo, sicer pa se to preveri že pri povzročitelju, v kolikor podjetje samo izvaja prevzem pri njih).

5.1.3 Skladiščenje odpadkov do postopka predelave

Ob objektu, ki pripada proizvodnemu delu regeneracije, so urejene površine, namenjene za skladiščenje odpadkov (N12), ki se sprejemajo v predelavo. Gre za asfaltirano površino, ki je infrastrukturno opremljena. Odpadki, ki so sprejeti v postopek predelave, se skladiščijo na zunanjih asfaltiranih površinah ob objektu proizvodnega dela »regeneracija«, kjer se izvaja postopek predelave. Te površine so namenjene skladiščenju sprejetih odpadkov do pričetka postopka predelave odpadkov na liniji za izdelavo PE granulata iz odpadne PE-folije.

Opadki, ki se jih sprejema v predelavo, so dostavljeni v balah. Konkretno gre za balirano odpadno folijo, ki omogoča, da se odpadke skladišči na zunanjih površinah na način zlaganja v večje kupe. Posamezna vrsta odpadkov, ki se sprejema v predelavo, je na lokacijo dostavljena v ločenih pošiljkah (ločene bale) in v praksi se ne zgodi, da bi bila v eni bali mešanica odpadkov. Skladiščenje sprejetih vrst odpadkov, ki so v balah, je urejeno tako, da so posamezne vrste odpadkov med seboj ločene in označene.

Velikost prostora oz. površine, ki se nameni posamezni vrsti odpadka, se določa sproti glede na količine posameznih vrst odpadkov, ki so že prisotne na lokaciji in glede na razpoložljive kapacitete površin za skladiščenje.

Podatki o načinu skladiščenja odpadkov pred predelavo, po posamezni vrsti odpadka, so podani v naslednji preglednici.

Preglednica 21: Podatki o načinu skladiščenja odpadkov pred predelavo v obratu PLASTA, d. o. o.

	Št. odpadka	Način skladiščenja pred obdelavo
1	02 01 04 – Odpadna plastika	Odpadki se skladiščijo v zloženih kupih v obliki stisnjenih in vezanih bal, ki so običajno dimenzij 160 x 120 x 100 cm. Masa bale se giblje med 600 in 900 kg, odvisno od dimenzije bale in stisnjenosti odpadkov. Skladiščenje na urejenih površinah ob objektu. Skladiščenje je na nepokritih zunanjih površinah na prostem. Površine so asfaltirane. Višina skladiščenih kupov je do največ 4 m.
2	07 02 13 – Odpadna plastika	Odpadki se skladiščijo v zloženih kupih v obliki stisnjenih in vezanih bal, ki so običajno dimenzij 160 x 120 x 100 cm. Masa bale se giblje med 600 in 900 kg, odvisno od dimenzije bale in stisnjenosti odpadkov. Skladiščenje na urejenih površinah ob objektu. Skladiščenje je na nepokritih zunanjih površinah na prostem. Površine so asfaltirane. Višina skladiščenih kupov je do največ 4 m.
3	15 01 02 – Plastična embalaža	Odpadki se skladiščijo v zloženih kupih v obliki stisnjenih in vezanih bal, ki so običajno dimenzij 160 x 120 x 100 cm. Skladiščenje na urejenih površinah ob objektu. Masa bale se giblje med 600 in 900 kg, odvisno od dimenzije bale in stisnjenosti odpadkov. Skladiščenje je na nepokritih zunanjih površinah na prostem. Površine so asfaltirane. Višina skladiščenih kupov je do največ 4 m.
4	19 12 04 – Plastika in guma	Odpadki se skladiščijo v zloženih kupih v obliki stisnjenih in vezanih bal, ki so običajno dimenzij 160 x 120 x 100 cm. Masa bale se giblje med 600 in 900 kg, odvisno od dimenzije bale in stisnjenosti odpadkov. Skladiščenje na urejenih površinah ob objektu. Skladiščenje je na nepokritih zunanjih površinah na prostem. Površine so asfaltirane. Višina skladiščenih kupov je do največ 4 m.

5.1.4 Proces predelava odpadkov v PE granulat

Postopek predelave odpadkov (odpadne PE folije) je namenjen pridobitvi polietilenskega granulata (PE granulat), ki omogoča ponovno uporabo v tehnoloških postopkih izdelave polietilenskih folij.

Predelava se izvaja v sledečih korakih:

1. Prenos odpadkov (balirana odpadna folija) iz zunanjega skladišča v prostor proizvodne halo, ki je namenjen sortiranju.
2. Razpakiranje in sortiranje.
3. Pranje umazane folije (izvede se samo za tisti del umazane folije, ki potrebuje pranje).
4. Predelava na liniji izdelavo polietilenskega granulata iz odpadne PE folije.

5.1.4.1 Prenos odpadkov iz zunanjega skladišča v prostor za sortiranje

Odpadke, ki so sprejeti v predelavo (tj. balirana odpadna PE folija), se iz prostora zunanjega skladišča s pomočjo viličarja, ki je opremljen s prilagojenimi prijemalnimi kleščami za prenos bal, prenese v notranjost objekta, kjer se izvaja postopek predelave, in sicer na manipulativni prostor, ki je namenjen za razpakiranje bal ter sortiranje folije s sprotnim vizualnim pregledom stanja.

5.1.4.2 Razpakiranje in sortiranje

Odpadni material, ki je prenesen iz zunanjega skladišča na manipulativni prostor, je s trdo jekleno žico ali pa s trakovi vezan v bale, ki jih je potrebno razpakirati. Za namen tega delavec posamezno balo s pomočjo ročnega orodja (ročne klešče ali rezilo) razpakira in odstrani vezni material (jeklena žica ali trak). Odstranjeni vezni material se glede na vrsto zbira v košarah, ki so nameščene ob prostoru za sortiranje.

Nato se vsebina posamezne bale nalaga na sortirno linijo, kjer delavci vizualno pregledujejo stanje odpadne folije, ki je bila balirana, sproti izločujejo nečistoče in materiale, ki so lahko prisotni med folijo, ter sortirajo folijo na umazano in čisto. Postopek se izvaja ročno, na način, da se nečistoče in primešane materiale sproti odlaga v zabojnike, ki so nameščeni ob sortirni liniji. Sortirana folija, glede na umazano in čisto, se tudi ročno odlaga v košare za čisto folijo in umazano folijo. Košare so postavljene ob sortirni liniji.

Odpadna folija se glede na čistost sortira oz. ločuje na:

- umazano folijo, ki vsebuje še neločljiv papir in je umazana od prahu ali blata in jo je potrebno pred predelavo oprati oz. očistiti;
- čisto folijo, ki je ni treba predhodno oprati oz. očistiti in se lahko predeluje na liniji.

Trend iz zadnjih let glede načina dostave in stanja čistosti odpadkov, ki se jih dostavi na lokacijo z namenom predelave v PE granulat, je tak, da se pojavlja vse večji delež čistega odpada brez umazanih delov (prah, blato ipd.). Tako je trenutno prevladujoči del čista že oprana PE folija, ki ne potrebuje vmesnega pranja pred izvedbo končne predelave na liniji za izdelavo PE granulata iz odpadne PE folije. Zato se pri sprejemu in skladiščenju glede na čistost oz. stanje sprejetih odpadkov ločeno skladiščijo sprejete bale, ki so glede na prej navedeno čiste in tiste, ki vsebujejo nečiste dele. Nato gre čisti del sprejete PE folije neposredno v predelavo brez vmesnega pranja. Glede na trend zadnjih let je takšnih čistih odpadkov približno polovica. Zato se že pri skladiščenju odpadki ločujejo tudi glede na čistost.

Razvrščeno folijo in druge PE odpadke delavci na koncu sortirnega traku nakladajo:

- koncept A: na transportni trak pralne linije (to velja za umazani del);
- koncept B: neposredno na predelovalno linijo za izdelavo PE granulata (to velja za čisti del).

V nadaljevanju je opisan tudi postopek pranja umazanega dela odpadkov, ki so sprejeti v predelavo pred predelavo na liniji za izdelavo PE granulata.

5.1.4.3 Postopek pranja umazanega dela sprejetih odpadkov

Del sprejetih odpadkov (odpadna PE folija) je lahko umazan in obremenjen s prahom in nečistočami, ki jih je pred predelavo na liniji INTEREMA TVEplus potrebno odstraniti (delci papirja, lepila, kosi plastike ...). To se izvaja na liniji za pranje umazanega dela prejetih odpadkov v sklopu obrata regeneracije. V postopku pranja se uporablja čista voda brez dodatkov. Kot posledica pranja nastaja tudi industrijska odpadna voda.

Sortirane odpadke, ki so sprejeti v predelavo, vsebujejo neločljiv papir in so umazani od blata in prahu, delavec naklada na transportni trak pralne linije, ki transportira folijo v trgalni mlin. Tu se odpadke trga na dimenzije ca. 32 x 32 mm. Odpadek se s pomočjo ventilatorja transportira po ceveh v zbiralni silos.

Iz silosa se umazana folija dozira v komoro predpranja, kjer se navlaži z vodo. S tem se doseže pogoj za raztapljanje in odstopanje umazanije in papirja od folije, kar se pospešeno opravlja v polžnem transporterju s čistilno metlo in curkom vode. Voda izpira delce prahu, blata, papirja in plastike v odtočni kanal, ki je speljan v posebni troprekadni čistilni bazen.

Ločevanje nalepk in drugih papirnatih nečistoč iz odpadkov se izvaja v napravi za mehanično odstranjevanje papirja, ki je sestavni del linije za pranje.

Postopek pranja se dokonča v pralni kadi. Ves postopek pranja se izvaja s hladno vodo ter brez prisotnosti kakršnih koli čistilnih oz. pralnih sredstev.

V nadaljevanju sledi postopek grobega odcejanja, ki poteka v nagnjenem transportnem polžu, kjer višinska razlika omogoča sprotno odcejanje opranega odpadka in transport odpadka v prvo centrifugo. Od tu jo ventilator sesa očiščeni odpadek v ciklon. Iz ciklona drugi ventilator preko cevnega sušilca transportira razsekane odpadke (drobne delce, pomešane z vročim zrakom) v mlin linije za izdelavo PE granulata.

Industrijske odpadne vode

V postopku pranja odpadkov nastaja odpadna voda. Odpadna voda se čisti na industrijski čistilni napravi (IČN). Prečiščena voda se delno vrača nazaj v postopek pranja, saj je vzpostavljen delni zaprti sistem vračanja prečiščene odpadne vode. Proces ravnanja z industrijsko odpadno vodo je opisa v nadaljevanju.

V postopku pranja se uporablja čista voda brez dodatkov. Kot posledica pranja nastaja tudi industrijska odpadna voda. Odpadna voda se čisti na namenski industrijski čistilni napravi (IČN). V letu 2021 je podjetje PLASTA, d. o. o., pristopilo k razvoju in analizam možnosti za posodobitev opreme industrijske čistilne naprave (N6), ki je nameščena za potrebe proizvodnega dela regeneracija.

V sodelovanju s podjetjem PVS GmbH je bila izbrana rešitev za nadgradnjo industrijske čistilne naprave na način vključitve tehnologije »PVS TANK FLOTATION UNIT (POTF)« s spremljajočimi komponentami, ki vključujejo pripadajoče dozatorje, dodatni rezervoar za blato s pripadajočo črpalko in filter prešo. Z navedenimi elementi je bila nadgrajena industrijska čistilna naprava (N6), ki po zaključku celovite prenove omogoča čiščenje vode s pretokom do 150 m³/h. Z izvedeno nadgradnjo elementov IČN se vzpostavlja t. i. delni zaprti krogotok. Prečiščena voda se vrača nazaj v postopek pranja, saj je vzpostavljen in z nadgradnjo tudi predviden delno zaprti sistem kroženja vode za pranje.

Višek vode (zaradi dodajanja sveže vode v sistem za pranje folije) se odvaja na izpust iz IČN. Prečiščena odpadna voda iz IČN odteka preko lovilca olj in merilnega mesta (MM1) do iztoka v potok Bistrica (V1). Pred iztokom V1 je vgrajen lovilec olj z usedalnikom. Parametri na izpustu so v okviru mejnih dovoljenih vrednosti posameznih parametrov, ki so zahtevani za spremljanje iz Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

5.1.4.4 Predelava na liniji izdelavo PE granulata iz odpadne PE folije

V tehnološkem postopku predelave odpadkov iz polietilenskih materialov v polietilenski granulati v obratu za reciklažo družbe PLASTA, d. o. o., se uporablja naprava tipa INTAREMA TVEplus. Osnovni podatki in opis naprave so podani v predhodnem poglavju 5.3. V nadaljevanju opisujemo postopek predelave.

Sortirane in pripravljene polietilenske odpadke (PE folija in PE odpadki za predelavo) se dodaja v mlin linije INTAREMA TVEplus. V mlinu se odpadke zmelje na drobne kose. Dodajanje v mlin se izvede avtomatsko, v kolikor gre za odpadke, ki je bil predhodno obdelan v postopku pranja (koncept A), ali pa ročno, v kolikor gre za čiste odpadke brez predhodnega pranja (koncept B), ki gredo neposredno v postopek predelave.

Zmleti material se iz mlina transportira v aglomerator. V aglomeratorju se folija stopi in se dozira v polž ekstruderja. Polž potiska staljeno folijo na filter. Pred tem se masa homogenizira, odplini (dokončno odstrani vlaga) ter potuje na filter. Na filtru se masa dodatno očisti in nato potuje preko adapterja na granulacijsko glavo, kjer se oblikuje v granulati. Granulati nato pada v vodo, kjer se ohladi.

V postopku centrifugiranja se nato loči voda od granulata, posušeni granulati pa se s pomočjo ventilatorja transportira v silos. Odpadna tehnološka voda je speljana preko mehničnega čistilca v prvi prekat bazena (čistilna linija), iz katerega se prečrpava na vibracijsko sito. Praznjenje silosov se izvaja s pakiranjem v »big bag« vreče, ki se nato stehtajo in z viličarjem transportirajo na skladiščno deponijo.

Za pravilnost delovanja linije za izdelavo granulata skrbi operater, katerega naloga je nadzor delovanja stroja, menjava filtrov, pakiranje in tehtanje.

5.1.5 Ravnanje s pridobljenimi produkti po predelavi

Pridobljeni produkt po predelavi je polietilenski granulata. Ta se na koncu linije INTAREMA TVE plus po izvedenem sušenju zbira v silosu. Sproti se izvaja tudi praznjenje silosa s pakiranjem pridobljenega PE granulata v »big bag« vreče, ki se nato stehtajo in z viličarjem transportirajo v prostor za skladiščenje pridobljenih PE granulotov.

V vrečah se pridobljeni PE granulata skladišči na za to določenem prostoru. Podatki o načinu skladiščenja so podani v spodnji preglednici.

Preglednica 22: Podatki o načinu skladiščenja posameznih vrst pridobljenih produktov po predelavi

	Produkt po predelavi	Način skladiščenja
1	Recikliran polietilenski granulata. Naziv produkta in tržna oznaka: <ul style="list-style-type: none">• Regenerat EKO	<ul style="list-style-type: none">- Pridobljeni produkti se po izvedenem postopku predelave pakirajo v »big bag« vreče in skladiščijo na območju prostora za pridobljene produkte. Produkt se skladišči v pokritem prostoru.- Recikliran polietilenski granulata z oznako EKO se nato uporablja kot surovina za izdelavo folije na oddelku za izdelavo folije, predvsem za namen izdelave vrečk.
2	Recikliran polietilenski granulata. Naziv produkta in tržna oznaka: <ul style="list-style-type: none">• Regenerat G	<ul style="list-style-type: none">- Pridobljeni produkti se po izvedenem postopku predelave pakirajo v »big bag« vreče in skladiščijo na območju prostora za pridobljene produkte. Produkt se skladišči na odprtem nepokritem skladišču.• Recikliran polietilenski granulata se nato uporablja kot surovina za izdelavo folije na oddelku za izdelavo folije, predvsem za namen izdelave zaščitnih folij za gradbeništvo.
3	Recikliran polietilenski granulata. Naziv produkta in tržna oznaka: <ul style="list-style-type: none">• Regenerat N	<ul style="list-style-type: none">- Pridobljeni produkti se po izvedenem postopku predelave pakirajo v »big bag« vreče in skladiščijo na območju prostora za pridobljene produkte. Produkt se skladišči v pokritem ali pa na odprtem nepokritem skladišču.- Recikliran polietilenski granulata se nato uporablja kot surovina za izdelavo folije na oddelku za izdelavo folije. Gre za brezbarvne folije širokega formata.

Pridobljeni PE granulata se nato uporablja v postopku nadaljnje predelave na linijah tehnologije ekstruzije. PE granulata se uporablja za proizvodnjo polietilenskih folij različnih dimenzij in vrst.

5.1.6 Odstranjevanje izločenih odpadkov in primesi ter ostankov po predelavi

V procesu predelave nastajajo tudi ostanki odpadkov, ki so bodisi izločeni kot neželene primesi v fazi sortiranja bodisi kot izločeni del odpadka iz pakirane bale, v kolikor se pri razpakiranju sortiranju ugotovi, da vsebina ni primerna za predelavo. Podatki o pričakovanih odpadkih, ki nastajajo v postopku predelave zaradi izločitve neželenih primesi in pri procesu pranja, so po posamezni vrsti odpadkov podrobneje opredeljeni v nadaljevanju.

Preglednica 23: Odpadki, ki nastajajo kot ostanki ali izločeni odpadki v postopku predelave

	Št. odpadka	Faza postopka predelave in odpadki, ki lahko nastaja	Št. odpadka za izločene odpadke in ostanke po predelavi
1	02 01 04 – Odpadna plastika	<p>Razpakiranje: v tem procesu delavci odstranijo vezni material (jeklena žica, jekleni trak ali PP trak). Zato nastaja odpadki s številko 19 12 02. Občasno nastane tudi PP trak, ki ga podjetje oddaja kot odpadki 19 12 04 (ta odpadki ni primeren za predelavo v predmetnem procesu). Dostavljeni odpadki v predelavo so včasih naloženi na lesene palete zaradi lažje manipulacije za natovarjanje in raztovarjanje. Lesene palete se v procesu razkladanja zaradi manipulacije poškodujejo. Zato občasno nastaja odpadki, ki ga podjetje oddaja kot odpadki s številko 15 01 03. Občasno se pri razpakiranju in vizualnem pregledu ugotovi, da so odpadki v bali neustrezni za nadaljnji proces predelave. V takem primeru se iz nadaljnega postopka izloči celotna bala, ki jo podjetje v takem primeru preda pooblaščenemu prevzemniku na nadaljnjo obdelavo kot odpadki pod isto številko (02 01 04).</p> <p>Sortiranje in izločanje neželenih primesi: v tem postopku se na sortirni liniji izvaja podroben vizualni pregled in ročno izločanje neželenih primesi. Odstranjujejo se predvsem gumijasti deli, kot odpadki s številko 19 12 04, ter ostale neželene primesi, ki niso PE kot odpadki s številko 19 12 12.</p> <p>Pranje: umazani sortirani del odpadkov se pere na pralni liniji. Zaradi čiščenja in delovanja linije za pranje ter delovanja spremljajoče opreme za čiščenje pralnih voda nastaja odpadki kot usedlina odstranjenih trdih delcev plastike, v kateri so koščki odpadnega papirja, razni drobcji lepilnih trakov ter drugo. Ta odpadki ni primeren za predelavo v postopku predelave, ki ga izvaja podjetje v sklopu obrata. Tako predvidoma nastaja odpadki s številko 19 12 12.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 02 – Železne kovine - 19 12 04 – Plastika in guma - 15 01 03 – Lesena embalaža (poškodovane lesene palete). - 02 01 04 – <i>Odpadna plastika (Občasno se pod isto št. odpadka predajo sprejeti odpadki pooblaščenim prevzemnikom, v kolikor so bili neustrezni za proces predelave).</i> - 19 12 04 – Plastika in guma - 19 12 12 – Drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov) iz mehanske obdelave odpadkov. - 19 12 12 – Drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov) iz mehanske obdelave odpadkov.

	Št. odpadka	Faza postopka predelave in odpadki, ki lahko nastaja	Št. odpadka za izločene odpadke in ostanke po predelavi
2	07 02 13 – Odpadna plastika	<p>Razpakiranje: v tem procesu delavci odstranijo vezni material (jeklena žica, jekleni trak ali PP trak). Zato nastaja odpadki s številko 19 12 02. Občasno nastane tudi PP trak, ki ga podjetje oddaja kot odpadki 19 12 04. V predelavo dostavljeni odpadki so včasih naloženi na lesene palete zaradi lažje manipulacije za natovarjanje in raztovarjanje. Lesene palete se v procesu razkladanja zaradi manipulacije poškodujejo. Zato občasno nastaja odpadki, ki ga podjetje oddaja kot odpadki s številko 15 01 03. Občasno se pri razpakiranju in vizualnem pregledu ugotovi, da so odpadki v bali neustrezni za nadaljnji proces predelave. V takem primeru se iz nadaljnega postopka izloči celotna bala, ki jo podjetje v takem primeru preda pooblaščenemu prevzemniku na nadaljnjo obdelavo kot odpadki pod isto številko (07 02 13).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 02 – Železne kovine - 19 12 04 – Plastika in guma - 15 01 03 – Lesena embalaža (poškodovane lesene palete). - 07 02 13 – <i>Odpadna plastika (Občasno se pod isto št. odpadka predajo sprejeti odpadki pooblaščenim prevzemnikom, v kolikor so bili neustrezni za proces predelave).</i>
		<p>Sortiranje in izločanje neželenih primesi: v tem postopku se na sortirni liniji izvaja podroben vizualni pregled in ročno izločanje neželenih primesi. Odstranjujejo se predvsem gumijasti deli, kot odpadki s številko 19 12 04, ter ostale neželene primesi, ki niso PE, kot odpadki s številko 19 12 12.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 04 – Plastika in guma - 19 12 12 – Drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov) iz mehanske obdelave odpadkov.
		<p>Pranje: umazani sortirani del odpadkov se pere na pralni liniji. Zaradi čiščenja in delovanja linije za pranje ter delovanja spremljajoče opreme čiščenje pralnih voda nastaja odpadki kot usedlina odstranjenih trdih delcev plastike, v kateri so koščki odpadnega papirja, razni drobci lepilnih trakov ter drugo. Ta odpadki ni primeren za predelavo v postopku predelave, ki ga izvaja podjetje v sklopu obrata. Tako nastaja predvidoma odpadki s številko 19 12 12.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 12 – Drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov) iz mehanske obdelave odpadkov.

	Št. odpadka	Faza postopka predelave in odpadki, ki lahko nastaja	Št. odpadka za izločene odpadke in ostanke po predelavi
3	15 01 02 – Plastična embalaža	<p>Razpakiranje: v tem procesu delavci odstranijo vezni material (jeklena žica, jekleni trak ali PP trak). Zato nastaja odpadki s številko 19 12 02. Občasno nastane tudi PP trak, ki ga podjetje oddaja kot odpadki 19 12 04. Dostavljeni odpadki v predelavo so včasih naloženi na lesene palete zaradi lažje manipulacije za natovarjanje in raztovarjanje. Lesene palete se v procesu razkladanja zaradi manipulacije poškodujejo. Zato občasno nastaja odpadki, ki ga podjetje oddaja kot odpadki s številko 15 01 03. Občasno se pri razpakiranju in vizualnem pregledu ugotovi, da so odpadki v bali neustrezni za nadaljnji proces predelave. V takem primeru se iz nadaljnega postopka izloči celotna bala, ki jo podjetje v takem primeru preda pooblaščenemu prevzemniku na nadaljnjo obdelavo kot odpadki pod isto številko (15 01 02).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 02 – Železne kovine - 19 12 04 – Plastika in guma - 15 01 03 – Lesena embalaža (poškodovane lesene palete). - 15 01 02 – <i>Plastična embalaža (Občasno se pod isto št. odpadka predajo sprejeti odpadki pooblaščenim prevzemnikom, v kolikor so bili neustrezni za proces predelave).</i>
		<p>Sortiranje in izločanje neželenih primesi: v tem postopku se na sortirni liniji izvaja podroben vizualni pregled in ročno izločanje neželenih primesi. Odstranjujejo se predvsem gumijasti deli, kot odpadki s številko 19 12 04, ter ostale neželene primesi, ki niso PE, kot odpadki s številko 19 12 12.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 04 – Plastika in guma - 19 12 12 – Drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov) iz mehanske obdelave odpadkov.
		<p>Pranje: umazani sortirani del odpadkov se pere na pralni liniji. Zaradi čiščenja in delovanja linije za pranje ter delovanja spremljajoče opreme za čiščenje pralnih voda nastaja odpadki kot usedlina odstranjenih trdih delcev plastike, v kateri so koščki odpadnega papirja, razni drobci lepilnih trakov ter drugo. Ta odpadki ni primeren za predelavo v postopku predelave, ki ga izvaja podjetje v sklopu obrata. Tako nastaja predvidoma odpadki s številko 19 12 12.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 12 – Drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov) iz mehanske obdelave odpadkov.

	Št. odpadka	Faza postopka predelave in odpadki, ki lahko nastaja	Št. odpadka za izločene odpadke in ostanke po predelavi
4	19 12 04 – Plastika in guma	<p>Razpakiranje: v tem procesu delavci odstranijo vezni material (jeklena žica, jekleni trak ali PP trak). Zato nastaja odpadki s št. 19 12 02. Občasno nastane tudi PP trak, ki ga podjetje oddaja kot odpadki 19 12 04. Dostavljeni odpadki v predelavo so včasih naloženi na lesene palete zaradi lažje manipulacije za natovarjanje in raztovarjanje. Lesene palete se v procesu razkladanja zaradi manipulacije poškodujejo. Zato občasno nastaja odpadki, ki ga podjetje oddaja kot odpadki s številko 15 01 03. Občasno se pri razpakiranju in vizualnem pregledu ugotovi, da so odpadki v bali neustrezni za nadaljnji proces predelave. V takem primeru se iz nadaljnega postopka izloči celotna bala, ki jo podjetje v takem primeru preda pooblaščenemu prevzemniku na nadaljnjo obdelavo kot odpadki pod isto številko (19 12 04).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 02 – Železne kovine - 19 12 04 – Plastika in guma - 15 01 03 – Lesena embalaža (poškodovane lesene palete). - 19 12 04 – <i>Plastika in guma (Občasno se pod isto št. odpadka predajo sprejeti odpadki pooblaščenim prevzemnikom, v kolikor so bili neustrezni za proces predelave).</i>
		<p>Sortiranje in izločanje neželenih primesi: v tem postopku se na sortirni liniji izvaja podroben vizualni pregled in ročno izločanje neželenih primesi. Odstranjujejo se predvsem gumijasti deli, kot odpadki s številko 19 12 04, ter ostale neželene primesi, ki niso PE kot odpadki s številko 19 12 12.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 04 – Plastika in guma - 19 12 12 – Drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov) iz mehanske obdelave odpadkov.
		<p>Pranje: umazani sortirani del odpadkov se pere na pralni liniji. Zaradi čiščenja in delovanja linije za pranje ter delovanja spremljajoče opreme čiščenje pralnih voda nastaja odpadki kot usedlina odstranjenih trdih delcev plastike, v kateri so koščki odpadnega papirja, razni drobci lepilnih trakov ter drugo. Ta odpadki ni primeren za predelavo v postopku predelave, ki ga izvaja podjetje v sklopu obrata. Tako nastaja predvidoma odpadki s številko 19 12 12.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 19 12 12 – Drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov) iz mehanske obdelave odpadkov.

Iz vidika masnega toka je ocenjeno, da med postopkom predelave nastaja nekje do ca. 10% nezaželenih primesi oz. izločenih odpadkov. Pri posameznih vrstah odpadkov se masni delež lahko spreminja, kot se lahko spreminja tudi delež celotne količine izločenih odpadkov. Podatki o oceni količin odpadkov, ki nastanejo v postopku predelave so predstavljeni v spodnji preglednici. Pri posamezni vrsti odpadka je opredeljen tudi vir nastanka v postopku obdelave, ocenjen pa je tudi masni delež odpadka v skupni količini vhodnih odpadkov. Pri tem pa velja izpostaviti, da je masni delež ocenjen glede na celotno količino odpadkov, ki je predvidena za predelavo.

Preglednica 24: Preostanki odpadkov – viri nastajanja, masni delež in predvideno ravnanje

Št. odpadka	Odpadek	Vir nastanka	Predviden masni delež	Predvideno ravnanje
19 12 02	Železne kovine	Postopek sortiranja v sklopu izvajanja predelave, ki je sestavni del procesa predelave.	cca. 1 %	Ločeno skladiščenje v posodah in predaja pooblaščenemu podjetju.
19 12 04	Plastika in guma	Postopek sortiranja v sklopu izvajanja predelave, ki je sestavni del procesa predelave.	cca. 1 %	Ločeno skladiščenje v posodah in predaja pooblaščenemu podjetju.
19 12 12	Drugi odpadki iz mehanske obdelave odpadkov	Pranje umazanega dela sprejetih odpadkov na liniji za pranje, ki je sestavni del procesa predelave.	cca. 7,5%	Ločeno skladiščenje v posodah in predaja pooblaščenemu podjetju.
15 01 03	Lesena embalaža (palete)	Postopek sortiranja v sklopu izvajanja predelave, ki je sestavni del procesa predelave.	cca. 0,5 %	Ločeno skladiščenje v posodah in predaja pooblaščenemu podjetju.

Odpadke, ki se jih izloči ali pridobi v postopku predelave, se preda pooblaščenim organizacijam, ki imajo dovoljenje za zbiranje in prevzemanje posamezne vrste odpadkov.

Pri samem postopku zagona linije za izdelavo PE granulata iz odpadne PE folije tipa INTAREMA TVEplus nastaja tudi t. i. ostanek, ki predstavlja »polietilensko kepo«, ki ni bila predelana v granulata. Teh ostankov se ne označi kot odpadek, saj se jih ponovno zmelje in neposredno uporabi na liniji za izdelavo polietilenskih cevi za navijanje folije v sklopu obrata.

6 ANALIZA UČINKOV PREDELAVE POLIETILNSKIH ODPADKOV V POLIETILENSKI GRANULAT PO IZBRANIH TEHNOLOŠKIH KONCEPTIH

Raziskovalni del je vključeval analitično raziskavo učinkov predelave polietilenskih odpadkov v polietilenski granulati za dva tehnološka koncepta predelave polietilenskih odpadkov v polietilenski granulati, in sicer:

- Koncept A: postopek predelave na liniji, ki vključuje predhodni postopek pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.
- Koncept B: postopek predelave na liniji brez pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

Analiza z namenom pridobitve rezultatov za pregled učinkov in primerjavo izbranih tehnoloških konceptov (koncept A in koncept B) je bila izvedena na liniji za predelavo polietilenskih odpadkov v polietilenski granulati v obratu podjetja PLASTA, d. o. o. Za namen kontrole učinkov in primerjavo izbranih tehnoloških konceptov je bil izveden poskus predelave za izbrane štiri vrste odpadkov, in sicer: 02 01 04 – Odpadna plastika, 07 02 13 – Odpadna plastika, 15 01 02 – Plastična embalaža ter 19 12 04 – Plastika in guma.

Predelava z namenom zajema rezultatov in izvedbo analiz je bila izvedena v obdobju od 28. 1. 2022 do 7. 2. 2022. Predelava je bila prilagojena stanju in razpoložljivosti linije za izdelavo polietilenskega granulata, tako da ni bil oviran proizvodni proces podjetja.

Za vsak posamezni odpadek je bila izbrana primerna količina odpadkov, tako da je bilo možno pridobiti primerljiva izhodišča za namen analize. Izpostaviti je potrebno, da so bile količine odpadkov, ki so vstopale v postopek predelave, izbrane naključno, glede na stanje skladiščenih odpadkov v sklopu podjetja. Ker je bil namen analize pridobiti podatke o izbranih kazalnikih za dva tehnološka koncepta predelave (koncept A in koncept B), je bilo potrebno predhodno preveriti stanje odpadkov, ki so bili prevzeti s statusom »čistih« odpadkov, tako da bi bilo možno izvesti predelavo na liniji brez pranja odpadkov z vključenim predhodnim razvrščanjem in sortiranjem (koncept B). To je zahtevalo nekaj več priprave in obseg tega dela je nekoliko odstopal od običajnega proizvodnega procesa. Vendar je bilo to glede na običajni delovni režim še v okviru sprejemljivih toleranc za doseganje kontinuirane predelave.

Pri odpadku s številko 02 01 04 se je pojavila težava glede ustreznosti odpadkov za izvedbo postopka predelave brez pranja odpadkov na pralni liniji (koncept B). Pod to številko se namreč uvrščajo odpadki, ki so nastali v kmetijstvu, zato ima večina pošiljk visok delež nečistoč, ki predstavljajo oviro pri predelavi na liniji za izdelavo polietilenskega granulata, v kolikor odpadki niso predhodno očiščeni na namenski liniji. V pretežnem delu gre za folije iz kmetijske rabe. Tako je bila sestavljena količina odpadkov za postopek predelave z namenom primerjave rezultatov, ki je vključevala večji obseg priprave odpadkov za postopek. Dodatno je bilo treba preveriti stanje vsake bale. Za namen izvedbe poskusa to ni bilo izvedeno. V praksi se domala vse pošiljke te vrste odpadka predelujejo z vključenim postopkom pranja na pralni liniji. Tako da bi lahko zavzeli tudi stališče, da postopek predelave te vrste odpadka praktično ni možen brez predhodnega pranja. Predpogoj za tak postopek je, da je pošiljka odpadkov dosledno sortirana glede na čistost pred prevzemom na predelavo. To pa v praksi običajno predstavlja višjo dobavno ceno takih pošiljk odpadkov.

Za vsako pošiljko odpadkov je bil izveden postopek predelave, ki je temeljil na enakem pristopu. Podatki o korakih, izvedenih v postopku predelave, so podani v nadaljevanju.

6.1 PREDELAVA, KI VKLJUČUJE PRANJE NA PRALNI LINIJI (KONCEPT A)

Postopek predelave odpadkov na liniji, ki vključuje predhodni postopek pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata, je vključeval sledeče korake:

1. Dostava odpadkov iz skladišča v predelavo. Odpadki se iz skladišča z namenskim viličarjem, ki je opremljen s prilagojenimi prijemalnimi kleščami za prenos bal, dostavijo v prostor za razpakiranje in sortiranje odpadkov.
2. Razpakiranje odpadkov. Odpadki, ki so preneseni iz zunanjega skladišča na manipulativni prostor za razpakiranje, so s trdo jekleno žico ali pa s polipropilenskim trakom (v nadaljevanju PP trak) vezani v bale, ki jih je potrebno razpakirati. Z ročnim orodjem delavec razpakira balo in pripravi balo za sortiranje na sortirnem traku. Odstranjeni vezni material se glede na vrsto (jeklena žica ali PP trak) zbira v košarah, ki so nameščene ob prostoru za sortiranje.
3. Sortiranje na sortirnem traku. Vsebina posamezne bale se nalaga na sortirni trak, kjer delavci vizualno pregledujejo stanje odpadkov in sproti izločujejo nečistoče in neželene primesi. V tem postopku se izločajo materiali, ki niso polietilen (papir, guma, druge vrste plastik ...). Postopek se izvaja ročno, na način, da se sproti nečistoče in primešane materiale odlaga v zabojnike, ki so nameščeni ob sortirnem traku.
4. Pranje na pralni liniji. Sortirane odpadke, ki vsebujejo neločljiv papir (npr.: nalepke ali sledi lepilnih trakov ...), delce prahu in drugo umazanijo, delavec naklada na transportni trak pralne linije, ki transportira odpadek v trgalni mlin, kjer se polietilenske odpadke trga na dimenzijo ca. 32 x 32 mm. Tako pripravljeni odpadki se zbirajo v silosu. Iz silosa se odpadki transportirajo v komoro predpranja, kjer se jih navlaži z vodo. S tem se doseže pogoj za raztapljanje in odstopanje umazanije in papirja od polietilenskih odpadkov (npr.: polietilenske folije), kar se pospešeno opravlja v polžnem transporterju s čistilno metlo in curkom vode. Voda izpira delce prahu, blata, papirja in plastike v odtočni kanal, ki je speljan v posebni troprekadni čistilni bazen. Postopek pranja se dokonča v pralni kadi. Ves postopek pranja se izvaja s hladno vodo ter brez prisotnosti kakršnih koli čistilnih oz. pralnih sredstev. Iz pralne kadi potuje očiščen odpadek v centrifugo. Od tu jo ventilator sesa v ciklon. Iz ciklona drugi ventilator preko cevnega sušilca, ki izrablja električno energijo za sušenje, transportira očiščene kose v mlin linije za predelavo v polietilenski granulata. V postopku pranja nastaja tudi odpadek.
5. Predelava na liniji INTAREMA TVEplus za izdelavo polietilenskega granulata. Očiščene in osušene odpadke iz postopka pranja se iz cevnega sušilca avtomatsko dozira v mlin linije za predelavo odpadka v polietilenski granulata. Mlin zmelje odpadke na drobne kose. Zmleti odpadek iz mlina se transportira v aglomerator. V aglomeratorju se material stopi in se dozira v polž ekstruderja. Polž potiska staljeno folijo na filter. Pred tem se masa homogenizira, odplini (dokončno odstrani vlaga) ter potuje na filter. Na filtru se masa dodatno očisti in nato potuje preko adapterja na granulacijsko glavo, kjer se oblikuje v granulata. Granulata nato pada v vodo, kjer se ohladi. Sledi postopek centrifuge, kjer se loči voda od granulata. Posušeni granulata se pnevmatsko transportira v silos.
6. Pakiranje pridobljenega polietilenskega granulata. Polietilenski granulata se na koncu linije INTAREMA TVE plus po izvedenem sušenju zbira v silosu. Iz silosa se granulata pakira v »big bag« vreče, ki se nato stehtajo in z viličarjem transportirajo v prostor za skladiščenje pridobljenih PE granulatov.
7. Vmes se izvede tudi odstranitev izločenih odpadkov in neželenih primesi.
8. Sestavni del postopka je tudi čiščenje odpadnih voda od pranja odpadkov na namenski Industrijski čistilni napravi (IČN). V postopku čiščenja odpadnih voda nastaja tudi odpadek, ki se ga oddaja pooblaščenemu prevzemniku. Pri pranju se zaradi izgub v procesu dodaja čista voda.

6.2 PREDELAVA BREZ PREDHODNEGA PRANJA (KONCEPT B)

Postopek predelave »čistih« polietilenskih odpadkov na liniji za izdelavo polietilenskega granulata brez predhodnega pranja odpadkov na pralni liniji je vključeval naslednje korake:

1. Dostava odpadkov iz skladišča v predelavo. Odpadki se iz skladišča z namenskim viličarjem, ki je opremljen s prilagojenimi prijemalnimi kleščami za prenos bal, dostavijo v prostor za razpakiranje in sortiranje odpadkov.
2. Razpakiranje odpadkov. Odpadki, ki so preneseni iz zunanjega skladišča na manipulativni prostor za razpakiranje, so s trdo jekleno žico ali pa s polipropilenskim trakom (v nadaljevanju PP trak) vezani v bale, ki jih je potrebno razpakirati. Z ročnim orodjem delavec razpakira balo in pripravi balo za sortiranje na sortirnem traku. Odstranjeni vezni material se glede na vrsto (jeklena žica ali PP trak) zbira v košarah, ki so nameščene ob prostoru za sortiranje.
3. Sortiranje na sortirnem traku. Vsebina posamezne bale se nalaga na sortirni trak, kjer delavci vizualno pregledujejo stanje odpadkov in sproti izločujejo nečistoče in neželene primesi. V tem postopku se izločajo materiali, ki niso polietilen (papir, guma, druge vrste plastik ...). Postopek se izvaja ročno, na način, da se sproti nečistoče in primešane materiale odlaga v zabojnike, ki so nameščeni ob sortirnem traku. Odpadke se na traku ločuje tudi glede na čistost, in sicer na:
 - umazani del odpadka, ki vsebuje še neločljiv papir in nečistoče (prah ali blato) in je pred predelavo potrebno pranje;
 - čisti del odpadka, ki ga ni treba predhodno oprati in se lahko predeluje na liniji za izdelavo polietilenskega odpadka.
4. Predelava na liniji INTAREMA TVEplus za izdelavo polietilenskega granulata. Sortirani del odpadka iz sortirnega traku se ročno dodaja v mlin linije za predelavo odpadka v polietilenski granulata. Mlin zmelje odpadke na drobne kose. Zmleti odpadek iz mlina se transportira v aglomerator. V aglomeratorju se material stopi in dozira v polž ekstruderja. Polž potiska staljeno folijo na filter. Pred tem se masa homogenizira, odplini (dokončno se odstrani vlaga) ter potuje na filter. Na filtru se masa dodatno očisti in nato potuje preko adapterja na granulacijsko glavo, kjer se oblikuje v granulata. Granulata nato pada v vodo, kjer se ohladi. Sledi postopek centrifuge, kjer se loči voda od granulata. Posušeni granulata se pnevmatsko transportira v silos.
5. Pakiranje pridobljenega polietilenskega granulata. Polietilenski granulata se na koncu linije INTAREMA TVE plus po izvedenem sušenju zbira v silosu. Iz silosa se granulata pakira v »big bag« vreče, ki se nato stehtajo in z viličarjem transportirajo v prostor za skladiščenje pridobljenih PE granulata.
6. Vmes se izvede tudi odstranitev izločenih odpadkov in neželenih primesi.

V okviru tega tehnološkega koncepta se ne porablja voda za namen pranja odpadkov. Predpogoj za tak postopek je, da so v predelavo sprejeti odpadki brez vsebnosti neželenih primesi, ki jih ni možno odstraniti v postopku ročnega sortiranja na sortirnem traku.

Trend iz zadnjih let glede načina dostave in stanja čistosti odpadkov, ki se jih dostavi na lokacijo z namenom predelave odpadkov v PE granulata, je tak, da se pojavlja vse večji delež čistega odpada brez umazanih delov (prah, blato ipd.). Zato se pri skladiščenju odpadki tudi ločujejo glede na čistost. Je pa treba izpostaviti, da je nabavna cena odpadka, namenjenega za recikliranje, višja, kar predstavlja tudi višji vhodni (začetni) strošek predelave.

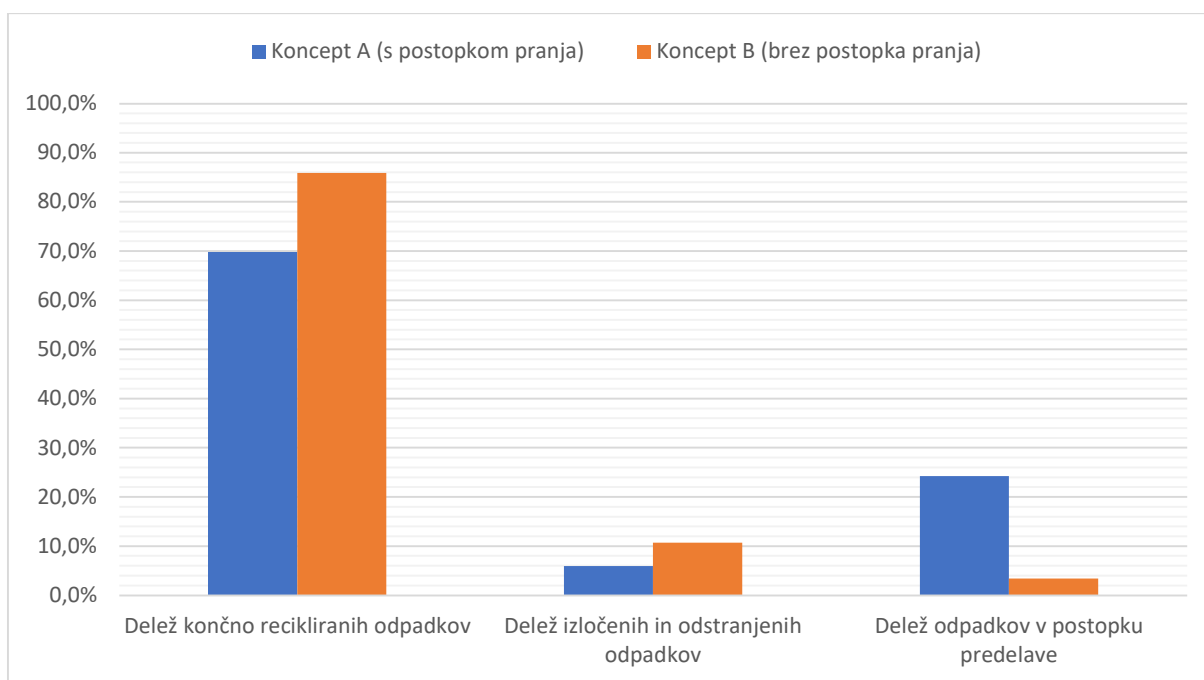
6.3 ANALIZA USPEŠNOSTI PREDELAVE PO POSAMEZNI VRSTI ODPADKA

6.1.1 Predelava odpadka s št. 02 01 04

Za postopek predelave odpadka s številko »02 01 04 – Odpadna plastika« po posameznem tehnološkem konceptu sta bili izbrani dve pošiljki odpadkov (količini odpadkov), ki sta predstavljali merodajen vzorec za namen pridobitve rezultatov predelave. Izbrana je bila pošiljka, ki je bila v času izvedbe analize na razpolago na skladišču (enako velja tudi za druge odpadke v nadaljevanju). Pri tem je potrebno izpostaviti, da je večjo količino odpadkov za postopek brez predhodnega pranja (koncept B) pri izbranem tipu odpadkov težavno priskrbeti, ker gre za odpadke iz kmetijskega sektorja in so redko prisotne pošiljke odpadkov brez nečistoč (prah in druga umazanija).

Preglednica 25: Rezultati izvedene predelave odpadka s št. 02 01 04 po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadka (02 01 04)	kg	19.200	17.800
Odpadki odstranjeni pri razpakiranju	kg	389	376
Izločeni odpadki na sortirnem traku	kg	753	1528
Odpadki iz procesa pranja odpadkov	kg	4040	0
Odpadek v procesu predelave	kg	612	605
Pridobljena količina PE regranulata	kg	13.406	15.291
Delež končno recikliranih odpadkov	/	69,8 %	85,9 %
Delež izločenih in odstranjenih odpadkov	/	5,9 %	10,7 %
Delež odpadkov v postopku predelave	/	24,2 %	3,4 %
Količina vložene energije (elektrika)	kWh	15.015	10.933
Količina vložene energije na kg pridobljenega PE regranulata	kWh/kg	1,12	0,72
Količina porabe vode v postopku	m ³	38,09	0,00
Količina porabe vode na kg pridobljenega PE regranulata	l/kg	2,84	0,00
Vrsta pridobljenega PE regranulata	/	TIP 2	TIP 1



Slika 14: Primerjava rezultatov predelave za odpadek s št. 02 01 04

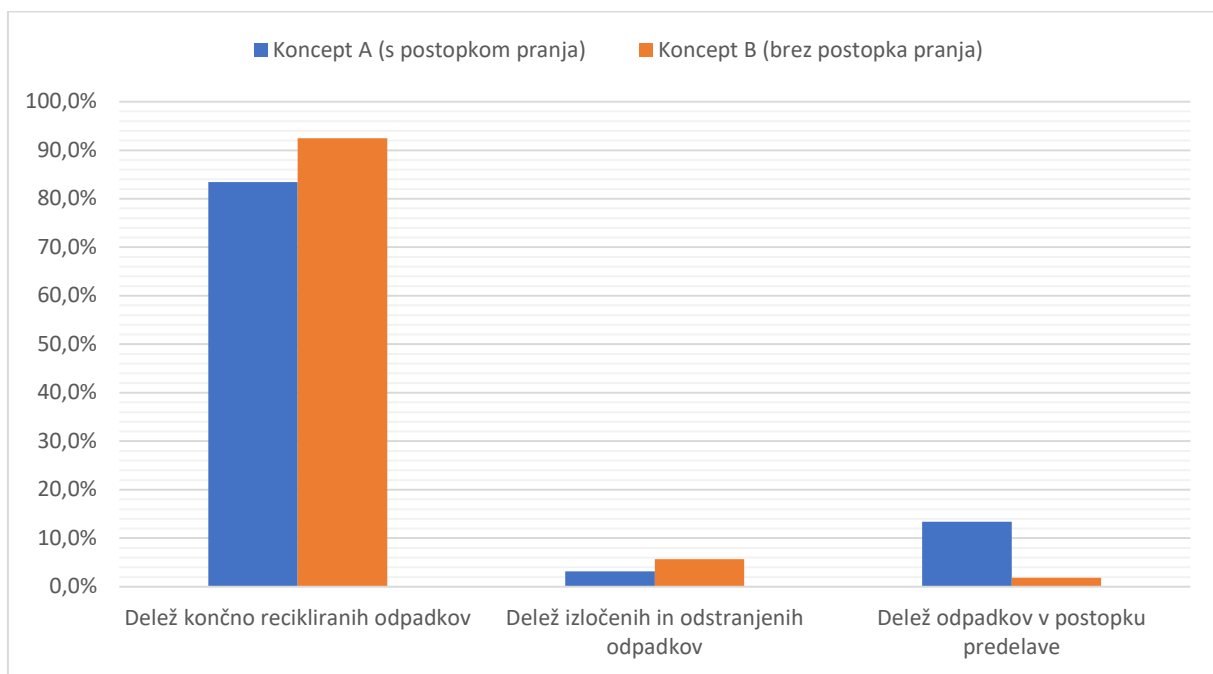
6.1.2 Predelava odpadka s št. 07 02 13

Za postopek predelave odpadka s številko »07 02 13 – Odpadna plastika« po posameznem tehnološkem konceptu sta bili izbrani dve pošiljki odpadkov, ki sta predstavljali merodajen vzorec za namen pridobitve rezultatov predelave. Gre za odpadke iz proizvodnje, priprave in distribucije izdelkov. Odpadki iz polietilenskega materiala, ki se sprejmejo pod to številko, običajno nimajo velikega deleža primesi in umazanij od prahu ali blata, tako da je možna predelava po obeh izbranih konceptih.

Preglednica 26: Rezultati izvedene predelave odpadka s št. 07 02 13 po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadka (02 01 04)	kg	22.000	21.100
Odpadki odstranjeni pri razpakiranju	kg	287	285
Izločeni odpadki na sortirnem traku	kg	414	913
Odpadki iz procesa pranja odpadkov	kg	2550	0
Odpadek v procesu predelave	kg	400	396
Pridobljena količina PE regranulata	kg	18.349	19.506
Delež končno recikliranih odpadkov	/	83,4 %	92,4 %
Delež izločenih in odstranjenih odpadkov	/	3,2 %	5,7 %
Delež odpadkov v postopku predelave	/	13,4 %	1,9 %
Količina vložene energije (elektrika)	kWh	20.551	13.947
Količina vložene energije na kg pridobljenega PE regranulata	kWh/kg	1,12	0,72
Količina porabe vode v postopku	m ³	52,13	0,00

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Količina porabe vode na kg pridobljenega PE regranulata	l/kg	2,84	0,00
Vrsta pridobljenega PE regranulata	/	TIP 2	TIP 1



Slika 15: Primerjava rezultatov predelave za odpadek s št. 07 02 13

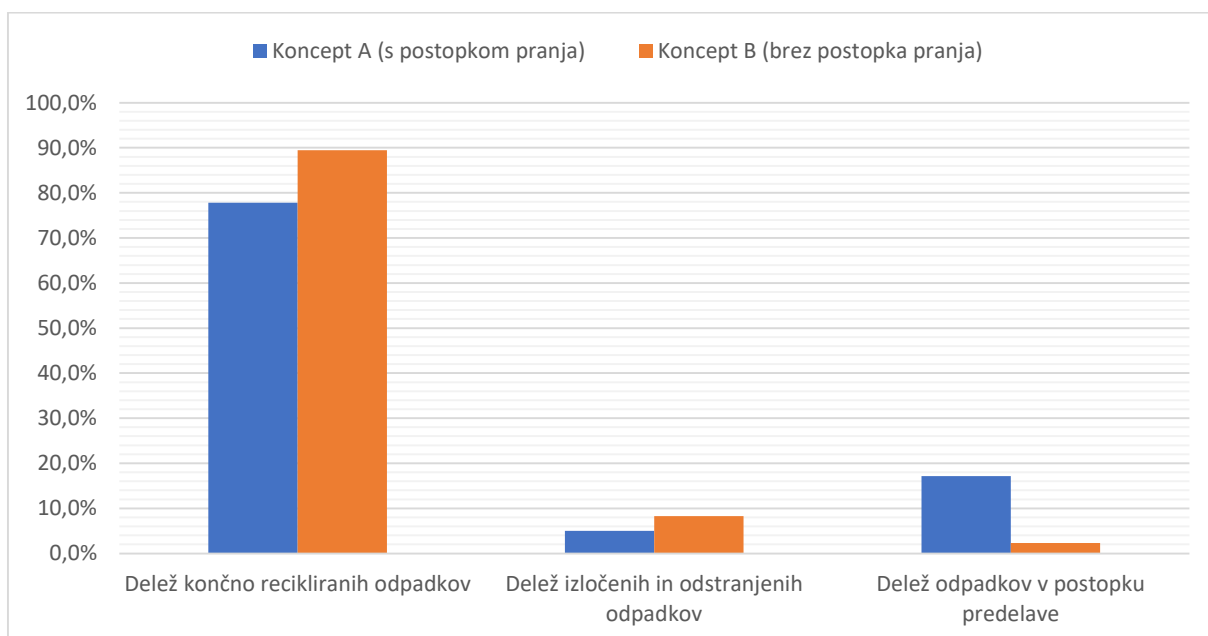
6.1.3 Predelava odpadka s št. 15 01 02

Za postopek predelave odpadka s številko »15 01 02 – Plastična embalaža« po posameznem tehnološkem konceptu sta bili izbrani dve pošiljki odpadkov, ki sta predstavljali merodajen vzorec za namen pridobitve rezultatov predelave. Gre za odpadke iz embalaže (vključno z embalažo, ločeno zbrano kot komunalni odpadke). Predpogoj je, da je embalaža ločena na vrsto plastičnega materiala, kar v konkretnem primeru predstavlja prevladujoči polietilenski odpadke. Odpadki iz polietilenskega materiala, ki se sprejmejo pod to številko, imajo določen del neželenih primesi. Vendar je glede na vhodne pošiljke in vnaprej pripravljene pošiljke odpadkov možna predelava po obeh izbranih konceptih.

Preglednica 27: Rezultati izvedene predelave odpadka s št. 15 01 02 po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadka (02 01 04)	kg	10.300	11.050
Odpadki odstranjeni pri razpakiranju	kg	127	142
Izločeni odpadki na sortirnem traku	kg	388	769
Odpadki iz procesa pranja odpadkov	kg	1520	0
Odpadek v procesu predelave	kg	249	257
Pridobljena količina PE regranulata	kg	8.016	9.882

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Delež končno recikliranih odpadkov	/	77,8 %	89,4 %
Delež izločenih in odstranjenih odpadkov	/	5,0 %	8,2 %
Delež odpadkov v postopku predelave	/	17,2 %	2,3 %
Količina vložene energije (elektrika)	kWh	8.978	7.066
Količina vložene energije na kg pridobljenega PE regranulata	kWh/kg	1,12	0,72
Količina porabe vode v postopku	m ³	22,77	0,00
Količina porabe vode na kg pridobljenega PE regranulata	l/kg	2,84	0,00
Vrsta pridobljenega PE regranulata	/	TIP 2	TIP 1



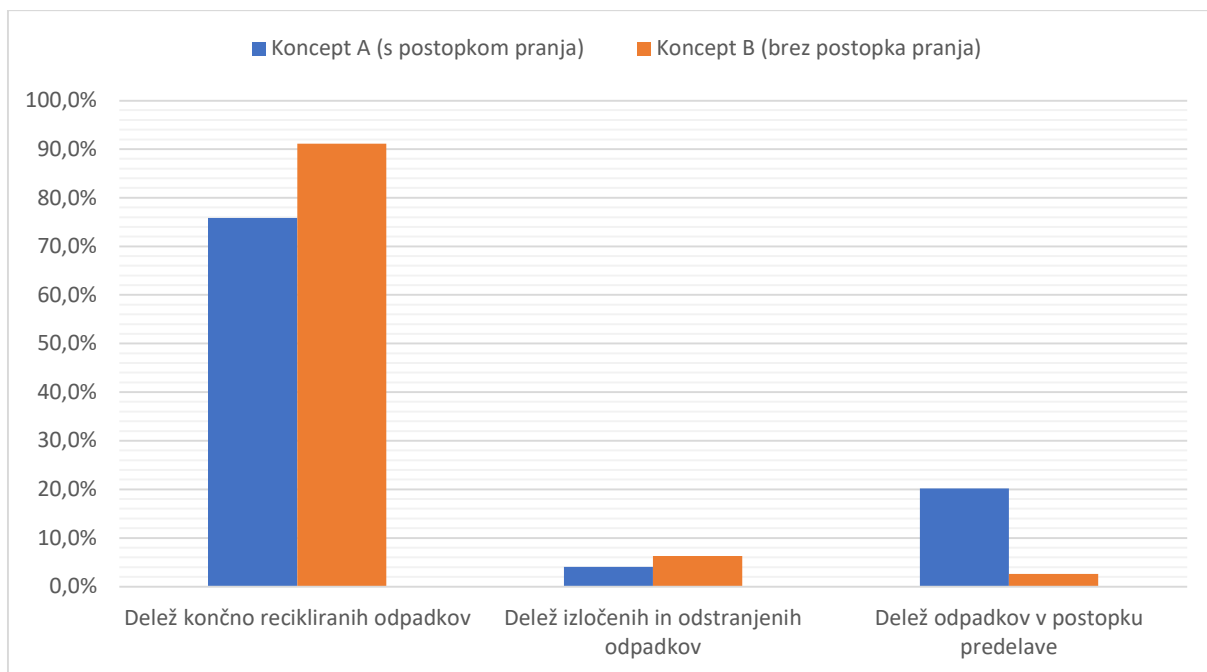
Slika 16: Primerjava rezultatov za odpadke s št. 15 01 02

6.1.4 Predelava odpadka s št. 19 12 04

Za postopek predelave odpadka s številko »19 12 04 – Plastika in guma« po posameznem tehnološkem konceptu sta bili izbrani dve pošiljki (količini) odpadkov, ki sta predstavljali merodajen vzorec za namen pridobitve rezultatov predelave z namenom primerjave konceptov. Gre za odpadke iz postopkov mehanske obdelave odpadkov. Odpadki iz polietilenskega materiala, ki se sprejmejo pod to številko, običajno nimajo velikega deleža primesi in umazanij od prahu ali blata, tako da je možna predelava po obeh izbranih konceptih. Odpadki so običajno tudi predhodno sortirani.

Preglednica 28: Rezultati izvedene predelave odpadka s št. 19 12 04 po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadka (02 01 04)	kg	18.600	20.300
Odpadki odstranjeni pri razpakiranju	kg	328	350
Izločeni odpadki na sortirnem traku	kg	419	929
Odpadki iz procesa pranja odpadkov	kg	3270	0
Odpadek v procesu predelave	kg	480	521
Pridobljena količina PE regranulata	kg	14.103	18.500
Delež končno recikliranih odpadkov	/	75,8 %	91,1 %
Delež izločenih in odstranjenih odpadkov	/	4,0 %	6,3 %
Delež odpadkov v postopku predelave	/	20,2 %	2,6 %
Količina vložene energije (elektrika)	kWh	15.795	13.228
Količina vložene energije na kg pridobljenega PE regranulata	kWh/kg	1,12	0,72
Količina porabe vode v postopku	m ³	40,07	0,00
Količina porabe vode na kg pridobljenega PE regranulata	l/kg	2,84	0,00
Vrsta pridobljenega PE regranulata	/	TIP 2	TIP 1



Slika 17: Primerjava rezultatov za odpadke s št. 19 12 04

6.4 ANALIZA REZULTATOV POSAMEZNEGA TEHNOLOŠKEGA KONCEPTA

Oba izbrana tehnološka procesa predelave (koncept A in koncept B), ki sta bila predhodno predstavljena, sem primerjal in ocenjeval na podlagi kazalnikov, pridobljenih s spremljanjem rezultatov v procesu predelave posamezne pošiljke odpadkov glede na vrsto odpadka in tehnološki proces. Izbrani kazalniki, ki smo jih spremljali v postopku, so:

- delež izločenih odpadkov;
- delež končno recikliranih odpadkov;
- delež odpadkov v postopku predelave;
- količina vložene energije;
- količina porabe vode;
- stroški in koristi predelave (kontrola finančnih in ekonomskih kazalnikov predelave).

Analizo z namenom primerjave sem izvedel za skupno količino predelanih odpadkov, ki so bili podrobneje predstavljeni v prejšnjem poglavju. Predelava v sklopu obrata se namreč izvaja kontinuirano in je zelo težko dobiti idealno situacijo, ki bi vključevala predelavo točno določene vrste odpadkov, gledano po številki odpadka. Zato primerjavo v nadaljevanju izvedem za skupno količino predelanih odpadkov za oba analizirana tehnološka koncepta predelave.

Izhodiščni podatki za namen analize rezultatov posameznega tehnološkega koncepta predelave so podani v spodnji preglednici. Kot lahko ugotovimo, je vhodna količina odpadkov, ki je bila dana v postopek predelave, primerljiva in je znašala okoli 70 ton.

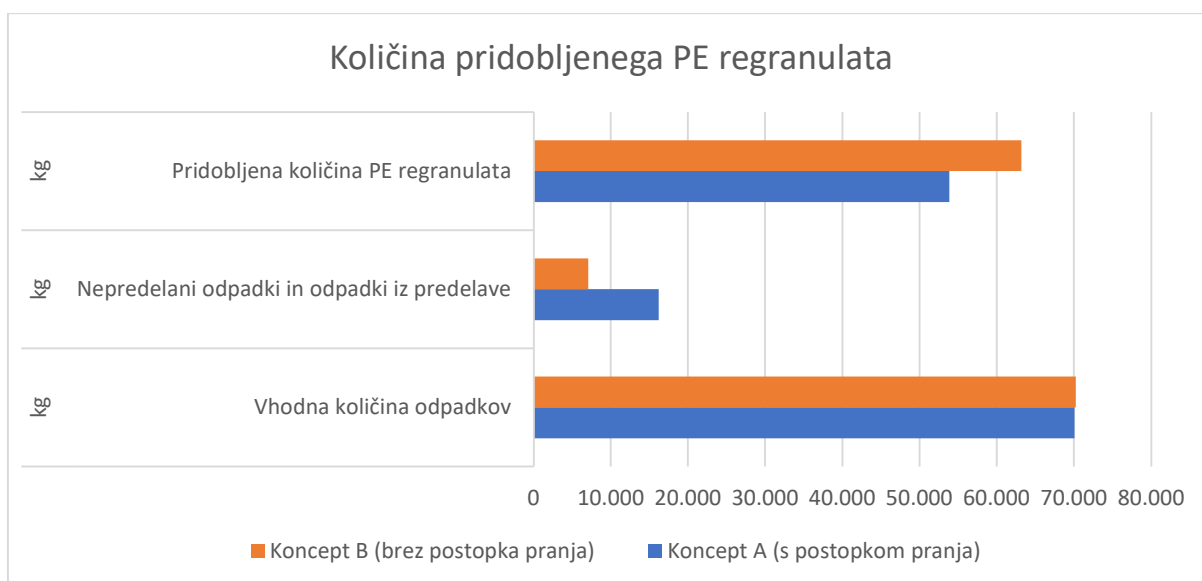
Za predelavo take količine odpadkov je na ravni obrata in zasnovanega koncepta dela potrebnih okoli 86 ur za varianto koncepta A in okoli 90 ur za varianto koncepta B. Razlog za večje število ur temelji na dejstvu, da je treba odpadke za predelavo brez postopka pranja (koncept B) bolj temeljito pregledati na traku za sortiranje in nato ročno dodajati v mlin linije za predelavo v polietilenski granulata.

Preglednica 29: Primerjava rezultatov izvedene predelave odpadkov po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadkov	kg	70.100	70.250
Odpadki odstranjeni pri razpakiranju	kg	1.131	1.153
Izločeni odpadki na sortirnem traku	kg	1.974	4.139
Odpadki iz procesa pranja odpadkov	kg	11.380	0
Odpadek v procesu predelave	kg	1.741	1.779
Pridobljena količina PE regranulata	kg	53.874	63.179
Vrsta pridobljenega PE regranulata	/	TIP 2	TIP 1

Kot lahko ugotovimo, je pri tehnološkem konceptu brez postopka pranja (koncept B) pridobljena večja količina polietilenskega granulata. Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je v tehnološkem postopku brez predhodnega pranja odpadkov pridobljenih dobrih 9 ton več polietilenskega granulata.

Groba primerjava rezultatov obeh tehnoloških konceptov je podana na spodnjem grafu. Ocenjujemo, da postopek brez predhodnega pranja ponudi med 10 in 15 % večjo količino pridobljenega polietilenskega granulata.



Slika 18: Primerjava vhodnih količin odpadkov in pridobljenega PE granulata na koncu postopka predelave

Naveden rezultat je treba razumeti z določeno mero previdnosti. Za izvedbo postopka predelave brez predhodnega pranja morajo biti namreč izpolnjeni predpogoji, ki sploh omogočijo izvedbo postopke predelave. Prvi je, da so na razpolago »čisti« odpadki brez vsebnosti nečistoč, tako da se lahko razvrstijo v kategorijo za predelavo odpadkov brez pranja in čiščenja. To pa je odvisno od čistosti pošiljk odpadkov. Ob tem je treba upoštevati, da so pošiljke odpadkov brez nečistoč (prah, blato, druge nečistoče) višjega cenovnega razreda, kar vpliva na stroške. Ob tem je takih pošiljk na trgu malo, kar zahteva zelo natančno analizo pred odločitvijo o nabavi odpadkov, ki se jih sprejema v postopek predelave na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

Že iz osnovnega prikaza lahko razberemo, da je ključna predpostavka za učinkovit postopek predelave ločevanje odpadkov na izvoru, tako po tipu materiala, iz katerega je odpadki, kot glede na čistost odpadkov v smislu vsebnosti nečistoč, ki ovirajo postopek predelave na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

V postopku predelave po konceptu A (s postopkom pranja) se pridobi recikliran PE regranulat, kateremu se dodeli oznaka (TIP 2)⁵. Pri konceptu B (brez postopka pranja) se pridobi recikliran PE regranulat, kateremu se dodeli oznaka (TIP 1). Oba tipa pridobljenega regranulata sta primerna za ponovno uporabo v izdelavi PE folij. Vendar je treba izpostaviti, da so lastnosti regranulata TIP 1 boljše glede na načine možne uporabe. V primerjavi obeh tipov ima regranulat TIP 1 pri izdelavi PE folij sledeče boljše lastnosti:

- Večja UV odpornost. Folija iz regranulata TIP 1 ima daljšo obstojnost na izpostavljenost soncu.
- Boljše ekstruzijske lastnosti. Folija iz PE regranulata TIP 1 ima gladko površino, brez hrapavih vključkov in brez pojava točkovnih vrzeli ter pikčaste strukture na površini.
- Večja natezna obremenitev. Primerjava pokaže, da PE folija iz regranulata TIP 1 prenaša za 11 % večjo natezno obremenitev kot folija iz regranulata TIP 2.
- Ni prisotnosti vonja, kar pomeni, da ni potrebe za dodajanje aditivov za nevtralizacijo vonjav.

⁵ Oznaka po tipu PE regranulata je dodeljena in prilagojena za namen izdelave tega magistrskega dela. Komercialne oznake, ki jih podjetje uporablja, so odvisne od predvidenega načina uporabe in trženja pridobljenega PE regranulata. Oznake so odvisne od potencialnih kupcev, vrste procesov nadaljnje uporabe, vrste materialov, ki se izdelujejo ipd.

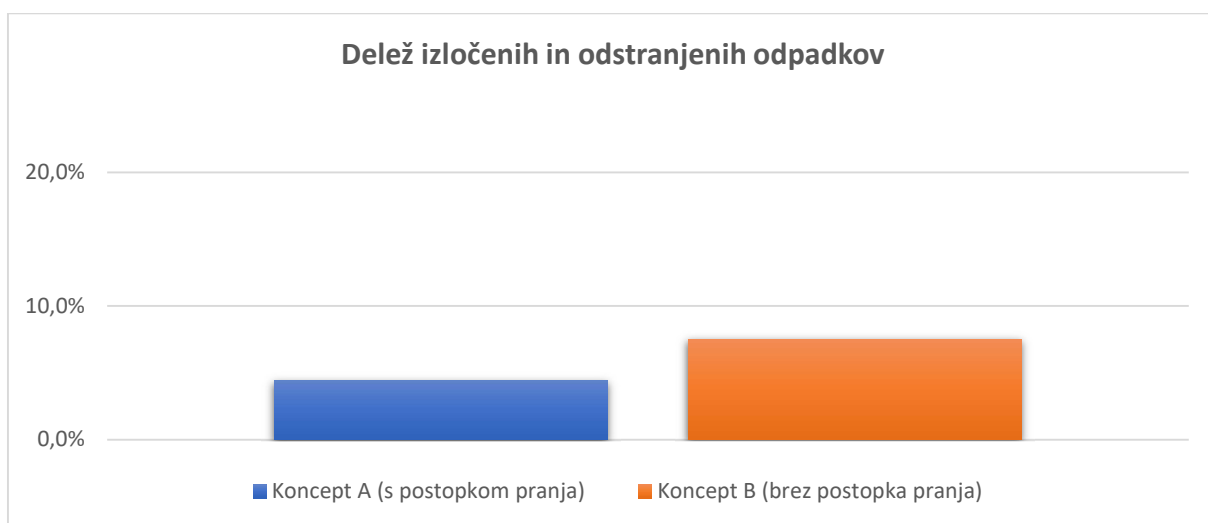
6.1.5 Delež izločenih odpadkov v postopku predelave odpadne plastike

V tehnološkem postopku brez postopka pranja nastane večji delež izločenih odpadkov. To je razvidno iz spodnje preglednice in grafa. To nastane predvsem na račun izločanja odpadkov na traku za sortiranje. V postopku sortiranja se odpadki namreč razvrščajo tudi glede na čistost (tj. vsebnost nečistoč, kot so prah in blato ipd.). Ta pomeni, da v kolikor delavec zazna, da odpadki niso primerni za predelavo na liniji, se izločijo s traku in odložijo v košaro z odpadki, ki so namenjeni za postopek predhodnega pranja. Drugi odpadki, ki nastanejo v postopku razpakiranja in ročnega sortiranja, so primerljivi in ni bistvenih odstopanj.

Preglednica 30: Primerjava rezultatov izvedene predelave odpadkov po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadkov	kg	70.100	70.250
Pridobljena količina PE regranulata	kg	53.874	63.179
Delež izločenih in odstranjenih odpadkov	/	4,4 %	7,5 %

Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je v postopku ročnega sortiranja za tehnološki postopek brez predhodnega pranja odpadkov izločenih okoli 2,2 toni odpadkov, ki niso primerni za tako vrsto predelave. Tudi ta podatek je treba vzeti z veliko mero previdnosti, saj gre pri tem pretežno za odpadke, ki so primerni za postopek predelave s predhodnim pranjem na pralni liniji. Torej to niso neposredno izločeni drugi odpadki, ki jih ni možno reciklirati.



Slika 19: Primerjava deleža izločenih odpadkov pri posameznem konceptu predelave

6.1.6 Delež končno recikliranih odpadkov

V tehnološkem postopku brez postopka pranja nastane večji delež končno recikliranih odpadkov. Večji delež recikliranja se pojavi predvsem zaradi odpadkov, ki nastanejo v postopku pranja na liniji za pranje odpadkov pri konceptu A. V tehnološkem konceptu predelave s postopkom pranja (koncept A) namreč nastajajo tudi odpadki, ki se odstranjujejo pri pranju odpadkov in odpadki, ki nastajajo pri čiščenju pralnih voda. Hkrati pa se v postopku pranja pojavljajo tudi izgube. V postopku ni mogoče v celoti zagotoviti, da ne pride tudi do izločanja dela polietilenskega materiala, ki bi sicer bil primeren za predelavo. Zato se del tega materiala izloča kot odpadek v sklopu čiščenja. To pa je potem tudi vzrok, da manjša količina materiala vstopa v postopek za izdelavo polietilenskega granulata.

Preglednica 31: Količina recikliranih odpadkov po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadkov	kg	70.100	70.250
Pridobljena količina PE regranulata	kg	53.874	63.179
Delež končno recikliranih odpadkov	/	76,9 %	89,9 %

Kot lahko ugotovimo, je pri tehnološkem konceptu brez postopka pranja delež recikliranja višji. Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je v tehnološkem postopku brez predhodnega pranja odpadkov recikliranih za 13 % več odpadkov. To vpliva tudi na količino pridobljenega regranulata.

Ocenjujemo, da postopek brez predhodnega pranja ponudi med 10 in 15 % večjo količino pridobljenega polietilenskega granulata. To pa predstavlja tudi višji delež recikliranih odpadkov.



Slika 20: Primerjava deleža recikliranih odpadkov pri posameznem konceptu predelave

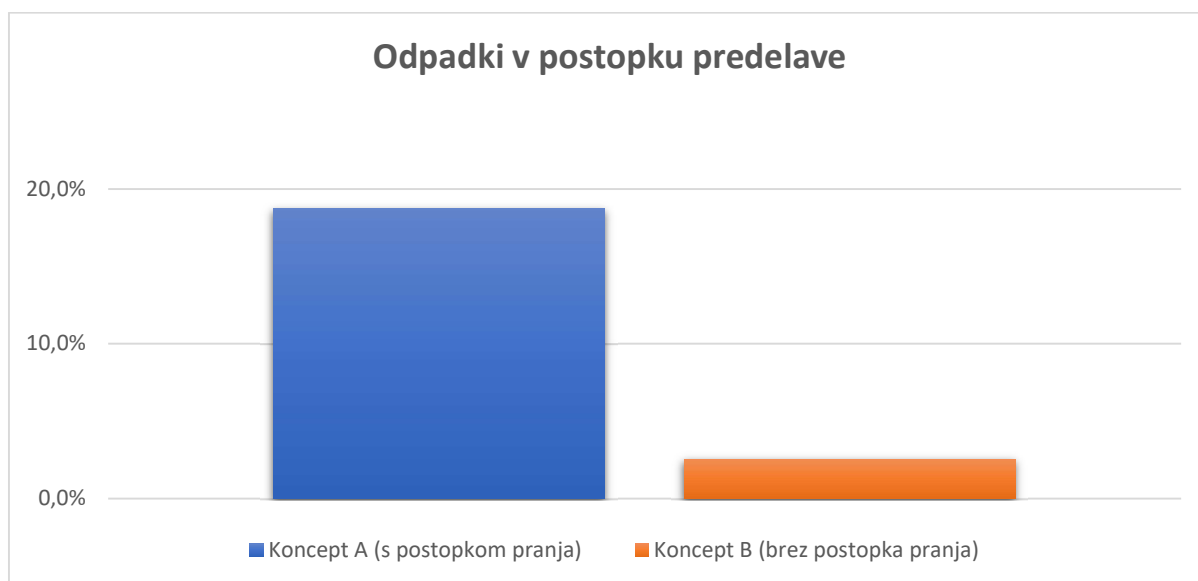
6.1.7 Delež odpadkov v postopku predelave

V tehnološkem postopku brez postopka pranja (koncept B) nastane manjša količina odpadkov v postopku predelave. Razlika v količini nastalih odpadkov je velika. To je predvsem posledica odpadkov, ki nastanejo v postopku pranja na liniji za pranje odpadkov pri konceptu A. V tehnološkem konceptu A namreč nastajajo tudi odpadki, ki se odstranjujejo pri pranju odpadkov in odpadki, ki nastajajo pri čiščenju pralnih voda.

Preglednica 32: Delež odpadkov v postopku predelave po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadkov	kg	70.100	70.250
Pridobljena količina PE regranulata	kg	53.874	63.179
Delež odpadkov v postopku predelave	/	18,7%	2,5%

Kot lahko ugotovimo, je pri tehnološkem konceptu brez postopka pranja količina odpadkov, ki nastane, nekaj krat manjša. Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je v tehnološkem postopku s predhodnim pranjem odpadkov nastalo za dobrih 11 ton več odpadkov. To vpliva tudi na količino pridobljenega regranulata in končni rezultat predelave.



Slika 21: Primerjava deleža odpadkov v postopku predelave pri posameznem konceptu predelave

Vendar je treba izpostaviti, da obstaja verjetnost, da so pošiljke odpadkov, ki se jih sprejema v predelavo, morda predhodno bile že oprane in očiščene (bodisi pri povzročitelju teh odpadkov ali pa pri pripravi pošiljk odpadkov na strani pošiljatelja) zaradi izločanja nečistoč in doseganja višje trženje cene pri oddaji odpadkov v postopek predelave. Tega ni mogoče posebej analizirati in presega okvir tega magistrskega dela. Zato grobo privzamem, da se pri enakih količinah primernih odpadkov kot bolj učinkovit iz vidika nastajanja odpadkov v postopku kaže tehnološki koncept B.

6.1.8 Količina vložene energije

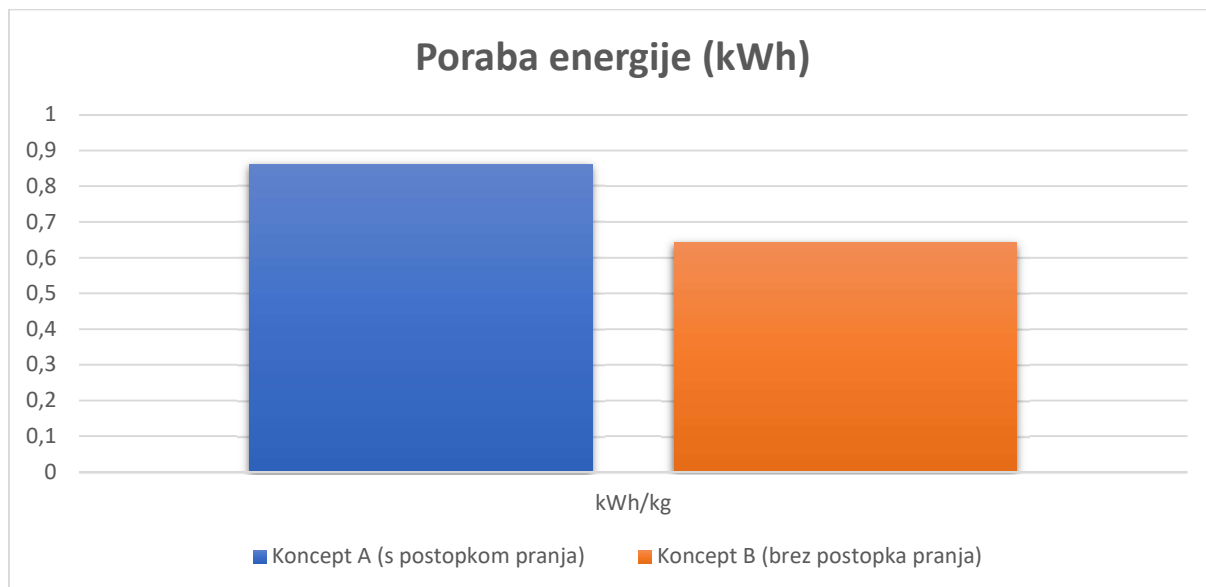
Pri spremljanju količine vložene energije sem se omejil na porabo električne energije v procesu predelave. Količine odpadkov, ki so bile predelane v posameznem tehnološkem konceptu predelave (tj. Koncept A in Koncept B), so bile skoraj enake. Gre za majhno razliko v količini, kar se lahko vključi v okvir tolerance ali pogreška.

Količina energije, ki je bila porabljena pri predelavi odpadkov pri konceptu A in vključuje postopek pranja na liniji za pranje polietilenskih odpadkov, je bila po pričakovanjih višja. Zaradi delovanja linije za pranje s spremljajočimi procesi sušenja opranih odpadkov in nato še čiščenja pralnih voda je poraba elektrike večja. To se jasno vidi tudi iz rezultatov v naslednji preglednici.

Preglednica 33: Količine porabe energije za predelavo po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	Enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadkov	kg	70.100	70.250
Pridobljena količina PE regranulata	kg	53.874	63.179
Delež pridobljenega PE regranulata		76,9 %	89,9 %
Količina vložene energije (elektrika)	kWh	60.339	45.173
Količina vložene energije na kg pridobljenega PE regranulata	kWh/kg	1,12	0,72

Kot lahko ugotovimo, je pri tehnološkem konceptu B brez postopka pranja odpadkov poraba energije manjša za več kot 15.000 kWh pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov.



Slika 22: Poraba energije na kg odpadka za predelavo odpadkov pri posameznem konceptu predelave

Primerjava rezultatov kaže, da je za postopek predelave po konceptu A potrebno zagotoviti okoli 0,86 kWh/kg odpadkov, kar je za dobrih 0,22 kWh/kg več kot pri predelavi pri konceptu B. To ima neposredni vpliv na stroškovni del predelave in končni rezultat predelave iz vidika finančnih koristi.

6.1.9 Količina porabe vode

Voda za namen pranja se uporablja v obliki tehnološke odpadne vode, ki nastaja pri pranju umazanih odpadkov na liniji za pranje in kot hladilna voda za hlajenje granulata na izpustni glavi linije INTAREMA TVEplus.

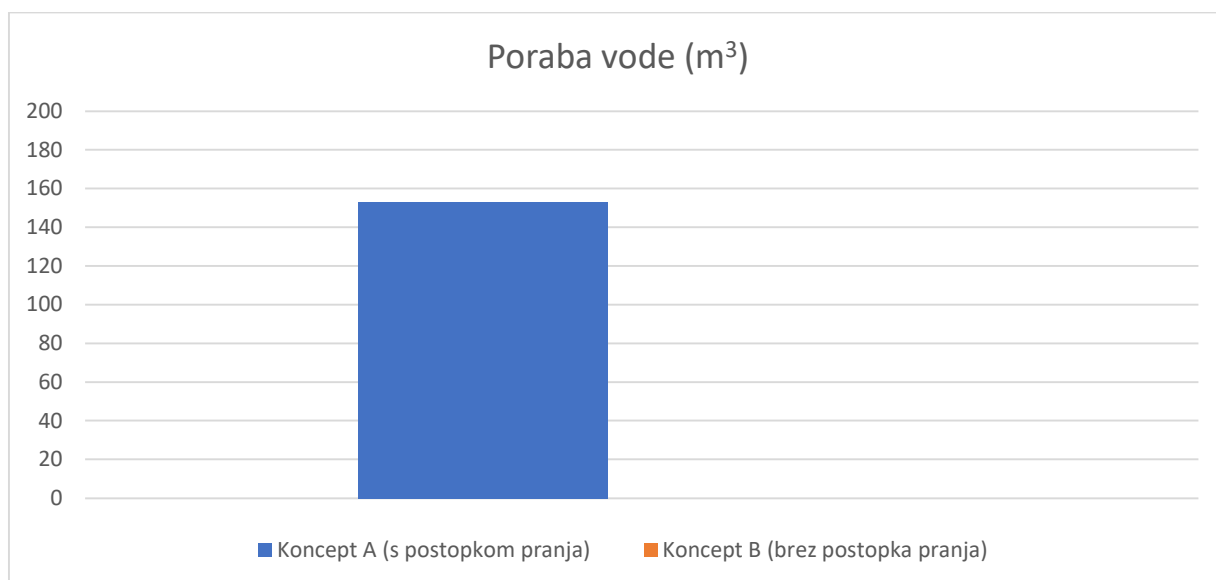
Voda za namen hlajenja kroži v zaprtem krogotoku, tako da porabe te vode nisem zajemal v okviru analize. Voda se namreč dodaja v sistem samo v primeru izgub. Količina predelanih odpadkov za namen analize je majhna, tako da tega ni bilo možno zabeležiti.

Glede na zastavljeni koncept je tako poraba vode zabeležena samo pri odpadkov po tehnološkem konceptu A, ki vključuje postopek pranja na liniji za pranje polietilenskih odpadkov. Zaradi delovanja linije za pranje s spremljajočimi procesi se namreč porablja voda. Pri postopku brez pranja (tj. predelava po konceptu B) se voda za namen pranja ne uporablja. To se jasno vidi tudi iz rezultatov s spodnji preglednici.

Preglednica 34: Poraba vode po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadkov	kg	70.100	70.250
Pridobljena količina PE regranulata	kg	53.874	63.179
Delež pridobljenega PE regranulata	/	76,9 %	89,9 %
Količina porabe vode v postopku	m ³	153,06	0,00
Količina porabe vode na kg pridobljenega PE regranulata	l/kg	2,84	0,00

Poraba vode v postopku pranja se giblje med 2 in 2,5 m³ na tono odpadkov. V postopku pranja se uporablja hladna voda brez prisotnosti kakršnih koli čistilnih oz. pralnih sredstev.



Slika 23: Poraba vode pri posameznem konceptu predelave

Umazane pralne vode se čisti na namenski industrijski čistilni napravi. Pri tem pa nisem posebej analiziral in zasledoval koncepta vzpostavitve t. i. zaprtega krogotoka, temveč sem izhajali iz načina klasičnega pranja z dodajanjem sveže vode v sistem.

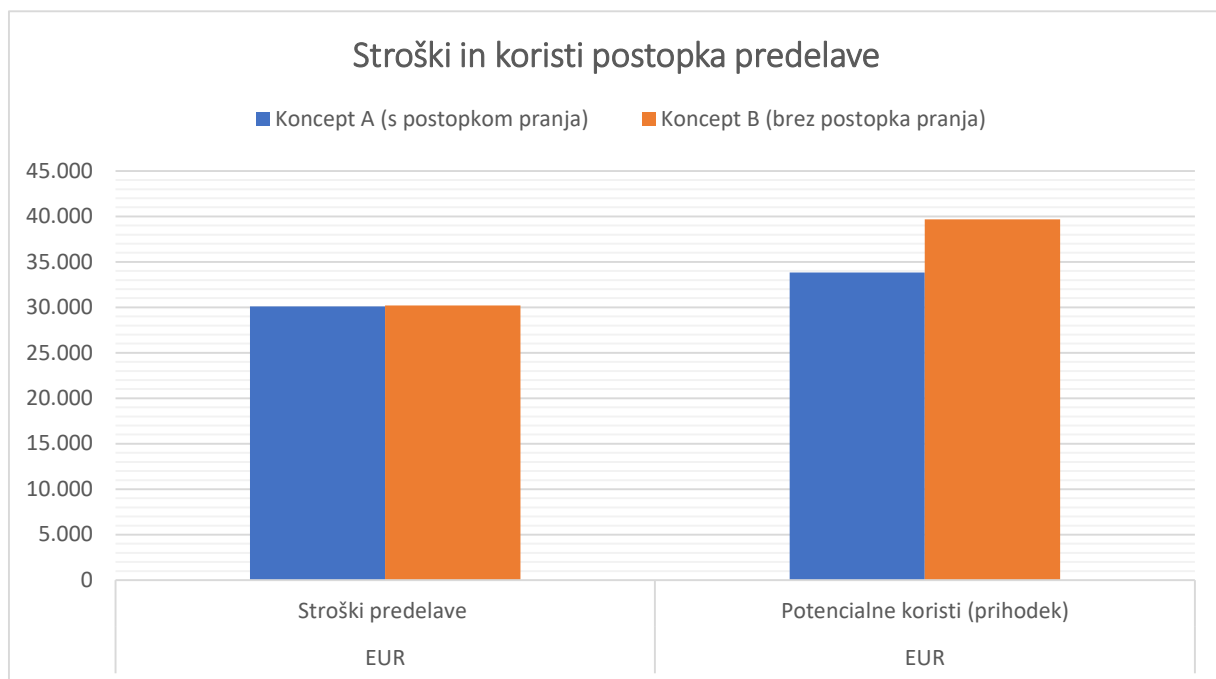
6.1.10 Stroški in koristi predelave

Za namen kontrole finančnih koristi izvajanja postopka predelave sem ocenil stroške predelave odpadkov za posamezen koncept predelave. V okvir stroškov so bili zajeti stroški, povezani z nabavo vhodnih količin odpadkov, stroški delovne sile, stroški energije in drugi operativni stroški. Stroški so preračunani glede na povprečje obračunskega obdobja in preračunani na enoto odpadka in enoto pridobljenega polietilenskega granulata. Prihodki so bili hipotetično ocenjeni glede na količino pridobljenega polietilenskega granulata in tržno ceno, ki jo je možno dosegati na trgu v času izvedene predelave. Ocenjeni stroški predelave po posameznem tehnološkem konceptu so prikazani v naslednji preglednici.

Preglednica 35: Stroški in koristi po posameznem tehnološkem konceptu predelave

Postavka	enota	Koncept A (s postopkom pranja)	Koncept B (brez postopka pranja)
Vhodna količina odpadkov	kg	70.100	70.250
Pridobljena količina PE regranulata	kg	53.874	63.179
Delež pridobljenega PE regranulata	/	76,9 %	89,9 %
Stroški predelave	EUR	30.116	30.200
Potencialne koristi (prihodek)	EUR	33.833	39.676
Razmerje med koristmi in stroški	/	1,12	1,31

Ugotovimo, da so stroški predelave po posameznem tehnološkem konceptu med seboj primerljivi in ni ugotovljenih večjih odstopanj v ocenjenih stroških. Četudi je pri tehnološkem konceptu A večja poraba električne energije in so večji tudi stroški zaradi ravnanja z odpadki, ki nastanejo v postopku predelave, se zaradi višje dobavne cene čistih odpadkov za koncept B izkaže, da so stroški primerljivi.



Slika 24: Stroški in koristi pri posameznem konceptu predelave

Pri stroških velja izpostaviti, da lahko zaradi večjega deleža odpadkov v postopku predelave pri tehnološkem konceptu B nastane tudi večja razlika v stroških. To je odvisno od gibanja cen za prevzem odpadkov, ki nastanejo v postopku predelave. Stroški, ki so ocenjeni in prikazani kot celota, temeljijo na statični oceni brez gibanja tržnih cen in veljajo za obdobje, v katerem je izvajano testiranje z namenom primerjave rezultatov. Stroški na enoto (npr.: tona odpadka) stalno nihajo in so pogojeni s cenami energije, cenami polietilenskih odpadkov na trgu, stroški delovne sile, operativnimi stroški in stroški nadaljnjega ravnanja z odpadki. Zato so zgoraj navedeni stroški samo ocena za namen primerjave obeh tehnoloških konceptov.

V postopku predelave po konceptu A (s postopkom pranja) se pridobi recikliran PE regranulat, kateremu se dodeli oznaka (TIP 2)⁶. Pri konceptu B (brez postopka pranja) se pridobi recikliran PE regranulat, kateremu se dodeli oznaka (TIP 1). Oba tipa pridobljenega regranulata sta primerna za ponovno uporabo v izdelavi PE folij. Vendar je treba izpostaviti, da so lastnosti regranulata TIP 1 boljše iz vidika načinov možne uporabe. V primerjavi obeh tipov ima regranulat TIP 1 pri izdelavi PE folij naslednje boljše lastnosti, kar je predhodno že predstavljeno v uvodnem delu poglavja 6.4.

Ocenjeni pričakovani prihodki so pri tehnološkem konceptu B višji. Razlog za to je večja količina pridobljenega polietilenskega granulata. Zato je tudi neposredno pri tehnološkem konceptu B pričakovano dosežena višja ocena potencialnih prihodkov.

Količnik med stroški in koristmi je v obeh primerih pozitiven. To se neposredno odraža na rentabilnosti izvedbe postopka predelave. Ključni faktor, ki vpliva na ta količnik, je iz vidika tehnologije cena električne energije ter odkupna cena polietilenskega granulata.

⁶ Oznaka po tipu PE regranulata je dodeljena in prilagojena za namen izdelave tega magistrskega dela. Komercialne oznake, ki jih podjetje uporablja, so odvisne od predvidenega načina uporabe in trženja pridobljenega PE regranulata. Oznake so odvisne od potencialnih kupcev, vrste procesov nadaljnje uporabe, vrste materialov, ki se izdelujejo ipd.

7 ZAKLJUČEK

Polietilen (PE) spada med najpogosteje uporabljene plastike na svetu in je prisoten v številnih industrijah in segmentih vsakdanje rabe. Lastnosti polietilena kot materiala omogočajo možnost večkratne predelave in ponovne uporabe, kar se nanaša tudi na možnost reciklaže odpadkov iz tovrstnih materialov. V primeru odpadkov iz polietilenskih materialov gre za odpadke, ki jih je možno reciklirati z namenom pridobitve surovine za ponovno izdelavo polietilenskih izdelkov.

Posledica uporabe polietilenskih materialov je tudi nastajanje odpadkov. Odpadki iz polietilenskih materialov nimajo posebej določene številke odpadka v seznamu odpadkov, zato ni mogoče določiti ene številke odpadka samo za odpadke iz polietilenskih materialov. Na osnovi izvedene raziskave smo za namen analiz izbrali štiri vrste odpadkov, pri katerih se v največji meri pojavljajo odpadki iz polietilenskega materiala. Tako smo izbrali odpadke s številkami: 02 01 04 – Odpadna plastika, 07 02 13 – Odpadna plastika, 15 01 02 – Plastična embalaža ter 19 12 04 – Plastika in guma.

Na podlagi izvedene analize statističnih podatkov in količin predelave izbranih vrst polietilenskih odpadkov, ki jih lahko razvrstimo v skupino polietilenskih odpadkov, lahko zaključim, da je trg na področju te vrste odpadkov v Sloveniji dobro organiziran. Vzpostavljena je mreža podjetij, ki imajo pridobljena dovoljenja za predelavo te vrste odpadkov. Glede na deleže recikliranja ima predelava pozitivne učinke na doseganje zastavljenih ciljev na področju ravnanja z odpadki. To se neposredno odraža tudi na ciljih ravnanja z odpadki iz plastike.

Dostopni podatki kažejo, da je bilo v začetku leta 2024 glede na evidenco predelovalcev odpadkov v Sloveniji izdanih 47 okoljevarstvenih dovoljenj za predelavo različnih vrst odpadne plastike po postopku R3. Podrobni pregled pokaže, da jih ima osem pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje za predelavo vseh štirih izbranih vrst odpadkov po postopku R3. Pomembno je izpostaviti, da je v Sloveniji deset podjetij, ki na enajstih lokacijah izvajajo tudi predelavo odpadkov z namenom pridobitve polietilenskega granulata. Postopki predelave v podjetjih temeljijo na podobnih tehnoloških konceptih z uporabo linije za izdelavo polietilenskega granulata.

Vsebinski poudarek magistrskega dela je primerjava dveh različnih konceptov predelave polietilenskih odpadkov (odpadna PE folija in drugi odpadni PE materiali) na liniji za izdelavo polietilenskega granulata, ki omogoča ponovno uporabo v tehnoloških postopkih izdelave polietilenskih folij. Raziskovalni del je vključeval analitično raziskavo učinkov za:

- Koncept A: postopek predelave na liniji, ki vključuje predhodni postopek pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.
- Koncept B: postopek predelave na liniji brez pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

Analiza z namenom pridobitve rezultatov za pregled učinkov in primerjavo izbranih tehnoloških konceptov (koncept A in koncept B) je bila izvedena na liniji za predelavo polietilenskih odpadkov v polietilenski granulati v obratu podjetja PLASTA, d. o. o. Za namen kontrole učinkov in primerjavo izbranih tehnoloških konceptov je bil izveden poskus predelave za izbrane štiri vrste odpadkov, in sicer: 02 01 04 – Odpadna plastika, 07 02 13 – Odpadna plastika, 15 01 02 – Plastična embalaža ter 19 12 04 – Plastika in guma.

Oba izbrana tehnološka procesa predelave (koncept A in koncept B) sem primerjal in ocenjeval na podlagi kazalnikov, ki so bili pridobljeni s spremljanjem rezultatov v procesu predelave odpadkov glede na vrsto odpadka in tehnološki proces.

Vhodna količina odpadkov, ki je bila dana v postopek predelave po posameznem tehnološkem konceptu, je primerljiva in je znašala okoli 70 ton. Zaključne ugotovitve so predstavljene v nadaljevanju.

Delež izločenih odpadkov v postopku predelave odpadne plastike

V tehnološkem postopku brez postopka pranja nastane večji delež izločenih odpadkov. Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je v postopku ročnega sortiranja za tehnološki postopek brez predhodnega pranja odpadkov izločenih okoli 2,2 toni odpadkov, ki niso primerni za tako vrsto predelave.

Delež končno recikliranih odpadkov

V tehnološkem postopku brez postopka pranja nastane večji delež končno recikliranih odpadkov. Večji delež recikliranja se pojavi predvsem zaradi odpadkov, ki nastanejo v postopku pranja na liniji za pranje odpadkov pri konceptu A. Ugotovim, da je pri tehnološkem konceptu brez postopka pranja delež recikliranja višji. Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je v tehnološkem postopku brez predhodnega pranja odpadkov recikliranih za 13 % več odpadkov. To vpliva tudi na količino pridobljenega regrnulata. Pri tehnološkem konceptu brez postopka pranja (koncept B) je bila pridobljena večja količina polietilenskega granulata. Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je v tehnološkem postopku brez predhodnega pranja odpadkov pridobljenih dobrih 9 ton več polietilenskega granulata. Ocenjujem, da postopek brez predhodnega pranja ponudi med 10 in 15 % večjo količino pridobljenega polietilenskega granulata. To se tudi odraža na kazalniku deleža končno recikliranih odpadkov.

Delež odpadkov v postopku predelave

V tehnološkem postopku brez postopka pranja (koncept B) nastane manjša količina odpadkov v postopku predelave. Razlika v količini nastalih odpadkov je lahko tudi dokaj velika. To je predvsem posledica odpadkov, ki nastanejo v postopku pranja na liniji za pranje odpadkov pri konceptu A. Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je v tehnološkem postopku brez predhodnega pranja odpadkov nastalo za dobrih 11 ton več odpadkov. To vpliva tudi na količino pridobljenega regrnulata in končni rezultat predelave.

Delež odpadkov v postopku predelave pri konceptu A je znašal 18,7 % in pri konceptu B je znašal 2,5 %, glede na celotno količino PE odpadkov, ki so bili predmet predelave. Ocenjujem, da postopek brez predhodnega pranja povzroči med 6 in 7 krat manjšo količino odpadkov, ki nastanejo v postopku predelave. To se tudi odraža na kazalniku deleža končno recikliranih odpadkov.

Vendar je treba izpostaviti, da obstaja verjetnost, da so pošiljke odpadkov, ki se jih sprejema v predelavo morda bile predhodno že oprane in očiščene zaradi izločanja nečistoč in doseganja višje cene pri oddaji odpadkov postopek predelave. Tega ni mogoče posebej analizirati in presega okvir tega magistrskega dela.

Količina vložene energije

Pri spremljanju količine vložene energije smo se omejili na porabo električne energije v procesu predelave. Količina energije, ki je bila porabljena pri predelavi odpadkov pri konceptu A, ki vključuje postopek pranja na liniji za pranje polietilenskih odpadkov, je bila po pričakovanjih višja. Zaradi delovanja linije za pranje s spremljajočimi procesi čiščenja pralnih voda je namreč večja tudi poraba električne energije. Ugotovim, da je pri tehnološkem konceptu B brez postopka pranja odpadkov poraba energije manjša. Primerjava rezultatov kaže, da je za postopek predelave po konceptu A potrebno zagotoviti okoli 0,86 kWh/kg odpadkov, kar je za dobrih 0,22 kWh/kg več kot pri predelavi pri konceptu B.

Pri tehnološkem konceptu B brez postopka pranja odpadkov je potrebno zagotoviti okoli 0,72 kWh energije na kg pridobljenega regranulata, medtem ko je pri tehnološkem konceptu A s postopkom pranja potrebnih ca. 1,12 kWh na kg pridobljenega regranulata, kar predstavlja za okoli 0,41 kWh več kot pri konceptu brez pranja. Pri vseh postopkih se uporablja električna energija. Glavni porabniki so linija za izdelavo PE granulata s pripadajočimi sklopi, linija za pranje in čiščenje odpadkov ter industrijska čistilna naprava. Ravno zadnja dva sta tudi vzrok za večjo porabo električne energije pri tehnološkem konceptu A.

Količina porabe vode

Glede na zastavljeni koncept je poraba vode zabeležena samo pri odpadkih po tehnološkem konceptu A, ki vključuje postopek pranja na liniji za pranje polietilenskih odpadkov. Zaradi delovanja linije za pranje s spremljajočimi procesi se namreč porablja voda. Pri postopku brez pranja (tj. predelava po konceptu B) se voda za namen pranja ne uporablja. Poraba vode v postopku pranja se giblje med 2 in 2,5 m³ na tono odpadkov. V postopku pranja se uporablja hladna voda brez prisotnosti kakršnih koli čistilnih oz. pralnih sredstev.

V postopku pranja odpadkov nastaja odpadna voda. Odpadna voda se čisti na industrijski čistilni napravi (IČN). Prečiščena voda se delno vrača nazaj v postopek pranja, saj je vzpostavljen delno zaprti sistem vračanja prečiščene odpadne vode.

Stroški in koristi predelave

Stroški predelave po posameznem tehnološkem konceptu so med seboj primerljivi. Presenetljivo je, da ni ugotovljenih večjih odstopanj v stroških glede na posameznih tehnološki koncept predelave. Četudi je pri tehnološkem konceptu A poraba energije večja, se zaradi višje dobavne cene »čistih« odpadkov za koncept B izkaže primerljivost med stroški. Stroški predelave so bili v času izvedbe poskusa okoli 430 do 450 EUR na tono odpadkov. Pri stroških velja izpostaviti, da lahko zaradi večjega deleža odpadkov v postopku predelave pri tehnološkem konceptu A nastane tudi večja razlika v stroških. To je odvisno od gibanja cen za prevzem odpadkov, ki nastanejo v postopku predelave.

Ocenjeni pričakovani prihodki so pri tehnološkem konceptu B višji. Razlog za to je večja količina pridobljenega polietilenskega granulata. Zato je tudi pri tehnološkem konceptu B pričakovano dosežena višja ocena potencialnih prihodkov. Ocenjena tržna vrednost pridobljenega polietilenskega granulata je okoli 630 EUR na tono granulata. Količnik med stroški in koristmi je v obeh primerih pozitiven. To se neposredno odraža na rentabilnosti izvedbe postopka predelave. Ključni faktor, ki vpliva na ta količnik, je iz vidika tehnologije predelave cena električne energije, nabavna vrednost vhodnih odpadkov ter odkupna cena polietilenskega granulata.

Ugotovitve glede zastavljenih hipotez

Izhodiščna hipoteza, kateri smo sledili, je: »Postopek predelave polietilenskih odpadkov na liniji za pridobitev polietilenskih granulotov je omejen samo za ožji del odpadkov iz plastike in upravičenost predelave je pogojena s čistostjo odpadkov, ki vstopajo v postopek predelave. Navedeno ima bistven vpliv na obseg uvoza tovrstnih odpadkov iz tujine.«

Izhodiščno hipotezo deloma potrdim in deloma ovržem. Potrdim v delu, ki se nanaša na omejitev ožjega dela odpadkov iz plastike. Na liniji za izdelavo polietilenskih granulotov je namreč možno predelovali samo odpadke iz tipa plastike polietilen. Drugi tipi plastike morajo biti izločeni v fazi sortiranja, tehnološki postopek pa ni primeren za vse vrste plastičnih materialov. Ovržem jo v delu, ki se nanaša na »upravičenost predelave, ki je pogojena s čistostjo odpadkov, ki vstopajo v postopek predelave«. Glede na pridobljene rezultate je namreč upravičen tudi postopek predelave, ki vključuje predhodno pranje na liniji za čiščenje polietilenskih odpadkov pred postopkom recikliranja v polietilenski granulot. Finančne koristi so pozitivne. Tudi ostali učinki imajo doprinos k doseganju končnih ciljev recikliranja odpadkov. Glede na dejstvo, da ima tehnološki koncept predelave polietilenskih odpadkov boljše učinke in boljše finančne koristi, je višje tudi povpraševanje po takšnih pošiljkah odpadkov. To se odraža tudi na količini uvoza tovrstnih odpadkov iz tujine. V tem delu izhodiščno hipotezo potrdim.

V magistrskem delu smo sledili še naslednjim raziskovalnim ciljem in hipotezam:

- H₁: *Tehnološki koncept brez postopka predhodnega pranja ima višji delež pridobljenega polietilenskega granulata.* Hipotezo potrdim. Tehnološki koncept brez predhodnega pranja ponudi med 10 in 15 % večjo količino pridobljenega polietilenskega granulata. To se tudi odraža na kazalniku deleža končno recikliranih odpadkov.
- H₂: *Tehnološki koncept brez postopka predhodnega pranja ima omejitve glede sprejema odpadkov v predelavo in vpliva na delež recikliranih odpadkov.* Hipotezo potrdim. Ni vsaka pošiljka polietilenskih odpadkov primerna za predelavo po takem tehnološkem konceptu. Na račun zavrženih pošiljk ali izločenih odpadkov se delež recikliranih odpadkov lahko zmanjša.
- H₃: *Tehnološki koncept s postopkom predhodnega pranja nudi možnost za sprejem večje količine odpadkov, vendar so izkoristki končnega recikliranja manjši.* Hipotezo potrdim. Tehnološki koncept s postopkom predhodnega pranja nudi veliko večji izbor polietilenskih odpadkov za predelavo v polietilenski granulot. Raziskava pokaže, da so izkoristki pri tem postopku manjši v primerjavi s konceptom brez pranja. Pri skoraj enakih vhodnih količinah polietilenskih odpadkov je, v tehnološkem postopku brez predhodnega pranja odpadkov, recikliranih za 13 % več odpadkov.
- H₄: *Kombinacija postopkov nudi optimalne učinke, vendar je to pogojeno s potrebnimi vložki in oceno ekonomičnosti izvedbe takega postopka.* Hipotezo potrdim. Kombinacija obeh postopkov lahko s primerno organizacijo izvedbe predelave ponudi optimalne učinke. Ključno je zagotoviti ustrezno tehnologijo za pranje odpadkov pred postopkom predelave in tehnologijo čiščenja odpadnih voda, ki zagotavlja, da emisije na iztoku ne obremenjujejo okolja.

Na podlagi navedenih ulovitev ne morem mimo dejstva, da je ključna predpostavka za učinkovit postopek predelave z namenom recikliranja ločevanje odpadkov na izvoru, tako po tipu materiala, iz katerega je odpadek, kot glede na čistost odpadkov v smislu vsebnosti nečistoč, ki ovirajo postopek predelave na liniji za izdelavo polietilenskega granulata. Torej je nesporno dejstvo, ki bi ga morali zasledovati – ločevanje odpadkov na izvoru. Dejstvo je tudi, da bodo odpadki nastajali vse dokler bodo v uporabi taki materiali. Enako velja tudi za polietilenske odpadke. Zato bi lahko iz vidika uspešnosti in učinkovitosti recikliranja odpadkov ločevanje na izvoru postavili ob bok ukrepom za preprečevanje nastajanja odpadkov.

8 POVZETEK

8.1 POVZETEK

S prehodom na krožno gospodarstvo se preusmerjamo na ponovno uporabo, popravila, obnovo in recikliranje obstoječih surovin in proizvodov. Kar je nekoč veljalo za »odpadek«, lahko postane vir. Za krožno gospodarstvo je značilno, da so že od vsega začetka vsi materiali in izdelki zasnovani tako, da čim dlje v svojem življenjskem krogu ohranjajo vrednost in so v uporabi ter čim pozneje ali nikoli ne postanejo odpadki (MOPE, Ravnanje z odpadki).

Evropska komisija je januarja 2018 sprejela strategijo za plastiko kot del prehoda na bolj krožno gospodarstvo in prispevek k doseganju ciljev trajnostnega razvoja OZN. Komisija meni, da sta zeleni dogovor in novi akcijski načrt za krožno gospodarstvo prispevala k nadaljnjemu razvoju politike glede plastike.

Posledica uporabe polietilenskih materialov je tudi nastajanje odpadkov, vendar je morda pri tem ugodna lastnost tega materiala, da omogoča reciklažo in ponovno uporabo. Predelava polietilenskih odpadkov v polietilenski granulati ima neposreden doprinos k doseganju zastavljenih ciljev na področju recikliranja odpadkov iz plastike. Gre za vrsto odpadkov, ki imajo potencial recikliranja z namenom pridobitve produkta, ki se ga uporabi pri izdelavi novih izdelkov. To neposredno prispeva tudi k ciljem akcijskega načrta za krožno gospodarstvo.

S teoretičnim in praktičnim eksperimentom primerjave dveh različnih konceptov predelave polietilenskih odpadkov (odpadna PE folija in drugi odpadni PE materiali) na liniji za izdelavo polietilenskega granulata, ki omogoča ponovno uporabo v tehnoloških postopkih izdelave polietilenskih folij, sem pokazal, da ima recikliranje tovrstnih odpadkov ugodne kazalnike in je privlačno za izvedbo.

Raziskovalni del je vključeval analitično raziskavo učinkov za:

- Koncept A: postopek predelave na liniji, ki vključuje predhodni postopek pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.
- Koncept B: postopek predelave na liniji brez pranja odpadkov pred predelavo na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

Na podlagi izvedene raziskave sem ugotovil, da postopek predelave brez predhodnega pranja ponudi med 10 in 15 % večjo količino pridobljenega polietilenskega granulata. To neposredno vpliva na donosnost postopka predelave. Vendar je to oceno treba razumeti z določeno mero previdnosti. Za izvedbo postopka predelave brez predhodnega pranja morajo biti namreč izpolnjeni predpogoji, ki sploh omogočijo izvedbo postopke predelave. Prvi je, da so na razpolago »čisti« odpadki brez vsebnosti nečistoč, tako da se lahko razvrstijo v kategorijo za predelavo odpadkov brez pranja in čiščenja. To pa je odvisno od čistosti pošiljk odpadkov. Ob tem je treba upoštevati, da so pošiljke odpadkov brez nečistoč (prah, blato, druge nečistoče) višjega cenovnega razreda, kar vpliva na stroške. Poleg tega je takih pošiljk na trgu malo, kar zahteva zelo natančno analizo pred odločitvijo o nabavi odpadkov, ki se jih sprejema v postopek predelave na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

Že iz osnovnega prikaza lahko razberemo, da je ključna predpostavka za učinkovit postopek predelave ločevanje odpadkov na izvoru, tako po tipu materiala, iz katerega je odpadki, kot glede na čistost odpadkov v smislu vsebnosti nečistoč, ki ovirajo postopek predelave na liniji za izdelavo polietilenskega granulata.

8.2 SUMMARY

With the transition to a circular economy, we are shifting to the reuse, repair, restoration and recycling of existing raw materials and products. What was once considered "waste" can become a resource. The circular economy is characterized by the fact that, from the very beginning, all materials and products are designed in such a way that they retain value and are in use for as long as possible in their life cycle, and that they become waste as late as possible or never (Ministry of Environment, Climate and Energy, Waste Management).

The European Commission adopted a plastics strategy in January 2018 as part of the transition to a more circular economy and a contribution to the achievement of the UN's Sustainable Development Goals. The Commission believes that the Green Deal and the new Circular Economy Action Plan have contributed to the further development of plastics policy.

The use of polyethylene materials also results in the generation of waste. However, perhaps the advantage of this material is that it can be recycled and reused. The processing of polyethylene waste into polyethylene granulate has a direct contribution to achieving the goals set in the field of plastic waste recycling. It is a type of waste that has the potential to be recycled in order to obtain a product that is used in the manufacture of new products. This also contributes directly to the objectives of the Circular Economy Action Plan.

Through a theoretical and practical experiment comparing two different concepts of processing polyethylene waste (waste PE foil and other waste PE materials) on a line for the production of polyethylene granulate, which enables re-use in the technological processes of production of polyethylene films, I showed that the recycling of this type of waste has favorable indicators and it is attractive to perform.

The research part included an analytical study of the effects for:

- Concept A : recycling of PE waste, which includes a preliminary waste washing process before processing on the polyethylene granulate production line.
- Concept B: recycling of PE waste without washing the waste before processing on the line for the production of polyethylene granulate.

On the basis of the conducted research, I find that the process without prior washing offers between 10 and 15% more quantity of obtained polyethylene granulate. This directly affects the profitability of the process. However, this assessment should be taken with a degree of caution. In order to carry out the processing procedure without prior washing, the prerequisites must be fulfilled, which enable the processing procedures to be carried out in the first place. The first is that "clean" waste is available without impurities, so that it can be classified into the waste processing category without washing and cleaning. This depends on the cleanliness of the waste shipments. At the same time, it should be taken into account that shipments of waste without impurities (dust, mud, other impurities) are of a higher price class, which affects the costs. However, there are few such shipments on the market, which requires a very precise analysis before deciding on the purchase of waste, which is accepted for the process on the line for the production of polyethylene granulate.

We can already understand from the basic presentation that the key assumption for an efficient process recycling of PE waste is the separation of waste at the source, both according to the type of material from which the waste is made and according to the purity of the waste in terms of the content of impurities that hinder the process on the line for the production of polyethylene granules.

9 VIRI IN LITERATURA

- /1/ EPRS (European Parliamentary Research Service): Plastics in a circular economy, september 2018.
- /2/ Evropski parlament: Resolucija Evropskega parlamenta z dne 13. septembra 2018 o evropski strategiji za plastiko v krožnem gospodarstvu (2018/2035(INI))
- /3/ Vlada R. Slovenije: Program ravnanja z odpadki in program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije 2022 https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Operativni-programi/op_odpadki_2022.pdf
- /4/ T. Pintarič: Predelava plastičnih mas, Novo mesto, oktober 2017.
- /5/ B. Krumpačnik: Polimerni materiali, gradivo smeri GINK-strojništvo.
- /6/ I. Drvarič: Plastika v krožnem gospodarstvu v Evropski uniji: vzpostavljanje pravnega in političnega okvira za urejanje plastike, 2020.
- /7/ T. Hauptman: Masni tokovi zbiranja, predelave in ponovne uporabe materialov odpadne embalaže po vzgledu krožnega gospodarstva v Sloveniji, 2018.
- /8/ N. Šivic: Razvoj in vpliv krožnega gospodarstva na gospodarske koristi v Sloveniji, 2019.
- /9/ Sabu Thomas, Ajay Vasudeo Rane, Krishnan Kanny, Abitha VK, Martin George Thomas: Recycling of Polyethylene Terephthalate Bottles - 1st Edition, november 2018, 212 str.
- /10/ Alejandro Villanueva, Peter Eder: JCR Technical Report, End-of-waste criteria for waste plastic for conversion, 2014
- /11/ Hannah Ritchie in Max Roser: Plastic Pollution, Our World in Data, september 2018.
- /12/ Evropsko računsko sodišče, Ukrepi EU za reševanje problema plastičnih odpadkov, 2020 https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/rw20_04/rw_plastic_waste_sl.pdf
- /13/ Agencija RS za okolje, Podatki o nastalih odpadkih in ravnanju z njimi, <http://rte.arso.gov.si/varstvo%20okolja/odpadki/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/>
- /14/ Agencija RS za okolje, Letna poročila o obdelavi odpadkov (ODP-obdelava), Agencija RS za okolje, 2022 <https://www.gov.si/zbirke/storitve/porocilo-o-obdelavi-odpadkov-odp-obdelava/>.
- /15/ Agencija RS za okolje, T. Vidic: Podatki iz letnih poročil za obdelavo odpadkov ODP-obdelava 2021 (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 26. 4. 2023) in Leto 2022: (IS-Odpadki, stanje poročil na dan 16. 10. 2023)

- /16/ MOPE, Evidenca obdelovalcev odpadkov, ki imajo okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov, stanje podatkov na dan 12. 1. 2024
<https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOPE/Okolje/Odpadki/Podatki/Predelovalci-odpadkov.pdf>
- /17/ MOPE, Direktorat za okolje, Sektor za ravnanje z odpadki RS
<https://www.gov.si/teme/ravnanje-z-odpadki/>
- /18/ MOPE, Direktorat za okolje, Sektor za ravnanje z odpadki RS
<https://www.gov.si/podrocja/okolje-in-prostor/okolje/ravnanje-z-odpadki/>
- /19/ SURS, Metodološko pojasnilo, 2023
<https://www.stat.si/statweb/File/DocSysFile/11059>
- /20/ Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10 in 78/23 – ZUNPEOVE)
- /21/ Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 77/22 in 113/23)
- /22/ SURS, <https://www.stat.si/statweb>
- /23/ SLOGA, Prva vseevropsko strategija za plastične odpadke, 2018
<https://sloga-platform.org/prva-vseevropsko-strategija-za-plasticne-odpadke/>
- /24/ Evropska komisija, Plastični odpadki: evropska strategija za varstvo planeta, obrambo naših državljanov in krepitev položaja naše industrije
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sl/IP_18_5
- /25/ OVD za proizvodnjo in predelavo plastičnih granulotov z zmogljivostjo proizvodnje do 18.000 ton folije na leto in izdelavo polietilenskih izdelkov z zmogljivostjo do 5.000 ton na leto ter predelavo nenevarnih odpadkov po postopku R3 v največji količini do 17.520 ton na leto (ARSO, št. 35472-131/2016-14 z dne 30. 5. 2018)
- /26/ A. Durgutović: Načrt ravnanja z odpadki za predelavo nenevarnih odpadkov po postopku R3 na liniji za izdelavo polietilenskega granulata iz odpadne PE folije v sklopu obrata PLASTA, d. o. o., 2022.
- /27/ S. Gorenc, B. Ratajc: Predstavitev postopka predelave v proizvodnem delu »regeneracija« v sklopu obrata PLASTA, d. o. o. na lokaciji Kamnje, PLASTA, d. o. o., 2022.
- /28/ Spletni vir: https://www.erema.com/en/intarema_tveplus/
- /29/ Spletni vir:
https://www.erema.com/assets/media_center/folder/intarema_tveplus_2022_09_en.pdf

- /30/ Spletni vir: https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/single-use-plastics_en
- /31/ Spletni vir: <https://ebm.si/zw/plastika/>
- /32/ Spletni vir: <https://www.europarl.europa.eu/news/sl/headlines/society/20181212STO21610/plasticni-odpadki-in-reciklaza-v-eu-dejstva-in-stevilke>
- /33/ Spletni vir: <https://www.europarl.europa.eu/news/sl/headlines/society/20180830STO11347/zmanjsanje-kolicine-odpadkov-vec-recikliranja-prepoved-mikroplastike>
- /34/ Spletni vir: <https://knof.si/en/blog/2020/08/06/locevanje-in-recikliranje-plastike/>
- /35/ Spletni vir: <https://www.rtv slo.si/okolje/onesnazevanje/veliko-odpadne-plastike-je-zanic-in-predelava-ne-prinasa-dobicka/457256>
- /36/ Spletni vir: <https://www.ita-slo.eu/sl/vse-novice/news/retracking-video-zaklju%C4%8Dna-konferenca-projekta-retracking-ustrezno-ravnanje-z>
- /37/ Spletni vir: <https://selih.si/energija-in-okoljsko-pravo/nova-pravila-ravnanja-z-odpadno-embalazo/>
- /38/ Spletni vir: <https://www.gov.si/zbirke/storitve/cezmejni-transport-odpadkov-tfs/>
- /39/ Spletni vir: <https://kz09.ru/sl/health/pererabotka-polietilena-oborudovanie-tehnologiya-othody.html>
- /40/ Spletni vir: <https://www.resinex.si/polimeri/pe.html>
- /41/ Spletni vir: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Polieten>
- /42/ Spletni vir: <https://www.finance.si/nepremicnine/polietilen-je-uporaben-za-razlicne-namene/a/331657>