Analiza svojstava, primjene i mogućnosti recikliranja mealne ambalaže

Odžić, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:263039

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

SVEUČILIŠTE SJEVER

SVEUČILIŠNI CENTAR KOPRIVNICA



DIPLOMSKI RAD br. 45/ARZO/2022

Analiza svojstava, primjene i mogućnosti recikliranje metalne ambalaže

Mario Odžić

Koprivnica, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE SJEVER

SVEUČILIŠNI CENTAR KOPRIVNICA

Studij Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša



DIPLOMSKI RAD br. 45/ARZO/2022

Analiza svojstava, primjene i mogućnosti recikliranje metalne ambalaže

Student:

Mario Odžić, 2593/336

Mentor:

Prof. dr. sc. Božo Smoljan

Koprivnica, rujan, 2022.

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Koprivnica
Trg dr. Žarka Dolinara 1, HR-48000 Koprivnica

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša

STUDIJ: diplomski sveučilišni studij Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša

PRISTUPNIK: Mario Odžić | MATIČNI BROJ: 2593/336

DATUM: 09.09.2022. | KOLEGIJ: Ambalaža i tehnologija pakiranja

NASLOV RADA: Analiza svojstava, primjene i mogućnosti recikliranja metalne ambalaže

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: An analysis of the properties, application and recycling possibilities of metal packaging

MENTOR: dr.sc. Božo Smoljan | ZVANJE: redoviti profesor u tr. zv.

ČLANOVI POVJERENSTVA:
1. Izv. prof. dr. sc. Dean Valdec - predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Hajdek - član
3. Prof. dr. sc. Božo Smoljan - mentor
4. Izv. prof. dr. sc. Bojan Šarkanj - zamjenski član
5.

Zadatak diplomskog rada

BROJ: 45/ARZO/2022

OPIS:

Obljikovljivost, ekološka prihvatljivost, otpornost na mehanička i toplinska opterećenja te ostale prednosti metalne ambalaže omogućile su prioizvodnju i široku primjenu metalne ambalaže u pakiranju najrazličitijih proizvoda, a posebno u pakiranju prehrambenih proizvoda. Proizvodnja i primjena ambalaže kontinuirano raste te se generira neravnoteža i ugroženost okoliša nesavjesnim odlaganjem otpadne ambalaže u okoliš. Intenzivnijim recikliranjem ambalaže, između ostalog metalne ambalaže, značajno se može ublažiti zagađenje okoliša. Nažalost, u Hrvatskoj nedostaju postrojenja za recikliranje metalne ambalaže, a cijeli sustav prikupljanja, razvrstavanja i recikliranja metalne ambalaže nedovolno je razvijen i integriran.

U radu će se proanalizirati svojstva i primjena metalnih materijala u proizvodnji ambalaže. Osim toga prikazat će se postupci recikliranja metalne ambalaže. Posebno će se istražiti sposobnost promišljanja i rasuđivanja stanovništva o mogućnostima recikliranja metalne ambalaže.

Cilj rada je prikaz značaja moderne primjene i recikliranja metalne ambalaže u suvremenom društvu.

U radu je potrebno:

- Definirati vrste metalnih ambalažnih materijala;
- Opisati svojstva metalnih ambalažnih materijala;
- Definirati osnovne postupke prikupljanja i recikliranja metalne ambalaže.

ZADATAK URUČEN: 12.09.2022. | POTPIS MENTORA:

SVEUČILIŠTE SJEVER

Zahvala

Prvenstveno hvala na mentorstvu prof. dr.sc. Boži Smoljanu na savjetima i sugestijama za izradu diplomskog rada te na strpljenu i dostupnosti u bilo koje vrijeme. Isto tako zahvala svim profesorima na prenesenom znanju koje će se sigurno prenijeti iz teorije u praksu.

Hvala svim prijateljima te kolegama na poslu koji su uvijek bili potpora kao i pomoć na poslu kroz zamjene za smijene bez kojih ne bi došao do pisanja ovog dijela u diplomskom radu.

Posebnu zahvalnost dugujem obitelji koja je uvijek bila velika podrška i motivacija u teškim trenucima.

Veliko hvala svima koji su bili dio ovog putovanja!

Sadržaj

1. Uvod....1
2. Metalna ambalaža....3
2.1. Metalna ambalaža kroz povijest....3
2.2. Podjela i primjena metalne ambalaže....4
2.3. Prednost metalne ambalaže....6
2.4. Nedostatak metalne ambalaže....7
3. Svojstva materijala u metalnoj ambalaži....8
3.1. Svojstva aluminija....8
3.2. Svojstva čelika....9
4. Metalne ambalaže kao otpad i proces prikupljanja....10
4.1. Tehnološki procesi pri skupljanju metalnoga otpada....13
4.2 Stanje u RH....15
5. Recikliranje metalne ambalaže....21
5.1 Recikliranje čelične ambalaže....22
5.1.1. Dobra praksa odvajanja, sortiranja i recikliranje čelika iz ambalaže....24
5.1.2. Princip recikliranja čeličnog otpada....26
5.2. Recikliranje aluminijske ambalaže....30
5.2.1. Prerada aluminijskog otpada....32
5.2.2. Recikliranje aluminija u tri koraka....33
5.2.3 Recikliranje aluminijskih limenki....34
5.2.4. Zaštita okoliša kod recikliranja aluminija....36
5.2.5. Pročišćivanje otpadnih plinova....37
6. Istraživanje percepcije stanovništva u RH o važnosti recikliranja metalne ambalaže....39
6.1. Hipoteze i cilj istraživanja....39
6.2. Rezultati istraživanja....39
6.3. Analiza i zaključak hipoteza....52
7. Zaključak....55
8. Literatura....58
Popis slika....60
Popis tablica....61

Sažetak

U 21. stoljeću za pakiranje pića i hrane, ambalaža mora biti ekološki prihvatljiva jer je cilj postići kružno gospodarstvo da bi se moglo pozitivno utjecati na prirodne resurse, utjecati na okoliš, ekonomiju i druga bitne elemente. Metalna ambalaža koja je proizvedena prema zakonskim propisima jedna je od ambalaže koja je ekološki prihvatljiva, kao takva svoju primjenu pronašla je u industriji za pakiranje prehrambenih proizvoda te pića. Kružno gospodarstvo nalaže ponovnu upotrebu materijala, što se u slučaju metalne ambalaže postiže procesom recikliranja. Osim što se štedi na resursima, štedi se i velika količina energije. Da bi se metalna ambalaža reciklirala potrebno ju je razvrstati/odvojiti nakon upotrebe, a zatim reciklirati da bi se ponovno primijenila kao sekundarna sirovina. Pojavom metalne ambalaže mijenja se i industrija pakiranja hrane, uz brojne napretke metal kao materijal za ambalažu je imao mnogo ključnih trenutaka u svojoj povijesti da bi postao komercijalni materijal za pakiranje hrane i pića. Najčešći materijal današnjice je ambalaža izrađena od aluminija ili čelika zbog svojih dobrih svojstva. Osim dobrih svojstva za ambalažu, metal se lako odvaja od ostalog otpada zbog magnetskih svojstva. Recikliranje je prikazano kroz postupak koji zadovoljava i ekološke i ekonomske zahtjeve koji su danas postavljeni vrlo visoko da bi se sačuvali resursi i priroda za buduće generacije. Nedostatak postrojenja za recikliranje samo je jedan od problema koji se javlja u Hrvatskoj. Istraživanje kroz percepciju stanovništva dolazi se do nekoliko bitnih zaključaka o važnosti recikliranja metalne ambalaže. Samim radom želi se prikazati značaj prikupljanja, razvrstavanja i recikliranja metalne ambalaže u suvremenom društvu.

Ključne riječi: metalna ambalaža, recikliranje, metalni otpad, aluminij, čelik

Abstract

In the 21st century, for the packaging of drinks and food, packaging must be environmentally friendly because the goal is to achieve a circular economy to positively influence natural resources, the environment, the economy and other important elements. Metal packaging that is produced according to legal regulations is one of few packaging that is environmentally acceptable; as such it has found its application in the industry for packaging food products and beverages. The circular economy mandates the reuse of materials, which in the case of metal packaging is achieved through the recycling process. In addition to saving resources, a large amount of energy is also saved. For metal packaging to be recycled, it needs

to be sorted/separated after use, and then recycled to be reused as a secondary raw material. With the advent of metal packaging, the food packaging industry is also changing, with numerous advances, metal as a packaging material had many key moments in its history to become a commercial material for food and beverage packaging. The most common packaging material today is made of aluminum or steel due to its excellent properties. In addition to its good packaging properties, metal is easily separated from other waste due to its magnetic properties. Recycling is shown through a process that meets both ecological and economic requirements that are set very high today to preserve resources and nature for future generations. The lack of recycling facilities is one of many problems we are faced with in Croatia. Public perception research leads to several important conclusions about the importance of recycling metal packaging. This paper and thesis itself, aims to show the importance of collecting, sorting and recycling metal packaging in modern society.

Keywords: metal packaging, recycling, metal waste, aluminum, steel

1. Uvod

Cilj svake ekonomije je što veći gospodarski rast što može imati brojne pozitivne i negativne utjecaje na okoliš. Gospodarski rast za sobom vuče povećanje otpada. Ambalažni otpad predstavlja veliki dio cjelokupnog otpada, s druge strane to je neiskorišteni izvor sekundarne sirovine čija cijena je znatno niža od proizvodnje primarne sirovine što je pozitivno gledano i iz ekoloških, a i ekonomskih strana.

Još u dalekoj prošlosti znalo se o važnosti ove vrste ambalaže. Kako se metalna tehnologija razvijala, metalna ambalaža dobiva novi značaj, postaje nezamjenjiva drugim materijalima i kao takva služi ponajviše za pakiranje prehrambenih artikala.

Lako oblikovanje, ekološka prihvatljivost, otpornost kod promjena temperatura, dobra mehanička svojstva te ostale prednosti kod metalne ambalaže, osobito su važna svojstva koja su primjenu pronašla kod pakiranja hrane i pića. Kroz metalnu ambalažu danas se vodi kampanja podizanja svijesti o kružnom gospodarstvu da se zaštiti i sačuva okoliš za buduće generacije. Gotovo u cijeloj Hrvatskoj postoje spremnici u koje se može odvojiti metalna ambalaža, kada se adekvatno razvrsta u odgovarajuće spremnike, ona se prikuplja, sortira, i ponovno prerađuje. Sudionici spomenutog procesa su razne tvrtke na području Republike Hrvatske koje moraju kroz zakone zadovoljiti uvijete za gospodarenjem otpadom te poštivati sve tehnološke procese.

Svrha diplomskog rada je kroz teoriju približiti način prikupljanja i recikliranja metalne ambalaže, odnosno gospodarenje s metalnom ambalažom. Cilj rada je ukratko prikazati povijesni razvoj uz brojne i bitne informacije o metalima iz kojih je sačinjena metalna ambalaža, opisati tehnološke procese skupljanja te proces recikliranja dva najvažnija metala u metalnoj ambalaži, a to su čelik i aluminij. Glavna svrha rada je doći kroz istraživanje do odgovora na zadane hipoteze i dati neka od moguća rešenja za problematiku koja je opisana u radu.

Rad je konceptiran na sedam poglavlja, prvo poglavlje rezervirano je za uvod u rad, drugo poglavlje opisuje pojam metalne ambalaže kroz povijest te pozitivne i negativne strane ove vrste ambalaže. Treće poglavlje sadrži opis dva najčešća metalna materijala, čelik i aluminijske legure za izradu ambalaže. U četvrtom poglavlju opisuje se tehnološki proces prikupljanja metalnog otpada te realno stanje u RH kroz konkretne brojke. Peto poglavlje se

bavi recikliranjem metalne ambalaže koje opisuje samu srž procesa. Šesto poglavlje se bavi analizom važnosti recikliranja primjene sekundarne (reciklirane) sirovine od metalne ambalaže.

2. Metalna ambalaža

Ambalaža koja je zbog svojih dobrih svojstva pronašla široku primjenu u 21. stoljeću, a ta svojstva su prepoznata još u prošlosti te je zbog toga kroz povijest usavršavana u industriji pića i hrane. Njezina svojstva imaju pozitivan utjecaj na zdravstvenu ispravnost što je jako bino za prehrambenu industriju kojoj je olakšala pakiranje koje je danas gotovo nezamjenjivo bilo kojom drugom vrstom ambalaže. Primjena je široka, popularni brendovi za pića poput Coca Cole je koriste dugi niz godina za pakiranje pića. U nju se danas pakira povrće, hrane za ljude i životinje, ribarska industrija prepoznala je povoljna svojstva kako da produži rok trajanja svojih proizvoda itd. Pošto se danas stavlja naglasak na ekologiju kao veliki problem današnjice ova vrsta ambalaže upravo zadovoljava ekološke kriterije, ako se s njom barata na pravilan način, koji će biti prikazan u radu.

2.1. Metalna ambalaža kroz povijest

Svoju primjenu pronašla je u dalekoj prošlosti. Prvi oblik metalne ambalaže spominje se kroz zlatne i srebrene kutije, međutim prvi metal za pakiranje je bio kositar. Prve limene ploče proizvedene su u Češkoj 1200. godine. Metoda se seli u Englesku gdje je inženjeri unaprjeđuju te razvijaju metodu valjanja željeznih ploča pomoću cilindra (1697. godine). Početkom 14. stoljeća počinje konzerviranje hrane, nastaju prve konzerve, nadalje ambalaža se razvija kroz čelik koji se upotrebljava i danas, a za to je zaslužan William Underwood. Ranije se metalna ambalaža smatrala toksičnom i to je mišljenje trajalo do 19. stoljeća. Napoleon Bonaparte imao je problem kako sačuvati hranu za svoju vojsku da bi im se dostavila zdravstveno ispravna na bojište kako bi mogli dalje osvajati u svojim pohodima. Taj problem je potrajao idućih 15 godina. Stvaranje bakterija u hrani bio je problem kada bi se pakirala u metalnu ambalažu, međutim Louis Pasteur iz Pariza dolazi do rešenja i staje na kraj dugotrajnom problemu. Rešenje je bilo zagrijavanje hrane te je to jedan od najstarijih načina na koji se konzervirala hrana [1].

U istom stoljeću Peter Durant koji je bio po nacionalnosti Englez, posjeduje patent na cilindričnu limenku. 1866. godine pojavila se prva tiskana kutija u Sjedinjenim Američkim Državama, međutim tek 1910. godine dobiva široku primjenu. 1868. godine postignuti je napredak od značajne važnosti za budućnost u metalnoj ambalaži, te se konzerve emajliraju. Čekići i vijci su se upotrebljavali za otvaranje metalne ambalaže sve do 1866. godine. Podesiv

poklopac tek je kasnije razvijen, a još jedna važna godina za konzerviranu hranu je 1875. kada je proizveden prvi otvarač za konzerve koji je olakšao otvaranje konzerva do dana današnjeg. Do 1900. godine pića su bila pakirana u staklo da bi se te godine počelo pakirati u limenke koje su bile od čelika obložene s unutarnje strane kositrom. Za aluminijske limenke trebalo je još pričekati idućih 60 godina. Rane 50-te zapamćene su po izradi prve kutije od aluminijske folije. Aluminijske konzerve proizvode se od 1959. godine. Iz ove kratke povijesti vidljivo je da se zainteresiranost za metalnom ambalažom javlja se još davnih dana zbog svoje lake obrade i praktičnosti [2].



Slika 2.1: Konzerve

Izvor: https://ambalaj.org.tr/en/environment-history-of-packaging.html

2.2. Podjela i primjena metalne ambalaže

Metalna ambalaža ima široku primjenu koristi se na razne načine, kao:

- kante
- bačve
- limenke
- poklopci za raznu staklenu ambalažu
- posude za aerosol (sprejevi)
- razni zatvarači za boce
- cisterne
- tube
- kontejneri
- metalne kutije

- folije

Sva nabrojana ambalaža osim tuba i folija se svrstava u čvrstu ambalažu, te imaju dobra svojstva da štite upakirane tvari od raznih utjecaja iz okoline zbog svoje nepropusnosti te ju štiti u potpunosti. Postupak sterilizacije pogodan je za metalnu ambalažu iz razloga dobre toplinske provodljivosti što je jedna od brojnih prednosti ove ambalaže [3].

Metalna ambalaža ima i brojne nedostatke koje je potrebno spomenuti. Korozija je jedan od glavnim problema, nadalje su tu toksični metali koji ponekad mogu doći u doticaj s hranom. Način da do tog problema ne dođe je taj da je unutrašnjost metalne ambalaže premazana lakom, dok se vanjska strana isto tako lakira ili boji [3].



Slika 2.2: Primjer limenke

Izvor: https://progressive.com.hr/?p=2811

Za izradu metalne ambalaže mogu se koristiti sljedeći metali:

- željezo
- kositar
- aluminij
- olovo (više služi kao legirni element i za lemljenje)
- krom
- nikal



Slika 2.3: Aluminij

Izvor: https://metals.comparenature.com/en/what-is-aluminium/model-17-0

Masnoće koje se upotrebljavaju u prehrani, kao i masnoće koje se upotrebljavaju u strojarstvu pakiraju se u kante ili bačve dok se za prehranu upotrebljavaju limenke. One su hermetički zatvorene da ne propuste plinove kao i vodenu paru te mikroorganizme. Prednosti pakiranja u limenke su da se mogu termički obraditi, pakirati u atmosferi zraka te se može vršiti pakiranje higroskopnih proizvoda. Poklopcima i zatvaračima je zajedničko da se njima zatvara ambalaža, a razlika je u tome da se sa zatvaračima zatvaraju boce dok poklopci imaju ulogu da zatvore staklenke. Za senf, majoneze, umake i tako dalje koriste se metalne tube [4].

2.3. Prednost metalne ambalaže

Danas je život bez metalne ambalaže gotovo nezamisliv, kako u kućanstvu tako i u industrijskoj proizvodnji koja je prepoznala sve prednosti metala i metalne ambalaže.

Zakoni i regulative služe da bi se metalna ambalaža proizvela na pravilan i siguran način te kako bi se proizvod ponudio potrošačima na kvalitetan, zdravstveno ispravan te siguran način. To je jako bitno prehrambenoj industriji iz razloga jer se u današnje vrijeme ta vrsta industrije pakira više od 1500 različitih proizvoda [5].

Prednosti i svojstva metalne ambalaže [5]:

- dobra mehanička svojstva
- prednost aluminija da zadrži kvalitetu proizvoda
- pakiranje hrane u metalnu ambalažu zahtjeva manju upotrebu raznih aditiva
- otpornost na različite temperaturne vrijednosti
- mogućnost hermetičkog zatvaranja
- niska cijena
- ekološki je prihvatljiva

- nepropusnost na vlagu, ultraljubičaste zrake i masnoće
- lako se može oblikovati te je lagana

Dobra strana recikliranja što je ujedno i prednost aluminija odnosno, aluminijske ambalaže poput limenki da se troši puno manje energije nego da bi se limenka proizvela procesom od izvornih sirovina iz prirode. Vijek trajanja takve limenke u prirodi je do dvjestotinjak godina stoga je bitno da se na pravilne načine prikupi, obzirom na odlična svojstva ponovne upotrebe, dok se s druge strane čuva priroda. Pet tona boksit sirovine potrebno je da bi nastalo 1000 kilograma nerecikliranih limenki, a utrošak vode ide do 600 000 litara, te se potroši 15 000 kWh električne energije [6].

Smanjenje emisije štetnih plinova, ušteda vode, zagađenje zraka, smanjenje komunalnog otpada te ostali prirodni resursi koji se sačuvaju prilikom procesa recikliranja naprimjer limenki, bitni su elementi za naglasiti što se sve postiže ovim procesom, a isto tako potrebno je informirati i podići svijest o samom recikliranju metalne ambalaže, metala kao i ostale materijale i vrste ambalaže koje se mogu ponovno upotrijebiti.

Metal je danas vrlo cijenjeni materijal iz razloga jer je to sirovina koja po svom sastavu nastaje iz neobnovljive energije odnosno sam izvor je neobnovljiv. Brojne su tvrtke u Republici Hrvatskoj koje svoje poslovanje baziraju na prikupljanju, otkupom zatim zbrinjavanjem, a onda i preradom metala (sekundarna sirovina). Metalna ambalaža može biti i opasan otpad, a takva ambalaža prije nego što je postala otpad sadržavala je boju, lakove, rezne kemikalije koje su zapaljive ili eksplozivne, plinove itd. [6].

2.4. Nedostatak metalne ambalaže

Sadržaj se može kontaminirati u doticaju s metalnom ambalažom. Dolazi do otpuštanja kemijskih supstanci iz ambalaže u proizvod koji je moguć zbog nekoliko faktora. Primjerice, vanjskih utjecaja ili kemijskih reakcija, fizikalnih reakcija itd. Naprimjer pakiranjem kisele hrane u metalnu ambalažu dolazi do nagrizanja metalnih dijelova, stvara se kemijska reakcija i dolazi do kontaminacije. Kao pomoć i rešenja u takvim situacijama koriste se premazi koji čuvaju od kontaminacije sadržaja, ili ako i to ne pomaže potrebna je zamjena ambalaže i bolja rešenja za takve proizvode. Nedostatak pakiranja proizvoda u metalnu ambalažu jest da taj proizvod gubi vizualna svojstva te je potrebno potrošača privući nekim drugim elementima poput dizajna. Problem kod takve ambalaže su i oštri rubovi, dijelovi ambalaže, naprimjer konzerve. [5]

3. Svojstva materijala u metalnoj ambalaži

Danas metalna ambalaža igra značajnu ulogu u ambalažnoj industriji. Zbog svojih posebnih svojstva i ostalih prednosti ne može se zamijeniti sa drugim materijalima. Čelik i aluminij su dva ključna metala u ambalažnoj industriji.

3.1. Svojstva aluminija

Aluminij je metal poznat ljudima 200 godina te spada u najrasprostiraniji metal koji se može naći u zemljinoj kori. Nekad je aluminijski prah bio čak skuplji i od zlata, kemičar porijeklom iz njemačke Friedrich Wöhler upisao se u povijest kao prva osoba koja ga je proizvela (1827. godine). Izumio je materijal koji se danas može iznova reciklirati, a da ne gubi svojstva, ima veliki vijek trajanja, lako se oblikuje, lagan je ima veliku otpornost na koroziju. Godišnja proizvodnja ovog materijala je 48 milijuna tona, a preradi ga se samo 20 milijuna tona, međutim kružno gospodarstvo za cilj ima da promijeni te brojke u korist prerade [7].

Osim u prehrambenoj industriji aluminijska ambalaža našla je primjenu u farmaceutskoj industriji (aluminijske folije, blisteri itd.), ali ipak prehrambena industrija prednjači sa ambalažom za pakiranje alkoholnog i bezalkoholnog pića, aluminijske folije koje se također koriste za zamatanje, pečenje hrane, pa su tu razne posude za hranu ili pripremu hrane, limeni poklopci itd. S obzirom da ima dobra toplinska svojstva, odnosno, dobro reagira na visoke i niske temperature, može zadržavati toplinu hrane ili može se skladištiti hrana u zamrzivačima.
.

Aluminij spada u lake metale, niske gustoće 2,7g/cm3, dobre fizičke otpornosti. Kao takav našao je komercijalnu primjenu kao ambalažni materijal početkom 20 stoljeća. Njegova primjena pokazala pogodnom u drugom svjetskom ratu i za pakiranje namirnica namijenjenih vojsci. Dobra tolerancija na niske te visoke temperature, metal srebrno bijele boje aluminij je pogodan kod namirnica koje se smrzavaju, ili konzerviraju sterilizacijom. Materijal je odličnih fizičko-mehaničkih svojstva te kao takav ne propušta vodu, vodene pare, masnoću, plinove te svijetlo. Aluminij u čistom obliku (99,99%) je mekan i slab te kao takav nije pogodan za ambalažu već mu je potrebno povećati tvrdoću i čvrstoću na način da mu se smanji čistoća na 99,5% legiranjem i to najčešće magnezijem i manganom u zastupljenosti do 5%. Moguće je i smanjiti tvrdoću i čvrstoću tako da se zagrijava i hladi u kontroliranim uvjetima te se nakon toga dobiju poboljšana tehnološka svojstva ovog materijala. Smanjena žilavost, te dobra savitljivost pogodna je za izradu folija koju danas viđamo svakodnevno poput folije za

čokoladu, maslac te pakiranje drugih proizvoda. Kada mu se sagledaju kemijska svojstva podložan je koroziji, otapaju ga jače kiseline i lužine. Aluminij poput nekih materijala za pakiranje namirnica ne mijenja namirnicama boju, okus ili miris te bitan dio je da ne katalizira razgradnju vitamina. Sa tehnološkog gledišta aluminij je pogodan materijal za valjanje, prešanje ili izvlačenje. Obradom valjanja nastaju limovi te folije. Limovi služe za izradu transportne ambalaže dok folije se upotrebljavaju za pakiranje hrane odnosno prodajnu ambalažu. Valjanjem nastaju isto tako i tanke trake od 21 do 150 μm od kojih se izrađuju razne posude dok limovi služe za izradu staklenke ili kod izrade poklopca za zatvaranje staklenih boca. Folije danas imaju široku primjenu za pakiranje hrane od maslaca, čokolade, čipsa itd., a debljina folija se kreće od 4,5 μm pa do 20 μm. Postupkom ekstruzije i izvlačenja nastaju aluminijske tube, a pomoću dubokog izvlačenja dobiva se aluminijska posuda najčešće okruglog dna [7].

3.2. Svojstva čelika

Čelik se lako prerađuje i relativno je jeftin, međutim cijena mu raste što više nije njegova prednost, ali isto tako bez obzira na promjenjivu cijenu čvrstoća mu je prednost koja ga čini i dalje poželjnim za izradu ambalaže. Kao i druge metale tako i ovaj metal potrebno ga je zaštiti zaštitnima premazima zbog korozivnih svojstva na zraku ili zbog doticaja s kiselinama. Čelik čini minimalno 99% željezo. Legura željeza i ugljika koji se nalazi u koncentraciji do 1,7% naziva se čelik. Dobra mehanička svojstva, tehnološka i sama niska cijena dala su veliki značaj ovom metalu u proizvodnji ambalaže. Kao i aluminij obrađuje se valjanjem, izvlačenjem, savijanjem itd. Korozija se veže za veliki broj metala, a kod čelika korozija ovisi o postotku ugljika, dok se u proizvodnji ambalaže raznim premazima i zaštitnim slojevima lako izbjegava ova pojava. Ugljik željezu daje čvrstoću i tvrdoću, povećava se opasnost od korozije, a smanjuje žilavost. U čeliku za izradu ambalaže manjih dimenzija postotak ugljika je do 0,13%. Čelik legiran drugim metalnim elementima nosi naziv plemeniti čelik poznat kao nehrđajući čelik, inoks ili rostfraji Od nehrđajućeg čelika u pravilu se proizvodi krupnija ambalaže, npr. transportna ili skladišna ambalaža [8].

4. Metalna ambalaža kao otpad i proces prikupljanja

Čovjek je jedino biće na zemaljskoj kugli koji je sposoban zagađivati planetu, doduše u zadnje vrijeme spominju se životinje koje zagađuju povećanjem ugljikovog dioksida, ali ta tema koja na sebe veže neka druga istraživanja i rasprave. Međutim čovjek ima sposobnosti da proizvede otpad, ali i sposobnosti da iskoristi taj isti otpad da ne postane smeće Danas se puno govori o svijesti prema ekologiji, a zapravo veliki broj ljudi ne razlikuje otpad od smeća. No što je to točno otpad?

Održivo gospodarenje otpadom odnosno zakon, otpad opisuje kao predmet i/ili tvar koji osoba koja ga posjeduje namjerava ili će ga s vremenom sigurno odbaciti, isto tako smatra se svaki predmet koji se skuplja, prevozi te je njihova obrada nužna zbog zaštite općeg interesa [9].

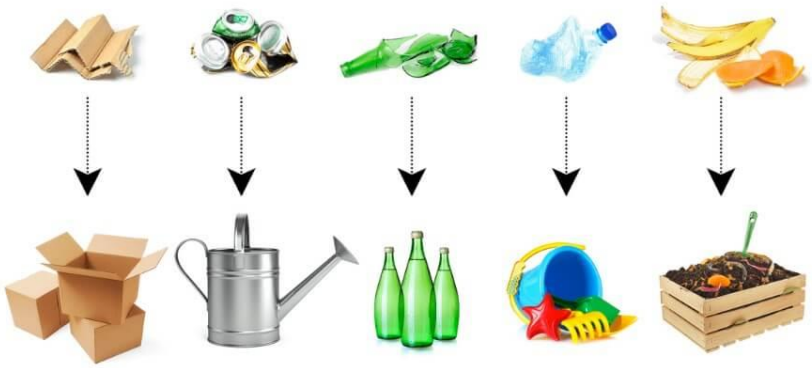
Drugim riječima otpad je odbačeni predmet ili bolje rečeno budući materijal, sirovina koja se može ponovno iskoristiti no ako postane smeće jer se krivo otpadom postupalo, namjerno ili pogreškom, tada u tom slučaju postaje globalni problem. Danas i je to globalni problem, ali činjenica je da se ne rješava problem podjednako u svim zemljama, neke se više zalažu dok se druge uopće ne brinu o tom velikom problemu [10].

Neke zemlje već kažnjavaju građane zbog krivog rukovanja otpadom, neke tek namjeravaju, neke ulažu u edukacije velike napore, dok podaci govore da se u manje razvijenim zemljama po tom pitanju ne događaju nikakve pozitivne promjene, što više smeće se sve više gomila.

Ispitivanja su 2015. godine pokazala da se proizvodi 1,04 kilograma otpada na dnevnoj bazi po stanovniku u Republici Hrvatskoj. Što je zapravo na godišnjoj bazi velika brojka, dok se od te brojke svega 37% odvoji da ne postane smeće. Ti postoci prijašnjih godina bili su i niži. Nadalje to je ukupna prosječna statistika na bazi cijele Hrvatske, postoje gradovi koji pokazuju da se može odvajati u punom većem postotku kao naprimjer Prelog koji odvoji 66%, Krk 51,9% ili Koprivnica 51%. Lokalna jedinica samouprave ima zadatak da informira i osigura potrebnu opremu i infrastrukturu, da bi se u ostalim dijelovima Hrvatske prosjek popravio [11].

Sav otpad koji se pravilno odvoji je sirovina koja se može reciklirati, a recikliranje je proces ili aktivnost koja osigurava pozitivan utjecaj na okolinu (čistoću tla, podzemnih voda itd.). Odvojeni otpad koji se može reciklirati su zapravo budući materijali te se dijele na:

- Metal – naprimjer iz metalne ambalaže, reciklira se u većini slučajeva mnogo puta, a da ne izgubi svoja svojstva
- Staklo – staklene, boce, u principu staklena ambalaža. Kao i metal isto jako dobar materijal koji se može reciklirati stalno iznova, a da ne izgubi svoja svojstva.
- Plastika – plastična ambalaža, razne posude itd. međutim problem kod plastike je da se ne može baš sva odvojena plastika ponovno reciklirati, svega se reciklira 30% plastike. Iako se već sad gleda da se proizvede samo plastike koja se može reciklirati, a ona koja se ne može da se izbaci iz upotrebe.
- Papir – ima najbolje rešenu infrastrukturu za odvajanje, prikupljanje što i nije iznenađenje iz razloga jer je to jedan od najstarijih materijala koji se reciklira.
- Tekstil – isto tako dobar otpad koji se može više puta odvojiti i ponovno upotrijebiti.



Slika 4.1: Recikliranje

Izvor: https://krenizdravo.dnevnik.hr/korisno/zastita-okolisa/4-koraka-recikliranja-savjeti-za-lakse-odvajanje-otpada

Do zadnjih nekoliko godina postojala je skupina otpada koja se nije povezivala s recikliranjem. U tu skupinu prvenstveno se uvrštava biootpad te biorazgradivi otpad koji može se kasnije koristiti kao energija koja se dobiva iz biomase (elektrana na bio masu) i/ili kompost na kompostanama. Građevinski otpad danas zauzima veliki dio otpada, dolaskom novih tehnologija i procesom recikliranja može se doći do itekako vrijednih sirovina. Recikliranje je budućnost za čovječanstvo, veliki iskorak, zato veliku ulogu u tom iskoraku igra informiranost, edukacije i osviještenost populacije.

Kućanstva najviše koriste aluminij, aluminijske folije koje su najčešći materijali koji se recikliraju iz kućanstva, nadalje željezo, te neki vrijedni metali poput bakra itd. Oni se razvrstavaju u kućanstvu s plastikom i idu u žute kante, ali postoje i sive kante u koje se razvrstava samo metalni otpad. Metalni otpad lako se kasnije u procesu odvoji od plastike pomoću magneta. Kod raznih metalnih materijala se različito štedi energija [12]:

- 95 posto se štedi energije kada se reciklira aluminij
- 85 posto se štedi energije kada se reciklira bakar
- 74 posto se štedi energije kada se reciklira željezo ili čelik
- 65 posto se štedi energije kada se reciklira olovo
- 60 posto se štedi energije kada se reciklira cink

Tvrtke koje su svoju djelatnost opredijelile na prikupljanje metala koji će koristiti za recikliranje (metali koji uključuju razne kataloške brojeve otpada: naprimjer otpadni metal od ambalaže, zavarivanja, razni metali poput cinka, kositra, olova, željene kovine i slično) moraju: pridržavati se odredba gospodarenja metalnog otpada, imati tehničke vještine koje uključuju postupanjem metalima iz otpada (upravljanje), kao takve tvrtke obavezno moraju posjedovati sve dozvole vezane za zaštitu okoliša, što je i logično jer samo recikliranje za cilj ima zaštiti okoliš, sirovine , energiju itd. Danas novac igra glavnu ulogu te se tu javlja problem vezan na okoliš zbog ilegalnih radnji na štetu okoliša. Zakonski je propisano da tvrtke smiju skladištiti 26 041 tonu raznog metalnog otpada unutar tvrtke, oni moraju biti razvrstani prema broju u katalogu za otpad, te ovisno o veličini metala skladište se u zatvoreni ili otvoreni tip skladišta. Nakon skladištenja ti metali idu oporabitelju. Sve tvrtke se moraju pridržavati sljedećih propisa ili pravila o gospodarenju otpadom [13]:

- Onemogućiti oborinama koje su bile u doticaju prikupljenim otpadom prodiru u tlo ili još u gorem slučaju dublje do podzemnih voda. Ovaj se propis da bi se poštovao nalaže da se otpad snalazi na vodonepropusnu površini (betonskoj površini ili čeličnom kontejneru koji također moraju biti na vodonepropusnoj podlozi).
- Da se ne omogući raznošenje metala po okolini. Teži (veće mase) i krupniji metali mogu se držati, skladištiti samo na vodonepropusnoj površini (betonu), dok oni manje mase moraju se skladištiti u ograđene boksove ili u kontejnere.
- Otpad ima neku silu koja pritišće podlogu, kao takva mora biti otporna na sve vrste sila koje djeluju na nju. Podna podloga bila ona u unutarnjem ili vanjskom prostoru, osim

što mora biti vodonepropusna mora biti izgrađena od kvalitetnog materijala da ne dođe do oštećenja ili pucanja same podloge.

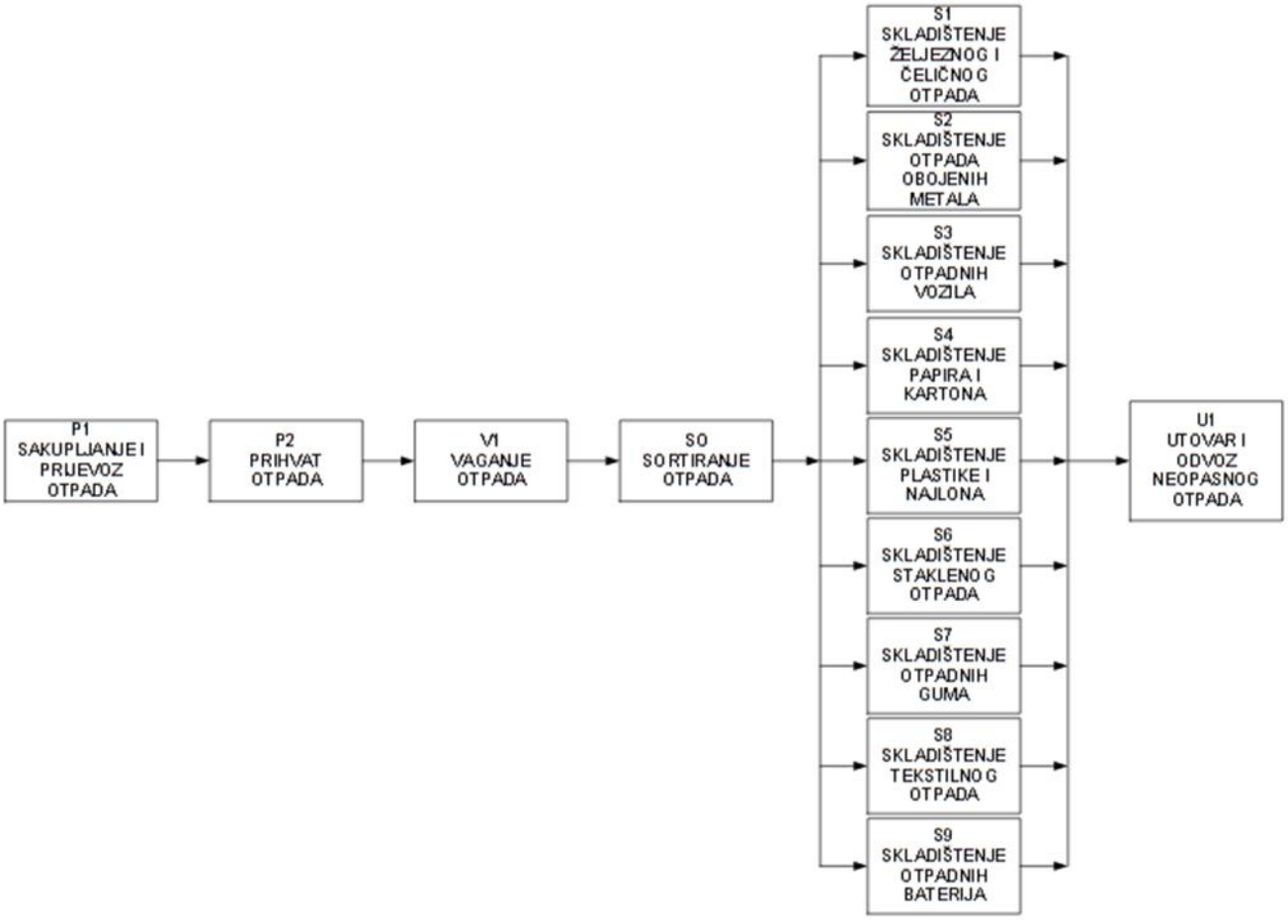
- Takve tvrtke moraju biti ograđene, pod video nadzorom da se spriječi ulazak neovlaštenim osobama.
- Unutarnji ili vanjski prostor mora sadržavati protupožarnu opremu u slučaju izbijanja požara.
- Obavezna oprema te sredstva za čišćenje i saniranje razlivenog otpada. Postoji mogućnost izlijevanja opasnih tekućina poput benzina, ulja itd. stoga pravila propisuju osim aparata za gašenje požara i upijajuće tvari za saniranje kao što je pijesak te potreban alat.

4.1. Tehnološki procesi pri skupljanju metalnoga otpada

Metalni otpad imaju pravo predati i pravne i fizičke osobe, u slučaju da nisu u mogućnosti predati same naprimjer zbog prijevoza većih količina takvog otpada, tvrtke koje se bave prikupljanjem dolaze same na mjesto gdje je prethodno skladišten ili nastao taj otpad. Kada se metalni otpad doveze u tvrtke koje se bave skupljanjem metala potrebno je otpad pregledati da li možda sadrži neke dijelove koji se ne mogu preuzeti ili da li postoji mogućnost da sadrži opasan otpad. Nakon pregleda se razvrstava prema vrsti materijala, odnosno strukturi metala, utvrđuje mu se masa te se popunjava odgovarajuća dokumentacija koja je obavezna prema propisima. Zabranjeno je preuzimanje otpada od osoba koje nisu punoljetne. Dokumentacija mora sadržavati sve ispravne i istinite podatke vlasnika otpada te se osobi koja je predala otpad mora uručiti potvrda koja sve to dokazuje na ispravan način. Vage moraju biti zakonski baždarene da se utvrdi točna količina otpada, vage su nosive mase od 1 tone ili od 1,5 tona i te vage se svrstavaju u manje vage dok tvrtke moraju imati i mosnu vagu. Zapis-vagarinka je vrsta dokumenta koja se ispunjava na licu mjesta nakon što se materijal razvrsta i izvaže. Isplate za fizičke osobe po jednoj predaji mogu biti maksimalno 100 kn. Otpad se dokumentira u dva primjerka, jedan za osobu koja je predala metalni otpad dok drugi primjerak ostaje u tvrtki koja je prihvatila otpad. Nadalje se vrši obrada koja ovisi o dimenzijama otpada ili vrsti te se vrši na način da se [13]:

- Kod debljih metala koriste se rezači plamena koji koriste mješavinu kisika i propana, zajedno daju vrlo visoku temperaturu da se željezo gdje se zagrijava reže na manje komade metala za lakši prijevoz i recikliranje.
- Kod metala do 2 milimetra debljine koriste se hidraulične preše koje prešaju metal u bale visine i širine 300 milimetara. Kapacitet takvih preša je do 15 tona metalnog otpada dnevno.

Nakon završetka obrade i sortiranja, metalni otpad se skladišti prema pravilima da ne onečišćuje okolinu i zrak, posebno podvodne vode, da se ne raznosi okolo u prirodu (odnosi se na lake dijelove nošeni vjetrom) te kada se poštuju svi propisi skladištenja takvi subjekti nisu dužni pratiti emisije zagađenja. Metal se čuva u skladištu sve do daljnjeg procesa, a to je odvoz do ljevaonica i čeličana. Slika 4.2 prikazuje tehnološki proces od skupljanja do utovara metalnog otpada ovlaštenim tvrtkama za recikliranje.



Slika 4.2: Tehnološki proces od skupljanja do utovara metalnog otpada ovlaštenim tvrtkama za recikliranje

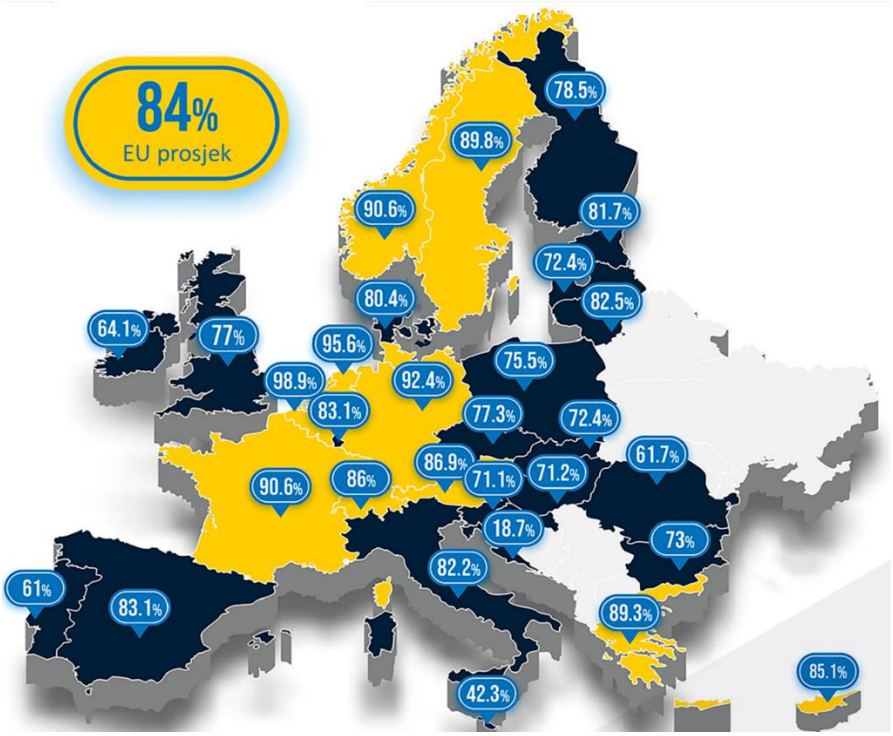
Izvor: https://www.zagrebacka-zupanija.hr/media/filer_public/e5/62/e562725d-1232-462d-af29-9f55649292b6/ego-king_metal-15-3.pdf

4.2 Stanje u RH

U 2015. godini prikazani su sljedeći podaci iz kojeg se može izvući i sam zaključak, međutim za konačni zaključak trebalo bi obuhvatiti i podatke iz kasnijih godina jer se stvari godinama mijenjaju od raznih zakona ali i kao i sama svijest građana. 2015. godine na tržište je stavljeno 215 534 tone ambalaže, 10 866 tona čini metalna ambalaža. Od prvobitne ukupne stavljene ambalaže te iste godine prikupljeno je 140 441 tona, dok je reciklirano 129 554 tone ambalaže. Kada bi se gledala ukupna ambalaža Hrvatska bi 2015. godine zadovoljila stopu recikliranja jer bi iznosila 60,1%, međutim za svaki materijal (vrstu ambalaže) se gleda zasebno te je tu situacija sljedeća:

- Plastična ambalaža 46%
- Staklena ambalaža 65%
- Papirnata ambalaža 89%
- Metalna ambalaža 14%

Recikliranje stakla i papira prelazi zadanu granicu od 50%, plastika i nije toliki problem da se dostigne 50%. Veliki problem u 2015. godini je metalna ambalaža sa svega 14% od zadanih 50% recikliranja. Te iste godine Hrvatska najviše uvozi metalni otpad, kao nedostatak na Hrvatskom tržištu, dok s druge strane još uvijek te iste godine izvozi najviše metalnog otpada (65%). Nije specificirano koji su to metali koji se uvoze i izvoze, te je iz tog razloga teško dati zaključak o specifičnosti problema. U hrvatskoj registrirano je 160 subjekta (za oporabu otpada), 250 dozvola dok se najveći postotak tih dozvola (33%) odnosi na dozvole za metalni otpad [14].



Slika 4.3: Službene brojke država članica za recikliranje metala iz otpadne ambalaže 2019

Izvor: https://www.apeal.org/wp-content/uploads/2022/01/APEAL-why-steel-recyles-forever-January-2022.pdf

Kružno gospodarstvo uključuje transparentna izvješća članica Europe, Njemačka je prva zemlja u Europi koja je usvojila i implementirala odgovornost proizvođača za ambalažni otpad. Iz ovih podataka vidljivo je da Hrvatska najmanje reciklira metal iz otpadne ambalaže i to svega 18,7%. Gospodarenjem otpadom u Hrvatskoj upravlja FZOEU. Kao takav subjekt zadužen je za izvješće o ambalaži kao i o otpadnoj ambalaži prema pravilniku iz 2005. godine. Izvješće sadrži podatke o recikliranju ambalažnog otpada u Republici Hrvatskoj.

Direktiva (EU) 2018/852 ima jasne ciljeve kada je riječ o recikliranju metalne ambalaže te je propisano da se metalna ambalaža (neobojeni metali) mora od 2025. godine reciklirati minimalno 70%, dok je krajnji cilj 2030. 80%, Za aluminij 50% do 2025. i 60% do 2030. godine. Do 2025- te za obje skupine uzima se cilj od 50%. Gledani postotak svih vrsta ambalaža u Hrvatskoj u 2019. godini, metalna ambalaža zauzima 4,68% od ukupne ambalaže u RH. Porast ambalaže po stanovniku raste iz godine u godinu tako je porast od 9% po stanovniku iz 2018. na 2019. godinu.

Vrsta ambalaže	Jednokratna (nepovratna) ambalaža			Višekratna (povratna) ambalaža		Ukupno stavljeno na tržište RH (t)
	Proizvedena i stavljena na tržište RH (t)	Izvezena (t)	Uvezena i stavljena na tržište RH (t)	Novonabavljena ambalaža proizvedena (t)	Novonabavljena ambalaža uvezena (t)	
Aluminij	1.523	12	4.447	0	1	5.959
Željezo	1.972	35	5.609	56	544	8.146
Metali ukupno	3.495	47	10.056	57	545	14.105

Tablica 4.1: Prikaz kretanja metalne ambalaže u RH 2019. godine

Izvor:
http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf

Ambalažni otpad (vrsta)	2013. (t)	2014. (t)	2015. (t)	2016. (t)	2017. (t)	2018. (t)	2019. (t)
Al/Fe	1.082	1.202	1.594	1.877	2.140	2.596	2.982

Tablica 4.2: Skupljen metalni otpad od 2013. do 2019. godine u RH

Izvor:
http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf

Ambalažni otpad (vrsta)	Ukupno sakupljeno (t)	Materijalno oporabljeno (reciklirano) (t)	Ukupno oporabljena (t)
metal	2.982	2.634	2.634

Tablica 4.3: Skupljen metalni otpad, recikliran i oporabljen

Izvor:
http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf

Da bi se izračunala stopa recikliranja/oporabe potrebne su prijašnje tablice za precizne podatke. Izračun stope oporabe ili recikliranja (u postocima) se izračunava prema formuli [15]:

$$\text{Stopa recikliranja} = \frac{reciklirana\ količina\ metalnog\ otpada\ u\ 2019.\ godini}{stavljena\ količina\ metalne\ ambalaže\ 2019.godine} \text{ x } 100$$

Stopa recikliranja = $\frac{2.634}{14.105}$ x 100

Stopa recikliranja = 18,7 %

Prema zadanim ciljevima recikliranja metalne ambalaže Europske Unije do 2025. godine iznosi 50% neovisno o vrsti metala tek nakon te godine postotak ovisi i o vrsti metala. Izračunati podaci iz tablica govore da nisu postignuti zadani ciljevi te to govori da nedovoljno se reciklira u RH. I to daleko ispod zadanih normi.

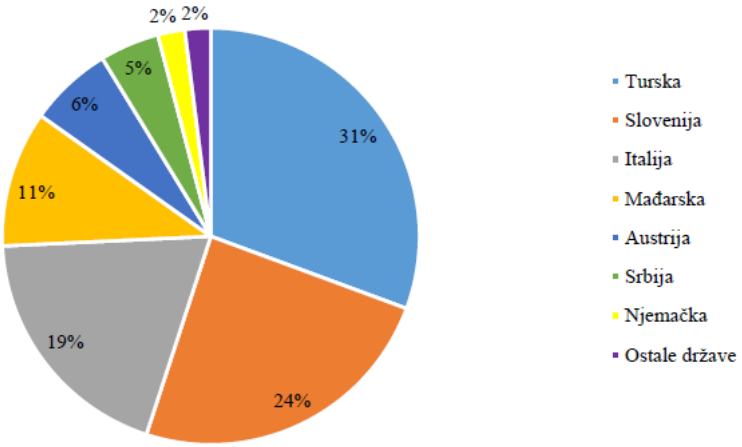
Vrsta ambalažnog otpada	2013. (t)	2014. (t)	2015. (t)	2016. (t)	2017. (t)	2018. (t)	2019. (t)
Al/Fe	590	546	1.397	644	4.616	746	1.022

Tablica 4.4: Izvezene količine otpada metalne ambalaže u tonama

Izvor:
http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf

Kada se usporede tablice i prikupljeni podaci iz 2019. godine (ukupno stavljena ambalaža na tržište, skupljena te reciklirana) dolazi se do sljedećeg zaključka: ukupno stavljena metalna ambalaža na HR tržite iznosi 14.105 tona, od toga je sakupljeno 2.982 tona te je izvezeno 1.022 dolazi se do manjka 10.101 tone metalnog otpada.

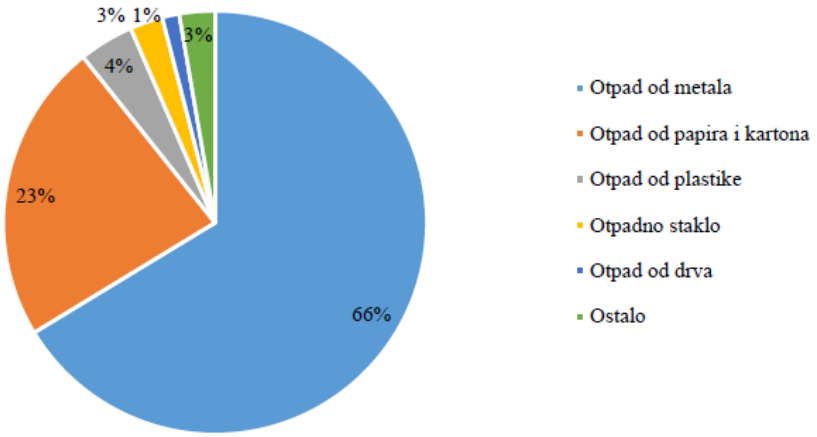
Za kružno gospodarstvo i za ciljeve od strane Europske Unije u Hrvatskoj najveći problem je metaloprerađivačkoj industriji, godinama opadaju ulaganja, smanjuje se broj zaposlenih, nema dovoljno velikih kapaciteta koji bi pokrili zadanu stopu recikliranja metalnog otpada kao i metalne ambalaže. Sav višak otpada koji je nemoguće reciklirati u Hrvatskoj ide na vanjsko tržište. Vidljivo na slici 4.4 najviše se izvozi u Tursku i to 231.397 tona otpada, zatim slijedi susjedna Slovenija sa 184.120 tona otpada, u Italiju se izveze 145.457 tona itd. (podaci za 2019. godinu) [15].



Slika 4.4: Zemlje u koje Hrvatska najviše izvozi otpad u 2019. godini

Izvor:
http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf

Nadalje bitno je spomenuti vrstu otpada koji je najviše izvezen u 2019. godini, a to je otpad od metala, gledano u postocima zauzima više od polovice ukupnog izvezenog otpada (66,3%), zatim slijedi papir (23%), odnosno karton te otpad od plastike itd. Sav otpad vidljiv je u postocima na slici 4.5 [15] .



Slika 4.5: Izvoz otpada u 2019. godini prema vrsti u postocima

Izvor:
http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf

Ukupna količina metala koja je izvezena iz Hrvatske u 2019. godini iznosi 500.964.68 tona. U toj količini je sav metalni otpad i ne odnosi se samo na metalnu ambalažu.

Metalni otpad (2019.)		
Zemlja	Količina (t)	Postotak (%)
Turska	231.293,74	46.17
Italija	138.149,79	27.58
Slovenija	113.177,92	22.59

Tablica 4.5: Prikaz top 3 zemlje i količine metalnog otpad u koje Hrvatska izvozi metalni otpad

Izvor:
http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf

U Italiju i Sloveniju se izvozi osim metalnog otpada i drugi otpad, najvećim dijelom papir i karton dok je Turska odlučila prihvatiti samo metalni otpad i to gotovo polovinu izvezenog metalnog otpada iz Hrvatske. 96.34% izvoza odlazi u Tursku, Italiju i Sloveniju, ostalih 3.66% odlazi u Njemačku, Austriju, Mađarsku te još nekoliko zemalja. U Hrvatskoj je opće poznato stanje s propadanjem metaloprerađivačke industrije, međutim začetnici kružnog gospodarstva i cilj Zelenog plana Europska Unija ima isto problema sa izvozom koji raste iz godine u godinu kada je u pitanju metalni otpad (od 2004. do 2021. godine rast od 77%) pa se postavlja pitanje zašto je to tako da li je problem u samoj tehnologiji unutar EU ili loša politika kao u Hrvatskoj. Kao i Hrvatska tako i Europska unija najviše bilježi izvoz u Tursku koja je jedna od najvećih uvoznika metalnog otpada na svijetu, zatim ju slijedi Indija. Gledano ostale države članice Europske Unije Hrvatska stoji najlošije s recikliranjem metalnog otpada. Uslijed izvoza javljaju se i kriminalne radnje pa tako je u 2019. nekoliko slučajeva već obrađeno dok neki slučajevi čekaju na red i dan danas te taj vrijedni otpad dok traje slučaj stoji kao smeće čekajući da se ipak jednog dana reciklira i postane ponovno vrijedni materijal kojem cijena iz dana u dan raste i sve se više ovom materijalu pridodaje na važnosti [15].

5. Recikliranje metalne ambalaže

Danas je recikliranje sve zahtjevnije i kompleksnije, naprimjer metalna ambalaža lako se odvoji od ostalog otpada, sortira i ponovno reciklira. Najveći problem iskoristivosti ostalih metala kao sirovina za ponovnu upotrebu su sve kompleksniji proizvodi kao što su električni i elektronički otpad koji sadrže i do nekoliko desetaka elemenata različitih materijala. Industrija ovdje ima ključnu ulogu kod dizajna proizvoda koji može olakšati recikliranje, odnosno dovesti do značajnog povećanja učinkovitosti kod recikliranja. S aspekta onečišćenja okoliša metalurška industrija je jedan od najintenzivnijih izvora. Međutim tu su i ekonomski i ekološki razlozi koji nalažu upotrebu sekundarnih metalnih materijala pa kao takva industrija zauzima važno mjesto, te je takva neočišćena potrebno svesti na minimum. Poanta recikliranja nije samo da se smanji otpad, već za cilj ima da se na tržište čim manje nove ambalaže stavi, da se iznova vraća reciklirana ambalaža. O tome zapravo i govori direktiva iz 2018. godine ((EU) 2018/852). Da se to sprovede u djelo potrebni su razni poticaji te mijenjanje navika, isto tako potrebno je dizajnirati ambalažu da bi se ona lakše reciklirala i ponovno vratila u prodajni sustav. Na taj način bi se utjecalo na okoliš, gospodarstvo pa i na društvo. Bit je u dugoročnoj politici, stvaranje infrastrukture te fokus na dugoročne ciljeve. Iako se odgovornost prebacuje na proizvođača ambalaže gledano dizajna i kombinacije materijala, radi lakše ponovne obrade, razvrstavanja potrebno je educirati i društvo kao cjelinu jer samo prebacivanje odgovornosti na pojedinca kao u ovom slučaju proizvođača ne donosi dugoročne ciljeve. Proizvođač prati potražnju te bazira proizvodnju prema samoj potražnji te tu ključnu ulogu ima društvo koje bi moglo zahtijevati manje kompleksne ambalaže te bi to doprinijelo povećanju iskoristivosti ambalaže, dodatno smanjilo troškove i potrošnju energije. Nadalje je prikaz recikliranja dva najvažnija ambalažna metalna materijala. Čelik odnosno bijeli lim i aluminij.

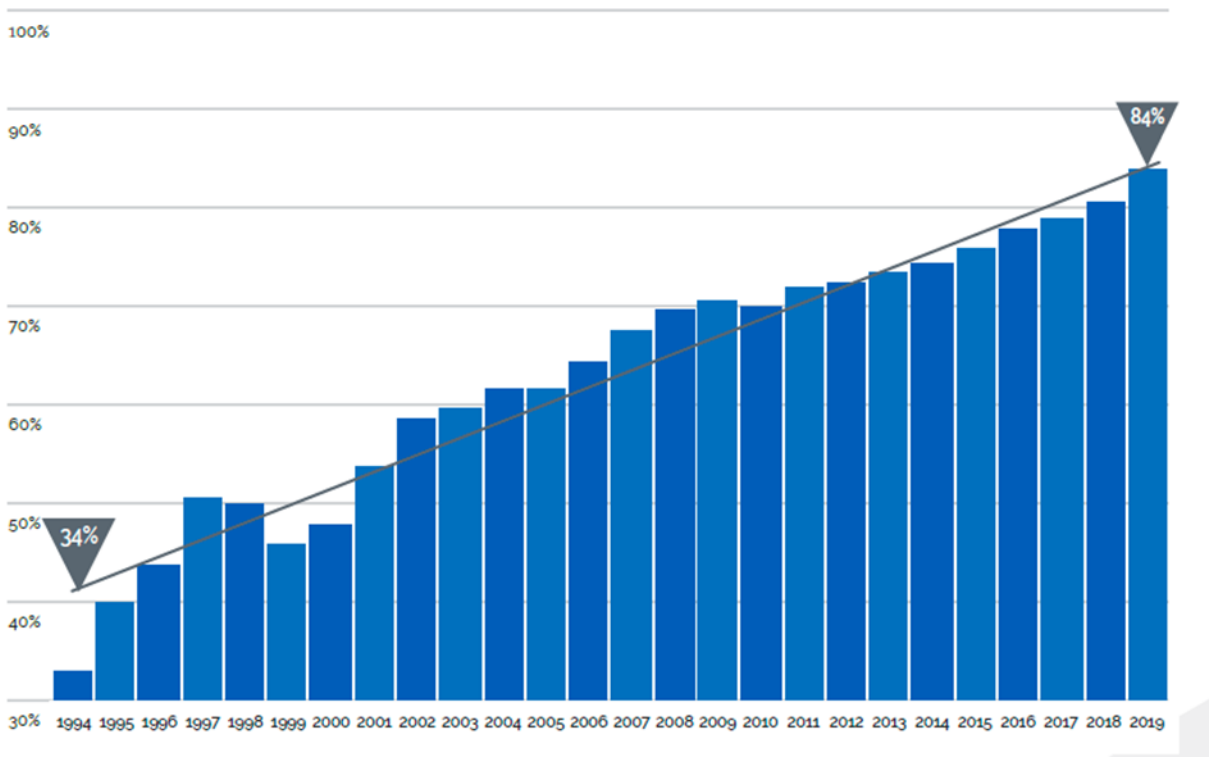
Važnost lima danas je sve veća, potrebe za infrastrukture i tehnologije koje su stalno u razvoju, pa i da se smanji i ovako visoka cijena i s drugog gledišta zaštiti okoliš potrebno je reciklirati materijale. Reciklaža lima bilježi najdulju tradiciju recikliranja od svih ostalih tehnologija recikliranja. Recikliranje čeličnih limenki nije danas toliko popularno kao ostali čelični otpad iz razloga da je konzervirani čelik često kontaminirani drugim materijalima kao što je krom ili kositar. Na samom prikupljanju otpada takve limenke se prešaju u bale te kao takve se transportiraju u čeličane. Prednost čelika od drugih materijala je u tome da ima dobra magnetska svojstva te se pomoću magneta lakše odvaja naprimjer od aluminijskih limenki, odnosno od drugog otpadnog materijala. Magneti se nalaze iznad ili duž transportnih traka za

otpad. Čelična ambalaža sadrži i druge slojeve poput kositra, za proizvodnju kvalitetnog čelika potrebno je ukloniti kositar iz razloga jer višak može uzrokovati krhki reciklirani čelik. Nakon što se ukloni kositar sa čelika koji je zapravo izrazito tanak, čelik se temeljito čisti, te se dostavlja na taljenje. Tu su i organske nečistoće, ali one ne predstavljaju velika ograničenja zbog samog procesa u kojem su vrlo visoke temperature. Za pakiranje se koriste razni materijali od papira, plastike itd., ali malo je tih materijala od kojeg se ponovno može proizvesti 100% ambalaža, odnosno aluminij je jedan od rijetkih materijala koji ima povoljna svojstva da se može 100% reciklirati, a da se ne naruši kvaliteta materijala. Glavna činjenica ili prednost recikliranja aluminija iz otpada, uključujući i ambalažni otpad je da se u samom procesu potroši samo 5% energije u odnosu proizvodnje aluminija od boksita ili druge rude. Proizvodnja primarnog aluminija iz boksita je tehnološki i energetski vrlo zahtjevan proces dok recikliranje ima povoljna svojstva poput smanjenja emisije plinova. Kao što recikliranje ima povoljna svojstva na okoliš ima povoljna svojstva i na ekonomiju, te je taj proces postao od strateškog značaja za aluminijsku industriju zbog visokih cijena energije [16].

5.1 Recikliranje čelične ambalaže

Čelik ima znatnu ulogu u ambalažnoj industriji, međutim još uvijek se ovaj vrijedni metal nalazi na odlagalištima otpada. Europska Direktiva (o ambalažnom otpadu i ambalaži) ima za cilj hrabru viziju da se do 2025 ostvari nulto odlaganje da uopće ne bi bilo smeća za odvoz na odlagališta.. Značajnu ulogu u kružnom gospodarstvu imaju svi dionici da se sprovede prikupljanje te recikliranje čeličnog ambalažnog otpada. Što i nije nemoguće jer dosadašnji podaci pokazuju optimizam kada se pogleda 2019. godina i stopa recikliranja čelika za ambalažu od 84% i ta brojka nastavlja svoj rast. Ovi podaci kao i sama reciklaža čelika nije slučajnost. Na području Europe djeluje udruga APEAL koja ujedinjuje proizvođače čelika za pakiranje u Europi. Udruga ima ulogu kako bi se osiguralo razumijevanje kao i podrška čeliku kao održivom resursu za ambalažu. Osim toga ina niz drugih zadataka poput razvoja politike za čeličnu ambalažu, prikupljanje, oporabu i recikliranje, praćenje tehnološkog razvoja te usklađenost industrije na području Europske unije te podrška kao i dokumentacija za ekologiju i ekonomiju. Udruga je povezana sa Europskom Komisijom, Europskim Parlamentom, dionicima kao i sa državama članicama sve za jedan cilj oko ostvarenje nulte stope čelične ambalaže na odlagalištima otpada do 2025. godine. Već spomenute dobre karakteristike čelika te širok spektar primjene od hrane i pića, osobne njege, ambalaža za boje itd., 100 postotna barijera od zraka, svijetla, vode, ambalažni je materijal koji doprinosi zelenoj budućnosti

Europe pa i šire. Na tlu Europe nalazi se 500 čeličana, odnosno postrojenja gdje se reciklira 84% čelika koji je input za proizvodnju novih proizvoda. Gledano sa spektra ambalaže, čelik se u najvećem postotku koristi za ambalažu hrane 63%, zatim 10% na razne zatvarače, zatim 7% limenke za pića, 6% na aerosole itd. Ta statistika se odnosi na Europu, međutim i ostatak svijeta prati ove brojke. Ideja kružnog gospodarstva je zadržati čelik u upotrebi što je duže moguće da se ne iscrpljuje sirovina. Na slici 5.1 vidljiva je stopa koja raste iz godine u godinu da se čelična ambalaža odvojeno prikuplja, sortira i šalje postrojenjima za reciklažu. 1994. i niska stopa recikliranja pokazatelj je da su bile potrebne promjene te da su i primijenjene i dale jako dobre rezultate kada se usporedi 1994. godina i 2019. Ono što se dogodilo između te dvije spomenute godine je podizanje svijesti, informiranje građana kako pravilno sortirati te druga i bitnija stavka bez koje prva nema smisla je infrastruktura. Takva infrastruktura nije potrebna samo kod kuće već i izvan nje, naprimjer i u javnim prostorima poput škola, poduzeća, nadalje jasne i jednostavne upute kako bi se odvajanje sprovelo u djelo. A to sve mora omogućiti vlast i to središnja kao i lokalna [16].



Slika 5.1: Evolucija stope recikliranja čelične ambalaže u EU od 1994.do 2019.

Izvor: *https://www.apeal.org/wp-content/uploads/2022/01/APEAL-why-steel-recyles-forever-January-2022.pdf*

Kod recikliranja čelika negativan utjecaj ima nečistoća poput papira, plastike, svih materijala koji nije zapravo sam čelik. Ulaz otpadnog čelika da bi industrija čelika bila učinkovita mora biti visoke kvalitete. Za to postoje standardi koji imaju minimalne zahtjeve koji moraju biti ispunjeni poput maksimalne dopuštene vlage, razine nečistoća itd. Čelik ima nekoliko izvora prije nego ode na recikliranje, a to je iz pepela iz spalionice, mehaničko-bioloških postrojenja za pročišćivanje te iz odvojenog otpada. Da bi čelik koji ulazi u recikliranje postao visokokvalitetna sirovina mora zadovoljiti sljedeće uvijete [16]:

1. Prisutnost nečistoća (ne magnetski materijali)

2. Stopa vlažnosti (povezana s prisutnošću organskih elemenata i/ili loše skladište)

3. Mala gustoća pakiranja čelične ambalaže (u korelaciji s prisutnošću nečistoće).

5.1.1. Dobra praksa odvajanja, sortiranja i recikliranje čelika iz ambalaže

1. Aktivnosti i kampanje za podizanje svijesti građana - Pravilna kampanja svijesti kreće od lokalne vlasti, od odluke za adekvatnom infrastrukturom, dostupnosti mjesta za odlaganje, razvrstavanje otpada i adekvatne informacije ključ su osiguranja visokokvalitetnog materijala za recikliranje. Bit svega je edukacija potrošača o recikliranju čelične ambalaže. Ovakve informacije su vrlo bitni u Hrvatskoj kako je već ranije navedeno malog postotka recikliranja čelične ambalaže. Veliku ulogu igra obrazovni sustav koji može informirati već najmlađe potrošače kroz razne multimedijske interakcije. Takav program djeca šire i na roditelje jer ujedno cilj je i starije potrošače informirati. Nadalje mediji ovdje mogu odigrati ključnu ulogu, danas se informacija lako prenosi gotovo do svih potrošača kroz novine, televiziju, društvene mreže itd. Najbitniji korak kreće na kućnoj razini, te je obrazovanje ključni korak do čistog materijala naprimjer od čelične ambalaže odvojen i posebno sortiran plastični otpad. Kroz školske klupe, čak i ranije u predškolskoj dobi učiti djecu kroz razne igre razvrstavanja otpada u odgovarajuće kante, posjete tvornicama za reciklažu i slično [17].

2. Odvojeno prikupljanje ambalažnog otpada (u kućanstvu) - Direktiva 2008/98/EZ nalaže da su do 2015. godine trebali implementirani sustavi kako bi se odvojeno prikupljao otpad od metala, papira, plastike te stakla u Europskoj uniji. U kućanstvima metali se razvrstavaju zajedno sa plastikom u žute kante, jedno dobro svojstvo metala je da se lako odvoji pomoću magneta te se na tom principu lagano metalni otpad odvoji od plastičnog. Ono što se u kućanstvima nikako ne odlaže u žute kante, a ambalaža su od čelika, to su boce ili limenke

pod tlakom, od zapaljivih tekućina, od boja ili lakova itd. Smatra se opasnim otpadom i takav čelični ambalažni otpad odlaže se u reciklažo dvorište [17].

3. Osiguranje kvalitete čeličnog otpada - Točka 3 opisuje sam početak, izvor sortiranja u kućanstvima kojemu je i svrha isporučiti odvojeni otpad. Čelična ambalaža se prikuplja s ostalom metalnom ambalažom poput aluminijske te plastičnom ambalažom. Takvo učinkovito sortiranje ključno je za osiguranje visoke kvalitete čeličnog otpada koji dalje uz magnetska svojstva lako izdvojiti od plastičnog otpada i to je odlično svojstvo kod sortiranja jer ostali materijali nemaju tu privilegiju. Nakon sortiranja i preuzimanja čelične ambalaže ona se komprimira u snopove, međutim ti snopovi sadrže nečistoće poput boje, gume, plastike, tkanine i slično (slika 5.2).



Slika 5.2: Snop čelične ambalaže s primjesama nečistoće

Izvor: https://www.apeal.org/wp-content/uploads/2018/06/Report2018v5.pdf

Razina nečistoće ili postotak sterilnosti je parametar koji pokazuje kvalitetu čeličnog otpada i učinkovitost sortiranja, odnosno odvajanje materijala od čelične ambalaže poput plastičnih čepova i slično. Završni koraci koji određuju završnu kvalitetu čelika se obavljaju u čeličani, ovise o državnim propisima, čeličani te postoje kriteriji koji uključuju maksimalnu nečistoću, vlažnost i ostale kriterije za preradu čelika u novi čelik. Kriterij kvalitete prvenstveno moraju osigurati subjekti za sortiranje, rukovođenje čeličnim otpadom. Tu spadaju kriteriji koji se isto tako osim kvalitete moraju ispuniti: ekonomski, tehnički te kriterij zaštite okoliša. Neke zemlje poput njemačke imaju dva kruga sortiranja, prvi krug dozvoljava nečistoće od 10% do 20%, dok drugi krug obvezuje da te nečistoće moraju biti ispod 5%. Povećanjem konkurentnosti je odličan način za dobivanje sve čišćeg čelika zbog natječaja među konkurencijom, različitost

tehnologije i slično. Potreba za trećim korakom sortiranja naglašava disfunkcionalnost u načinu rukovanja i sortiranja ambalažnog otpada koji počinje u kućanstvima. Standardi za pakiranje čeličnog otpada je pozitivan korak od lanca vrijednosti recikliranja prema osiguranju kvalitete sekundarnih sirovina. Takvi standardi većinom izdani od strane Europe ključni su za praćenje i kvalitetu čeličnog ambalažnog otpada. Praksa nekih zemlja poput Nizozemske ili Poljske je da koriste otpad u spalionicama za proizvodnju energije, nusprodukt koji nastaje u sebi sadrži tvari koje je nemoguće spaliti poput metala, te zakonski okviri imaju tu značajnu ulogu kod obrade pepela iz kojeg je lako moguće izvući metale za recikliranje. Kada neka zemlja nema postrojenja za obradu pepela šalje u drugu zemlju na obradu [17].

4. finalni korak prihvaćanje čeličnog otpada od tvornica za recikliranje čelika - Kada čelični otpad stigne u tvornicu čelika na finalni proces recikliranja da bi se mogao integrirati u proizvodnju novog čelika postoje smjernice na nacionalnoj i regionalnoj razini koje ne važe za svaku državu isto, međutim Europske norme nalažu da se unutar EU te smjernice izjednače. One pružaju analizu i parametre otpada koji definiraju svojstva čelika kojeg tvornice smiju prihvatiti. Kontrola kvalitete počinje kada se materijal nalazi u postrojenju za sortiranje (ili u koraku obrade otpada). Odgovornost s jedne strane mora biti na centru za razvrstavanje čeličnog otpada i dobavljača otpada, dok s druge strane je na čeličanama koje prihvaćaju otpad što je zapravo višestruka provjera koja garantira visoko kvalitetni sekundarni čelik [17].

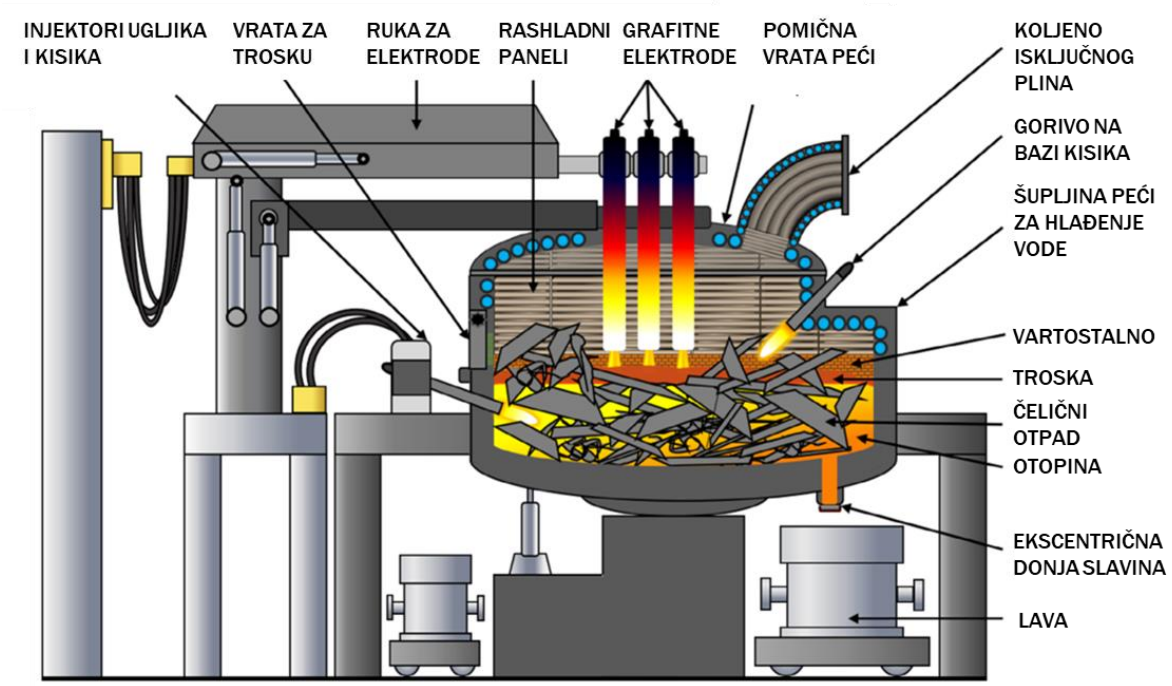
5.1.2. Princip recikliranja čeličnog otpada

Trgovci otpadom koriste raznovrsnu opremu za prikupljanje u prerađivanje otpada u fizički oblik i prema kemijskom sastavu koji dalje predaju čeličani. Sjeckalice, hidraulične škare, magneti, ventilatori, preše za baliranje čime se smanjuje volumen otpada i trošak transporta. Posebno se pridodaje pozornost sortiranju otpada koji se prodaje da ne sadrži elemente koje čelične peći ne mogu prihvatiti. Tu su i sve strože regulative Europe što dovodi do sve više zbrinjavanja i recikliranja metalnog otpada. Proizvodnja čelika se dijeli na dva glavna načina. Jedan je na temelju željezne rude dok drugi se temelji na metalnom otpadu.

Ukupna proizvodnja gledana na svjetskoj razini proizvodi se na već spomenuta dva načina, svaki način koristi razne peći. 70% čelika danas nastaje iz željezne rude i to na način da u visokoj peći (BF - Blast Furnace) nastaje sirovo željezo te se zatim pretvara u čelik koji nastaje uz korištenje kisika putem kisikovog konvertora (BOF - Basic Oxygen Furnace). Ostatak od 30% čelika nastaje u elektrolučnim pećima (EAF - Electric Arc Furnace). Takve peći koriste

čelični otpad kao sirovinu. Oba načina mogu koristiti čelični otpad te oba procesa stvaraju nusproizvode [18].

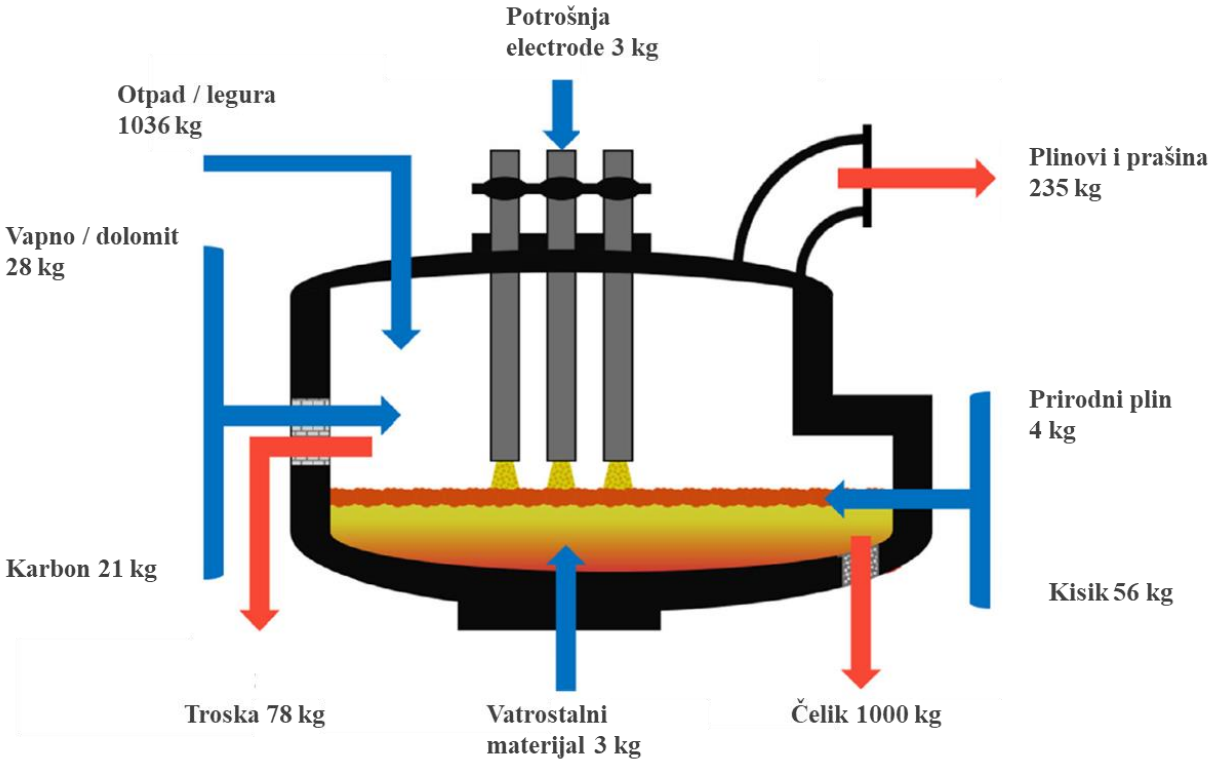
Elektrolučna peć pretvara električnu energiju u toplinsku i to u električnom luku. Ta temperatura luka ide do 4000 °C, a u samom prostoru procesa iznosi 1700 °C. Sam kapacitet rastalnog čelika iznosi do 100 t/h, a potrošnja električne energije iznosi oko 350 kWh/t i ta potrošnja se odnosi na 100% otpad. Ova vrsta peći najbitnija je kod recikliranje otpada u razvijenom svijetu, državama te punjenje ove peći glavna sirovina je čelični otpad, dok u zemljama u razvoju miješa se sa direktnim reduciranim željezom, otpadom od vrućeg briketiranog željeza, sirovo željezo te vrući metal. Top tri proizvođača u svijetu EAF čelika su Kina, Ujedinjene države i Indija. Punjenje direktnim reduciranim željezom je specifično je za Indiju, takav proces troši više energije naspram čistog čeličnog otpada zbog kiselog kamenca kojeg je potrebno neutralizirati. Za Brazil je specifična upotreba kod recikliranja dodavanje sirovog željeza zbog jeftinog materijala, dok se s druge strane u Kini kod recikliranja čelika dodaje vrući metal zbog nedostatka otpada [19].



Slika 5.3: Shematski prikaz električne lučne (izmjenične) peći

Izvor:
https://www.researchgate.net/publication/344469989_A_Review_of_Mathematical_Process_Models_for_the_Electric_Arc_Furnace_Process

Na slici iznad shematski je prikaz električne lučne peći, njezin princip rada zasniva se na energiji koja se dovodi preko jedne ili tri elektrode s tim da postoje dvije vrste napajanja. Elektrode od umjetnog grafita je standard za ovakve vrste peći. Dva su različita napajanja istosmjernom strujom i izmjeničnom strujom. U pećima sa izmjeničnom strujom koristi se sve tri elektrode dok istosmjerne peći koriste srednju elektrodu sa kombinacijom s elektrodom na dnu za zatvaranje električnog kruga. Kao što se vidi na shemi postoji vatrostalna obloga na donjem djelu posude te ekscentrična slavina na dnu. Kroz gornji dio kroz šupljinu peći prolazi voda koja služi za hlađenje, nadalje peć uključuje tri dijela vodenog hlađenja: krov, ploče i kanal za otpadni plin. Vrata za trosku omogućuju uklanjanje iste ili kroz njih je moguće umetanje brizgalica za kisik ili ugljik. Troska nastaje pri taljenu ruda, silikatna talina (kalcijev aluminijev silikat) koja je manje gustoće od rastaljenog metala te kao takva pliva na njemu u štiti metal od oksidacije. Troska koja nastaje kod taljenja čelika kasnije se može upotrijebiti kao fosforno gnojivo. Na gornjem djelu gdje se nalaze elektrode su vrata za punjenje sirovina za proizvodnju čelika, nadalje nalazi se i otvor za uklanjanje otpadnog plina. Proces recikliranja dijeli se u četiri faze:1. punjenje s čeličnim otpadom, 2. otapanje čeličnog otpada, 3. zagrijavanje i rafiniranje i na kraju točenje. Tijekom taljenja čeličnog otpada zapaljiva onečišćenja kao i ugljik djelomično izgaraju. U međuvremenu se stvaraju zapaljivi plinovi, kisik se ubrizgava kako bi se omogućilo izgaranje tih planova te na taj način vraća se dio energije koja se izgubila otpadnim plinom. Polovicu energije u peći dobiva se električnom energijom dok druga polovica nastaje kemijskim putem oksidacijom ubrizganih ili nabijenih izvora ugljika. Energija koja se gubi s otpadnim plinom uglavnom je kemijska energija u obliku ne izgorjelog ugljičnog monoksida i vodika, od kojih se neki mogu povratiti naknadnim izgaranjem unutar peć. Te dvije energije ne moraju biti u omjeru 50:50 već ovise o dosta varijabli naprimjer o cijeni energenata, o željenoj kvaliteti čelika i slično. Potrebno je naglasiti da otapanje otpada nije relevantan samo za EAF, već i za osnovnu peć za kisik (BOF) [20].



Slika 5.4: Prikaz potrošnje komponenti za proizvodnju 1000 kg čelika

Izvor:
https://www.researchgate.net/publication/344469989_A_Review_of_Mathematical_Process_Models_for_the_Electric_Arc_Furnace_Process/download

Na slici 5.4 je prikaz svih materijala u kilogramima koji su potrebni za proizvodnju sirovog čelika. Sve te komponente variraju te su ovisne o varijablama procesa, isto tako ovise i o vrsti otpada (punjenja peći).

Proizvodnja taljenja otpada ovisi o materijalima, temperaturi, kemijskim procesima, ali neki okvirni raspon procesa se kreće između 40 do 60 minuta. Bitno je naglasit da snaga električne energije nije konstantno ista, ovisi o visini elektroda u peći, kako se čelični otpad topi tako se elektrode bolje spuštaju na dno i pojačava se električna energija odnosno snaga elektroda. Kao što je već spomenuto dvije energije pokreću peć, kemijska i električna. Kemijska nastaje unosom kisika, ugljika te prirodnog plina, danas u modernijim pećima kroz injektore. Nusprodukt koji nastaje tijekom procesa taljenja je prašina i to oko 10 kilograma na tonu tekućeg čelika i kao takva sadrži uglavnom željezne okside. Prije odlaganja prašine koja je u velikom broju zabranjena zbog opasnosti na utjecaj prirode, mora proći fizičke i kemijske reakcije (oksidacija, redukcija, netopivosti metala, polimerizaciju silikata itd.), stabilizirani materijali u prašini imaju nisku propusnost, visoku čvrstoću te se više ne smatra opasnim

otpadom. Iako je omjer 70:30 proizvodnje čelika u BOF pećima naspram EAF, zakonska ograničena CO2 emisije u Kini (najveći proizvođač čelika) kao i u drugim zemljama taj omjer će se velikom brzinom mijenjati. Recikliranje čelika na svaku tonu štedi oko 1,67 tona CO2, sačuva se oko 1,4 željezne rude, 0,8 tona ugljena i 0,3 tone vapnenca. I aditiva [19].

5.2. Recikliranje aluminijske ambalaže

Aluminij ima zanimljivo svojstvo koje ga čini ekonomski uvijek isplativo reciklirati iz razloga da se može svaki puta iznova reciklirati, a da se ne izgubi kvaliteta materijala. Kada je uvedena povratna naknada limenki od pića prikupljanje aluminija kroz ambalažu se značajno povećalo. Ambalaža poput limenka ima kratak životni vijek koji u prosjeku iznosi oko pola godine, međutim od tog kratkog životnog vijeka aluminija kroz ambalažu recikliranjem mu se produži život kada se taj isti ugradi u automobil pa mu se prosjek života poveća na 12 godine, nadalje u kućanstvu i do 50 godina. Osim što se štedi energija uspoređujući je s recikliranjem ili proizvodnjom limenke iz novoga aluminija, utječe se i na očuvanje okoliša i to otprilike 15 grama koliko teži limenka za piće rezultira s 120 grama CO2 manje. Aluminij ima cijeli spektar dostupnih svojstva (fizičkih i mehaničkih) te kao takva su ga dovela kao vrlo popularan materijal u proizvodnji ambalaže. U zemljinoj kori je treći najčešći element, valjanjem, ekstrudiranjem, kovanjem nastaju razne vrste ambalaže. Valjanje aluminija je najčešći proces u proizvodnji ambalaže, odnosno za pakiranje proizvoda. Svojstva aluminija: trajnost i čvrstoća, toplinska vodljivost, male težine, otpornost na toplinu, barijera na svijetlost, plinove i tekućine, kompatibilnost sa hranom i pićem (nema kontaminacije). Karakteristike aluminija određuje sastav legure koje sadrži, postoje glavni elementi: silicij (Si), magnezij Mg), bakar (Cu), cink (Zn) i mangan (Mn). Kalcij (Ca), natrij (Na), olovo (Pb), litij (Li), kadmij (Cd), kositar (Sn) te još neki elementi također mogu biti prisutni kao legirajući elementu, dok neki od njih se mogu pronaći kao neželjeni elementi (kontaminacija). Standardizacija uključuje različite sustave jer ovisi od zemlje do zemlje iako se teži globalnoj standardizaciji. Jedan od popularnijih sustava je sustav koji se sastoji od četveroznamenkastog sustava za legure gdje prvi broj opisuje glavni legirajući element.

1xxx čisti primarni aluminij

2xxx legura s Cu kao glavnim legirajući element

3xxx legura s Mn kao glavnim legirajući element

4xxx legura sa Si kao glavnim legirajući element

5xxx legura s Mg kao glavnim legirajući element, u kombinaciji s Cr ili Mn

Kod ambalaže ili pakiranja aluminij se koristi u prve 3 verzije (serije). Te serije govore o legurama aluminija i označavaju se brojevima: 1000, 3000 i 5000. Svaka ta serija ima svoje karakteristike. Serija aluminija 1000 je gotovo bez legiranja (manje od 1%) to mu daje svojstvo da je od ostalih serija najsavitljiviji te najčešća upotreba je za izradu aluminijskih folija (prikaz tablica 5.1) [21].

Kemijska kompozicija u postocima (%)												
Legura	Silicij	Željezo	Bakar	Mangan	Magnezij	Krom	Cink	Titanij	Cirkonij	Ostali		Aluminij
										Svaki	Ukupno	
1050	0,25	0,40	0,05	0,05	0,05	/	0,05	0,03	/	0,03	/	99,50
1060	0,25	0,35	0,05	0,03	0,03	/	/	0,03	/	0,03	/	99,60
1070	0,20	0,25	0,04	0,03	0,03	/	0,04	0,03	/	0,03	/	99,70
1100	0,95 (sicilij + željezo)		0,05-0,20	0,05	/	/	0,10	/	/	0,05	0,15	99,00
1200	1,0 (sicilij + željezo)		0,05	0,05	/	/	0,10	0,05	/	0,05	0,15	99,00

Tablica 5.1: Legirani aluminij serije 1000

Izvor: http://www.hmaluminumcoil.com/product.html

Nadalje serija 3000 sadrži leguru mangana u najvećem postotku, te se ta serija koristi za izradu tijela limenki za piće (tablica 5.2).

Kemijska kompozicija u postocima (%)												
Legura	Silicij	Željezo	Bakar	Mangan	Magnezij	Krom	Cink	Titanij	Cirkonij	Ostali		Aluminij
										Svaki	Ukupno	
3003	0,60	0,70	0,05-0,20	1,0-1,5	/	/	0,10	/	/	0,05	0,15	ostatak
3004	0,30	0,70	0,25	1,0-1,5	0,8-1,3	/	0,25	/	/	0,02	0,15	ostatak
3005	0,60	0,70	0,30	1,0-1,5	0,2-0,6	0,10	0,25	0,10	/	0,02	0,15	ostatak
3104	0,60	0,80	0,05-0,25	0,8-1,4	0,8-1,3	/	0,25	0,10	/	0,05	0,15	ostatak
3105	0,60	0,70	0,30	0,3-0,8	0,2-0,8	0,20	0,40	0,10	/	0,05	0,15	ostatak

Tablica 5.2: Legirani aluminij serije 3000

Izvor: http://www.hmaluminumcoil.com/product.html

Za poklopce limenki koristi se serija 5000, sadrži magnezij u najvećem postotku i to mu daje aluminiju tvrdoću (tablica 5.3).

Kemijska kompozicija u postocima (%)												
Legura	Silicij	Željezo	Bakar	Mangan	Magnezij	Krom	Cink	Titanij	Cirkonij	Ostali		Aluminij
										Svaki	Ukupno	
5005	0,30	0,70	0,20	0,20	0,5-1,1	0,10	0,25	/	/	0,05	0,15	ostatak
5052	0,25	0,40	0,10	0,10	2,2-2,8	0,15-0,35	0,10	/	/	0,05	0,15	ostatak
5754	0,40	0,40	0,10	0,50	2,6-3,6	0,30	0,20	0,15	/	0,05	0,15	ostatak

Tablica 5.3: Legirani aluminij serije 5000

Izvor: http://www.hmaluminumcoil.com/product.html

Usporedba podataka na globalnoj razini iz 2003 godine sa podacima iz 2011 godine govori o povećanju od 25 % upotrebe aluminija samo iz limenki za pića dok se za isto razdoblje stopa recikliranja povećala sa 63% na 64% što dovodi do zaključka da u tom razdoblju veliki dio ambalaže je završio na odlagalištima. Značajan dio ambalaže osim limenka zauzimaju aerosolne limenke, limenke za kućne ljubimce, konzerve za morske plodove itd. [21].

Kao kod čelika tako i kod aluminija postoji primarna i sekundarna industrija. Sekundarna industrija kod recikliranja je podijeljena u dvije grane. Aluminij koji je skupljen u definiranom formatu, znači da je potrebno ispuniti zadane uvijete sastava i legura koja se samo pretopi bez obrade i pripreme. Takvi pogoni su ujedno povezani sa postrojenjima za valjanje uli ekstruziju. Ušteda energije naspram primarne industrije aluminija kao i smanjenje stakleničkih plinova je u velikoj mjeri i time sekundarna industrija ispunjava stroge propise zaštite okoliša koji se danas prate sve naprednijom tehnologijom radi što bolje kontrole te kada se sagleda ekološka i ekonomska strana, recikliranje aluminija uvijek bolji izbor.

5.2.1. Prerada aluminijskog otpada

Prerada otpada prolazi nekoliko faza prije recikliranja koje su bitne da se ispune zahtjevi i kvaliteta. Mehanička priprema otpada uključuje svu pripremu da se smanje kontaminacije nepoželjnih materijala kao i obogaćivanje dodacima prije faze taljenja. Kao što je već poznato, otpad je sakupljen iz raznih izvora od kućanstva, trgovina, tvornica. Tu je bitna faza primarni pregled, gdje se kvalificira aluminij odnosno razvrstava se prema vrsti materijala, nadalje taj se otpad spaja u snopove (bale veličine100 x 50 x 50 cm, veličina koja nije standardna ali koja se pokušava standardizirati pa se većina pridržava tih mjera) te kao takav ide u talionicu, ali potrebno je napomenuti da se tu radi o aluminiju s malo onečišćenje, dok kontaminiran prolazi poseban proces pripreme. Nakon primarnog pregleda slijedi usitnjavanje. Kod ambalaže od

aluminija vrlo je lako naći i druge materijale kako bi se dodalo na vizualnom naglasku ili stvarnoj fizičkoj potrebi, naprimjer poklopcu itd., takve složene materijale potrebno je usitniti raznim drobilicama na male veličine, kada je materijal usitnjen odlazi transportnim trakama na sekundari pogon za sortiranje. Tamo se magnetima odvaja čelik i željezo (magnetski bubnjevi sa dodatnim usitnjavanjem). Nadalje se odvaja materijal koji nema magnetska svojstva (aluminij). Materijal dolazi u separator vrtložne struje, radi na principu gdje rotirajuće magnetsko polje inducira električnu struju u metalne čestice, te metalne čestice se privremeno ponašaju poput magneta, pošto su istih magnetskih polja, materijal magnet odbacuje na kraj separatora te tu ulaze u posudu u kojoj se nalazi tekućinu > 2,7 g/cm3 koja djeluje na aluminij na naći da ostane na površini dok ostali metali padnu na dno posude. Aluminij se vadi iz tekućine, ocijedi i dodatno se ispere. Kao takav aluminij je odvojen, može se skladištiti. Aluminij iz ambalažnog otpada uključuje razne limenke koje su raznih boja, stoga je potrebno uklanjanje premaza. Proces uklanjanja boje uključuje temperaturu od 400 °C, zbog velike temperature javlja se mogućnost gubljenja metala, međutim postaje i povoljniji načini poput pirolize s inertnim plinom. U procesu uklanjanja premaza nastaje plin, katran ili ugljen, ovisno o temperaturi procesa. Povećanjem temperature plin se povećava dok se ugljen i katran smanjuju i obrnuto pri manjim temperaturama količina plina se smanjuje dok katran i ugljen se povećavaju. Dio ugljena ostaje na aluminiju koji se uklanja oksidacijom, da se ne izgubi dio materijala potrebna je kontrola kisika. Sve ove faze procesa ne znače da su potrebne, potreba o fazama ovisi o samom otpadu [23].

5.2.2. Recikliranje aluminija u tri koraka

Recikliranje aluminijskog otpada koje uključuje i ambalažu postiže se na tri načina odnosno postoje tri koraka: taljenje, rafiniranje i lijevanje. Proces taljenja uključuje peći koje imaju uljne ili plinske plamenike. Veličine su od 10 do 30 tona (kapacitet kupke) te brzina taljenja se kreće između 3 do 10 tona aluminija za vrijeme jednog sata. Nakon taljenja aluminij teče u proces rafiniranja, okolni zrak i vodena para sadrže vodik koji se veže za aluminij te kao takav izaziva male šupljine unutar metala te ga je potrebno prije lijevanja izvući van. To se postiže dodavanjem kemikalija, naprimjer N2 ili Cl2. Nakon rafiniranja kada je postignuta zadana temperatura kreće proces lijevanja. Za lijevanje se koriste određeni kalupi koji su danas sofisticirani koji sadrže jedinicu za izravno hlađenje. Lijevanje može biti vertikalno ili horizontalno, ovisno od postrojenja do postrojenja [23].

5.2.3 Recikliranje aluminijskih limenki

Dvostruki rok trajanje gaziranih pića, idealan materijal za marketing i tisak sve su to svojstva aluminija koji je danas našao upotrebu ponajviše u industriji gaziranih pića, dok ostale konzerve za hranu pretežito koriste čelik. Velika potrošnja energije i velika potrošnja sirovina dovode do sve većeg okretanja recikliranju ovoga materijala, naprimjer za izradu 1 tone aluminija potrebno je 5 tona boksita. Kod izrade limenke za piće koriste se dvije vrste aluminija, kao što je već bilo riječi aluminij nije jedini materijal, radi se o dodacima drugih metala, odnosno riječ je o leguri. Obično je to mangan, magnezij silicij, željezo i bakar. Poklopac koristi drugačiju leguru od samoga tijela, težina elemenata (u postocima) u tijelu i poklopcu je prikazana u tablici ispod.

Legura	Težina elemenata u postocima (%)		
	Al	Mn	Mg
Tijelo	97,8	1,2	1,0
Poklopac	95,2	0,35	4,5

Tablica 5.4: Sastav legura aluminija limenki za piće

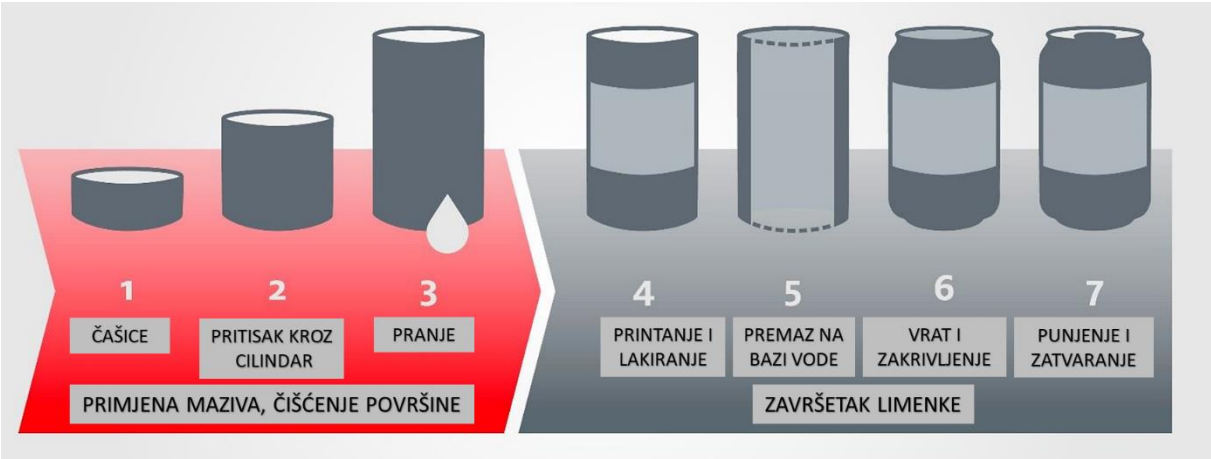
Izvor:
https://www.researchgate.net/publication/283886711_Recycling_of_aluminum_beverage_cans/link/5cae0e80299bf120975b84c9/download

Vidljivo iz tablice je da poklopac sadrži više magnezija, razlog tome je da mora biti čvršći od ostatka limenke a upravo u kombinaciji sa magnezijem mu daje svojstvo čvrstoće. Dobro znani benefiti recikliranja od uštede energije od 95%, štednja boksita, smanjen volumen otpada na odlagalištima itd. Kada se sagleda bilo koji drugi materijal, aluminijske limenke prednjače nad njima zbog velike vrijednosti sirovine. U praksi to izgleda ovako: iz potrošene energije za proizvodnju jedne nove limenke i za tu istu potrošenu energiju ako se uloži u recikliranje ispada da je moguće proizvesti 20 recikliranih aluminijskih limenaka. Nadalje postoje dva načina recikliranja aluminijskih limenki. Prvi način je da se odvoji tijelo od poklopca zbog razlike u leguri, a drugi način je recikliranje i tijela i poklopca zajedno te se u proces dodaje plinoviti klor koji prolazi kroz tekuću leguru, reagira sa magnezijem te se uklanja iz procesa kao klorid, dok se ostatak tekućeg aluminija prilagođava sastavu tijela limenke. 1 tona bala limenki sadrži oko 65 000 limenki, kao takve stižu u tvornicu za recikliranje. Iako su sortirane u tvornici idu na transporter koji ih šalje do drobilice, usitnjavaju se na sitne komadiće. Nadalje infracrveni senzori očitavaju naprimjer plastiku, staklo te se pomoću mlaznica sa zrakom otpuhuju, proces se nastavlja kroz transportne trake do magneta koji odvaja čelik, te na

taj naći ostaje čisti aluminij. Sljedeći proces je uklanjanje laka koji služi da bi limenka dobila vizualni izgled, aluminij se ne topi do 660 °C te do te temperature lakovi ispare kako je već ranije opisano. Kada je lak uklonjen, čisti aluminij ide na taljenje u peć koja ima temperaturu oko 730 °C. Problem koji se javlja kod taljenja je da aluminij reagira sa zrakom te na vrhu nastaje aluminijev oksid takozvana šljaka. Šljaka se fizički uklanja, nakon toga tekući aluminij je spreman je za lijevanje. Lijevanje se vrši u veliki blok pod nazivom Ingot, što u prijevodu znači da je to materijal za danju obradu. Takvi blokovi u principu su 10 metara dužine, težine 27 tona i sastoje se otprilike od 1,5 milijuna recikliranih limenaka. Kao takvi dalje se prevoze u tvornicu na valjanje da bi se dobio materijal za izradu tijela limenke. Kod valjanja bitno je opustiti vezu između atoma, a to se dobije tako da se materijal (blok) zagrije na 525 °C, valjanje se nastavlja sve dok aluminij ne postane debljine četvrt milimetra. Valjanje bi se moglo opisati prema ovim podacima tako da od bloka dužine 10 metara valjanjem nastaje 10 000 matera aluminija koji se namata na kolute koji se dalje šalju u tvornice na danju obradu. Od koluta aluminija u konačnici ne mora nastati ponovno limenka može se materijal koristiti za proizvodnju naprimjer proizvoda za kućanstvo ili čak u zrakoplovstvu [24].

Početak odnosno faza 1 kod proizvodnje limenke je da stroj reže iz koluta aluminija disk promjera od 14 centimetara te ka iz njega zbije oblik poput plitke čaše. Nakon što se iz koluta izrežu diskovi ostaje neupotrebljivi dio, ali samo neupotrebljiv u tvornici za izradu limenki, taj višak aluminija se preša, nastao je novi otpad koji ponovno ide na taljenje i ponovno nastaje novi kolut i tako u krug. Faza 2 kod proizvodnje limenke nastaje u stroju koji formira tijelo limenke, pritisak čaše kroz cilindre različitih promjera izvlači se aluminij i nastaje tijelo limenke. U toj fazi se ponovno aluminij zagrijava da se lakše mehanički obrađuje. Nakon toga kreće faza 3. Kada su tijela formirana limenka ide na pranje transportnim trakama. Pranje se vrši u nekoliko navrata prva dva pranja su na 60 °C u flourovodičnoj kiselini koja je dosta slaba, ali opet dosta nagrizajuća, zatim se ispiru sa vodom bez ph vrijednosti u nekoliko navrata (deionizirana voda, 4 puta na 60 °C). Nakon što su limenke oprane one su sjajnije iz razloga jer kiselina skinula dio aluminija sa njih te kreće faza 4. Faza četiri obuhvaća print, odnosno otiskuje se limenka ovisno o potrebama kupca. Kada se lak i zaštita laka kojim je limenka premaza osuši kreće iduća faza 5, a to je raspršivanje premaza s unutarnje strane limenke na bazi vode koji ima ulogu barijere između aluminija i pića. Ta barijera ima dvije funkcije, prva je da piće nema okus po aluminiju dok druga funkcija je da kiselina iz pića ne nagriza aluminij. Nadalje u 6 fazi nastaje vrat limenke te se vrh vrata zakrivljuje koji služi za pričvršćivanje poklopca. Nakon svih šest faza svaka limenka se kompjuterski provjerava, pakira te se šalje u

tvornice na punjenje, a to je ujedno i 7 faza gdje se puni limenka i stavlja poklopac limenke. Svi koraci su prikazani ispod na slici 5.5 [25].



Slika 5.5: Faze proizvodnje aluminijske limenke za piće

Izvor: https://www.henkel.com/spotlight/2016-12-21-supplier-of-choice-for-can-manufacturing-731616

Već nekoliko puta spomenuto recikliranjem aluminija štedi se 95% energije nego da se taj isti aluminij proizvede iz sirovine, recikliranjem samo 1kg aluminija uštedi se 14kW električne energije, 8 kg boksita te 4 kg ostalih kemijskih proizvoda. Zanimljiva činjenica kada se usporedi ta električna energija sa primjerom iz stvarnosti za lakše razumijevanje nego brojkama u kilovatima, ispada da razlika energije za proizvodnju jedne limenke i recikliranja 1 limenke iznosi 3 sata rada televizora. Prosječno kućanstvo potroši godišnje oko 3,2 aluminijskih limenki na godišnjoj bazi. Potrebno vrijeme u prosjeku s police na recikliranje i ponovno na police u dućanu iznosi 60 dana [25].

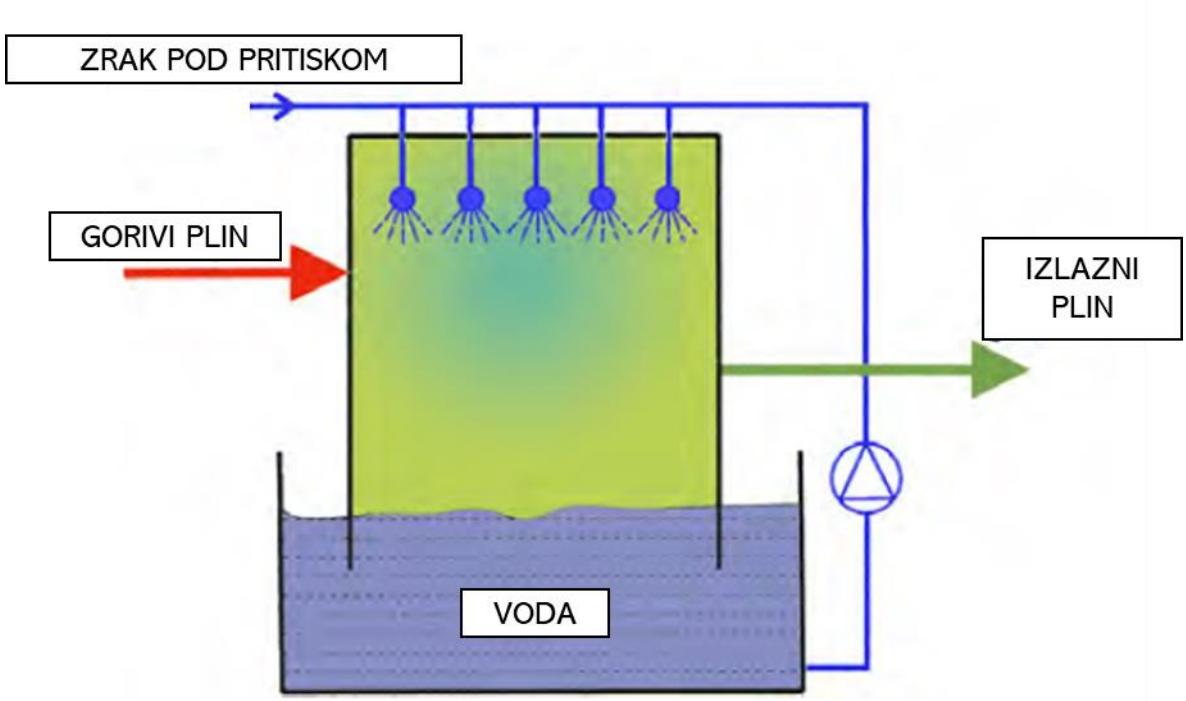
5.2.4. Zaštita okoliša kod recikliranja aluminija

Svaki proizvodni proces je u interakciji sa okolinom, tako je i kod recikliranja. Kod recikliranja aluminija veliku ulogu ima voda. Voda se koristi kao rashladni medij i za čišćenje sustava otpadnih plinova. Voda kroz razne procese postaje otpadna te ima negativan utjecaj na okoliš. Potrebno je taj utjecaj svesti na minimum što je propisano strogim propisima o zaštiti okoliša. Recikliranjem aluminija oslobađaju se plinovi te je njihov sadržaj različiti (ovisi o vrsti procesa, odnosno peći) dok s druge strane propisi o zaštiti okoliša nalažu da se uklone štetne tvari iz plinovitih emisija. Neki plinovi poput CO_2 se ne mogu skroz ukloniti, međutim potrebno ih je svesti na minimum što i je u samoj praksi. Svako novo postrojenje ima sve

kvalitetnije načine za uklanjanje štetnih plinova. Tu se javlja još jedan problem u procesu koji doprinosi štetnim emisijama, a to je loše brtvljenje peći, otvaranje vrata za punjenje, iako postoje nape uvijek postoji problem da se ne uhvati dim ili pare te je potreban sustav za hvatanje svih emisija u kritičnim točkama te redovita provjera opreme. U procesu izgaranja nastaje već spomenuta vodena para, zatim ugljikov dioksid, oksid sumpora i dušik. Sama vodena para nema utjecaj na okoliš, ugljik u obliku CO2 nije štetan, ali isto tako stvari koje nisu štetne u velikim količinama nisu pogodne za okoliš. Usporedba proizvodnje novog i recikliranog aluminija je već velika borba oko smanjenja CO2, te se on u principu može opisati da se smanjuje uštedom energije što se ustvari štedi velika količina energije kroz recikliranje. Sumporov oksid se u procesu neutralizira pomoću aditiva, a količina sumporovog oksida ovisi o vrsti loživog ulja koje se koristi za postizanje velikih temperatura u samom procesu taljenja. Uklanjanje oksida dušika nije vezan za proces u recikliranju aluminija zbog niskih količina koje su ispod propisanih mjera. Najveći proizvodni otpad je troska. Ona nastaje pri taljenju ruda, te zbog svoje gustoće pliva na rastaljenom aluminiju te ga štiti od oksidacije. Trosku je potrebno prije odlaganja pročistiti u specijaliziranim postrojenjima, izvaditi zarobljeni aluminij, te ju dalje koristit naprimjer za izgradnju cesta. Bit svakog postrojenje je sigurnost prvenstveno za osobe koji tamo rade te je štetne produkte potrebno neutralizirati te ponovno upotrijebiti, isto kao i aluminij [23].

5.2.5. Pročišćivanje otpadnih plinova

Prašina i plinovi u postrojenjima se usmjeravaju na pročišćivanje kroz sustav na kojem se prvo nalazi filter za prašinu (platneni – suhi filteri). Dizajnom izgledaju kao cijevi, dok se u sustav protoka plinova dodaje kalcijev hidrat koji ima ulogu neutralizirati kisele komponente, prašina zaostaje u platnenom filteru koji se čisti te se prašina skuplja u vreće. Dizajn filtera ovisi o vrsti, veličini i broju peći spojenih u jedan sustav dok se materijal platna filtera bira ovisno o temperaturi plinova, ako je potrebno plinovi se pomoću vode i prskanja mogu rashladiti. Na slici 5.6 je prikaz sustava za hlađenja plinova.



Slika 5.6: prikaz hlađenja otpadnog plina

Izvor: Schmitz, C.: Handbook of Aluminium Recycling (2nd Edition) - Mechanical Preparation - Metallurgical Processing - Heat Treatment, Vulkan-Verlag, 2014.

Kada je plin na temperaturi kojeg može platno filtera prihvatiti, plin kao plin bi samo prošao kroz platno filtera stoga se ubrizgavaju aditivi. Kalcijev hidrat je najčešći, ali u dosta slučajeva se koristi i kalcijev karbonat. Kalcijev hidrat je dokazan kao iznimna komponenta za upijanje dimnih kiselih elemenata plinova. Kalcijev karbonat je veću primjenu našao u mokrim filterima pa nije česta pojava u sustavu recikliranja aluminija. 500 – 1000 mg/m3 kalcijevog hidrata je neka uobičajena količina za uobičajeni postupak pročišćivanja otpadnog plina. Skupljena prašina iz plina vrlo je otrovna i zahtjeva odgovarajuće zbrinjavanje. Ovakva vrsta filtracije je vrlo učinkovita (99,9%), kako kružno gospodarstvo nalaže skupljena prašina nakon zbrinjavanja ide na recikliranje [23].

6. Istraživanje percepcije stanovništva u RH o važnosti recikliranja metalne ambalaže

Svrha i cilj istraživanja je da nam da konkretne odgovore na postavljene hipoteze u diplomskom radu. Kratka anonimna anketa poslužila je kao instrument za ispitivanje, on-line anketa je potpuno anonimna te je dala slobodu ispitanicima da budu iskreni naspram da se traže osobni podaci jer bi u tom slučaju možda zbog neugodnosti ili stava kojeg imaju suprotno odgovorili onome što zapravo misle i prakticiraju u stvarnosti. Anketa putem Google obrasca podijeljena putem društvenih mreža u kratkom roku daje dosta ispitanika. Od ispitanika su se tražila samo dva ograničenja: da su stariji od 16 godina i da su sa područja Republike Hrvatske obzirom da se ispitivanje odnosi na stanje u Hrvatskoj. Pitanja su jednostavnog karaktera iz razloga da se ne zbuni ispitanika, odnosno da pitanje ne sadrži dvosmisleno značenje. U kratkom vremenu ispitano je 284 ispitanika što i jest prednost dijeljenja ankete putem društvenih, obuhvati se veliki broj ispitanika raznih dobnih skupina.

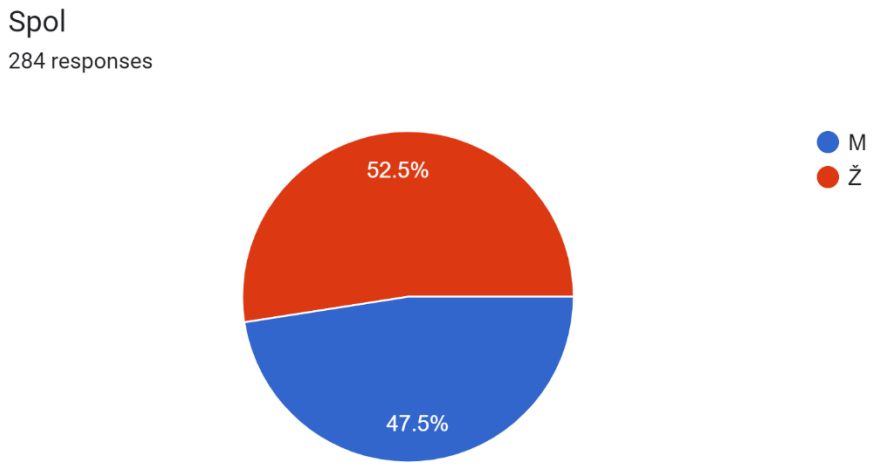
6.1. Hipoteze i cilj istraživanja

Nakon ispitivanja potrebno je skupiti podatke koje je potrebno analizirati. Cilj istraživanje uz analizu podataka je da potvrdi hipoteze ili da ih odbaci te da bi se nakon toga došlo do konkretnog zaključka vezanog za problematiku recikliranja metalne ambalaže kao i općenito vezanih elemenata koji se vežu na pojam recikliranja i odvajanja otpada u RH.

- Hipoteza 1. Nedovoljna informiranost građana Hrvatske o recikliranju, zadanoj stopi recikliranja metalne ambalaže te kaznama za nedovoljno recikliranja metalne ambalaže.
- Hipoteza 2. Neodgovarajuća infrastruktura izvan centra grada i kućanstva za odvajanje otpada što građani prepisuju lošoj politici Hrvatske kao loš poticaj za recikliranje metalne ambalaže.

6.2. Rezultati istraživanja

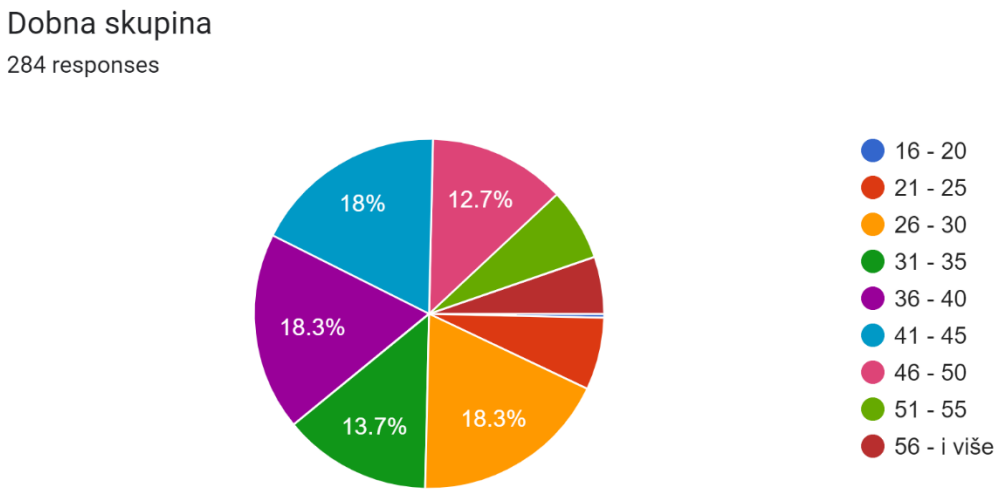
U anketi je sudjelovalo 149 žena i 135 muškaraca (odnos u postocima 52,5% naprama 47,5%) vidljivo na slici 6.1. Gotovo idealan omjer od pola pola jer bitna su oba spola zbog navika, informiranosti i prakse koja se istražuje za ovo istraživanje



Slika 6.1: Odnos muškaraca i žena u anketi

Izvor: autor

Dobna skupina je sadržavala ograničenje da najmlađi ispitanik nije mlađi od 16 godina, te prema postavljenom pitanju dob ispitanika najmanji odaziv je dobne skupine od 16 do 20 godine svega 5,3% odnosno 15 ispitanika. 19 ispitanika bilo je od 21. pa do 25. godina, od 26 do 30 godina bilo je 52 ispitanika i ta je dobna skupina jedna je od najbrojnijih u anketi i zauzima udio od 18,3% ispitanika. Nadalje dobna skupina od 31. godine pa do 35. godine činila je 13,7% ispitanika (39 ispitanika), zatim postotak od 18,3% ili 52 ispitanika su iz skupine od 36 do 40 godina, svega 0,3% manje ispitanika broji dobna skupina od 41. godine pa do 45. godine. Skupina između 45 i 50 godina broji 36 ispitanika dok 19 ispitanika spada u dobnu skupinu od 51 do 55. godine. Ona najstarija skupina od 56 godina broji 15 ispitanika i zauzima postotak od 5,3 posto. Svi podaci su vidljivi na slici ispod (slika 6.2). Kao i spolna skupina koja je gotovo u idealnoj podjeli, može se vidjeti da je i dobna skupina u dobrom omjeru jer je obuhvatila sve dobne skupine kako bi se vidjelo istraživanje na raznoj dobnoj skupini te došlo do zaključka nakon analize.

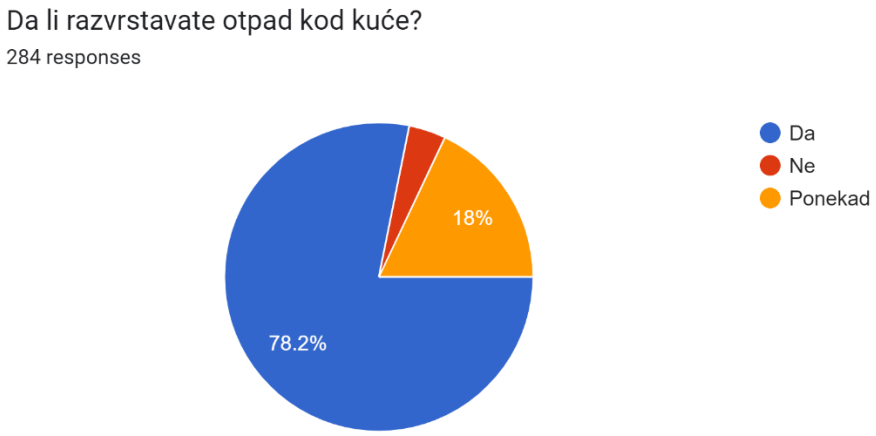


Slika 6.2: Prikaz dobne skupine ispitanika

Izvor: autor

Proces recikliranja ima nekoliko koraka, a prvi korak kreće pravilnim odvajanjem otpada. Da bi se recikliranjem dobila čišća, odnosno kvalitetnija sirovina bez kontaminacije potrebno je olakšati proces sortiranja, a taj proces se može olakšati na mjestima nastanka otpada naprimjer u kućanstvima pravilnim odvajanjem. Tu se javlja nekoliko problema, problem svjesnosti ljudi i saznanja o benefitima odvajanja otpada, nedovoljne informiranosti, nedovoljno kanta za odvajanje ili još veći problem da neka mjesta u Hrvatskoj u 2022. godini nemaju kante za odvajanje otpada i tu zapravo kreće cijeli apsurd iz razloga jer s jedne strane je to zakonska obveza, a s druge strane nisu riješeni sami elementi obveza. Država odgovornost odvajanja otpada prebacila na lokalnu samoupravu, iako je problem kompleksni i za kompleksni problem potrebno je da svi imaju dionici imaju dio odgovornosti za rješavanje problema. Hrvatska ima veliki problem oko recikliranja metalne ambalaže, a i ostalog otpada. Ne zadovoljava minimalni zadani postotak recikliranja, a iz tog razloga potrebno je bilo ispitati ispitivače da li sudjeluju u prvom koraku procesa reciklaže, a to je odvajanje otpada u kućanstvima i vidjeti da li je problem u prvom koraku ili problemi nastaju negdje drugdje. Na pitanje da li razvrstavaju otpad kod kuće njih 222 od 284 odgovorilo je potvrdno (78,2%), 51 osoba izjasnila se da odvaja ponekad (18%), dok 11 ili 3,8% ispitanika ne odvaja. Ovdje nisu problem samo ova 3,8% ispitanika , problem je i u 18% ispitanika koji povremeno ne odvajaju. Još veći problem nastaje kod sakupljanja otpada, odvojeni otpad od 78,2% ispitanika pomiješa se kod preuzimanja s 3,8% ispitanika koji uopće ne odvajaju, a i miješa se sa 18% koji

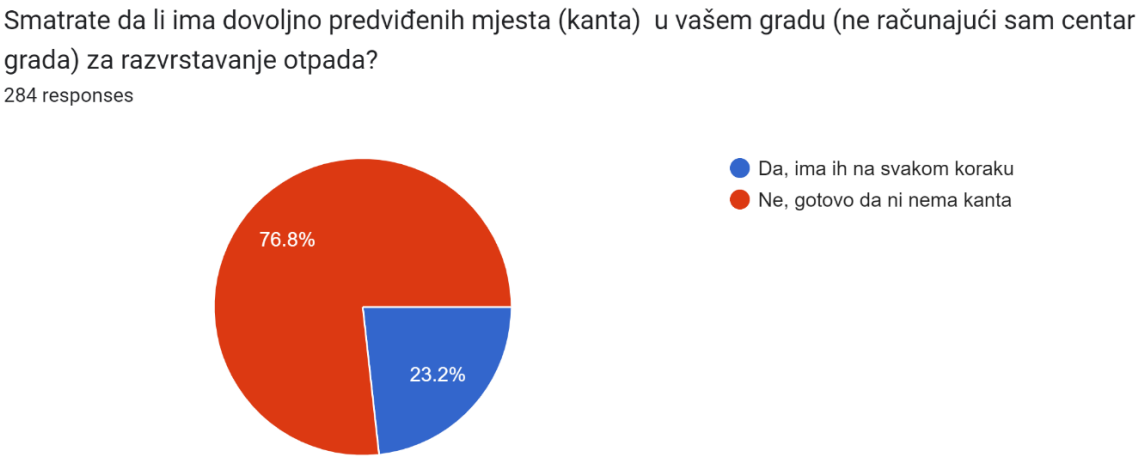
povremeno sortiraju. U konačnici svakako je potrebno nakon preuzimanja otpada, otpad sortirati jer otpad nikad neće biti 100% razvrstan da li namjerno ili greškom. Metalna ambalaža je specifična i kao takva ima magnetska svojstva pa se kod procesa sortiranja dosta se lako odvoji, dok neka metalna ambalaža sadrži povratnu naknadu, ali ni to nije garancija da neće biti bačena u otpad. Prikaz ispitivanja razvrstavanja otpada kod kuće vidljiv je na slici 6.3.



Slika 6.3: Razvrstavanje otpada kod kuće kao prvi korak recikliranja

Izvor: autor

Nadalje, problemi oko miješanog komunalnog otpada ne obuhvaćaju samo kućanstva. Anketa je pokazala da većina odvaja otpad kod kuće, a dobar razlog tome je što gotovo svako kućanstvo posjeduje kante za odvajanje otpada što i je cilj uredbe iz 2017. da se smanji miješani komunalni otpad. Problem se nadalje odnosi na gradske ulice, nedovoljan broj kanti pogotovo kante za razvrstavanje ili još u gorem slučaju da izvan centra rada ili trgovačkih centri uopće nema kanta ni za miješani otpad, a kamoli za odvajanje otpada. Taj problem je prisutan i u razvijenim kao i manje razvijenim gradovima, a to su svakako primijetili i ispitanici. Prema analizi podataka iz ankete 218 (76,8%) ispitanika izjasnilo se da nema dovoljno kanta za razvrstavanje otpada izvan centra grada. 66 odnosno 23,2% ispitanika (slika 6.4) izjasnilo se da u njihovim gradovima to nije problem da se lako razvrstava otpad na svakom koraku. Lako se primijeti da u centru grada na maloj površini ima i nekoliko desetaka kanta za odvajanje što zapravo i odgovara broju ljudi na toj površini, međutim ako je cilj smanjiti miješani otpad potrebno je djelovati i izvan centra grada.



Slika 6.4: Dovoljno ili nedovoljno kanta za razvrstavanje otpada izvan centra grada

Izvor: autor

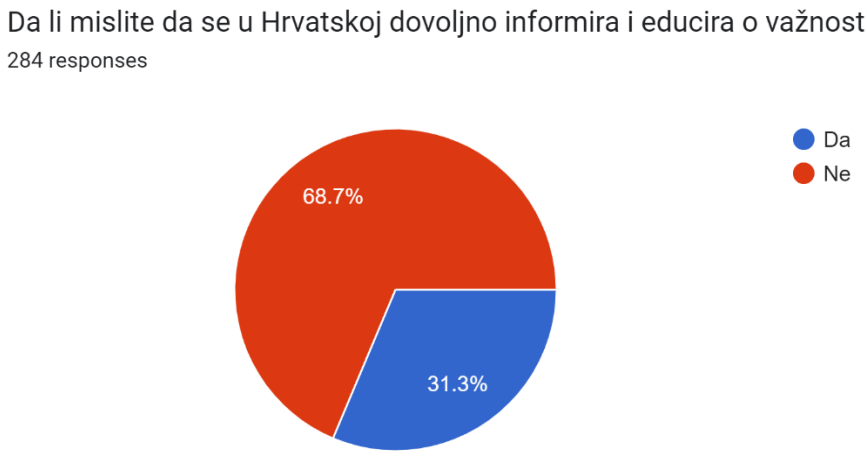
Nedovoljan broj kanti za razvrstavanje otpada ili općenito nedostatak kanta i za miješani otpad mijenja svijest ispitanika koji kod kuće odvajaju (78,2%) u velikom broju, međutim od tih istih ispitanika postotak pada na svega 17,6% da odvajaju otpad izvan kuće. Jedan od problema su tu kante kojih ili uopće nema ili su obične u koje se baca miješani otpad. To pokazuje i anketa prema kojoj svega 50 ispitanika i dalje razvrstava otpad dok 173 ispitanika ponekad dok 61 ispitanik uopće ne odvaja otpad izvan kućanstva. Podaci vidljivi na slici 6.5. Kada se analiziraju podaci razvrstavanja otpada u kućanstvu i izvan njega dolazi se do zapanjujućih podataka koji govore da se broj ispitanika koji inače razvrstavaju ili odvajaju otpad smanjio s broja 218 na 50 i ovdje se nalazi konkretni problem koji je potrebno dodatno ispitati i vidjeti koji su još uzročnici neodvajana otpada osim nedovoljno kanti za razvrstavanje otpada izvan centra grada. Ako se svijet okreće kružnom gospodarstvu, ako to zakoni i EU odredbe zahtijevaju, potrebna su rješenja za problem nedostatka mjesta za odlaganje razvrstanog otpada barem svakih kilometar jer lako se prikupi takav otpad dok se sakuplja iz kućanstva što bi doprinijelo dodatno razvrstavanje otpada, stvarati naviku i kod onih koji ne razvrstavaju.



Slika 6.5: Razvrstavanje otpada izvan kućanstva

Izvor: autor

Koliko je bitna infrastruktura za razvrstavanje otpada tako je bitna i informiranost stanovništva kako bi se riješio problem nedovoljnog odvajanja metalnog otpada, kao i druge vrste otpada u Hrvatskoj. Od 284 ispitanika samo njih 89 smatra da je dovoljno educirano o važnosti recikliranja (slika 6.6), koje sve prednosti pruža za buduće generacije kao i sadašnje. Kada je u pitanju educiranost obično se više može u javnosti čuti da je to financirano EU fondovima nego da se naglasi koje su to prednosti, ta educiranost bi svakako morala biti česta, postoje jeftini mediji poput društvenih medija koji mogu obuhvatiti veliki broj ljudi kroz zabavne sadržaje educirati i informirati naprimjer da otpad nije smeće, materijali koji se mogu reciklirati, koliko se energije, vode i sirovina uštedi tim procesima. Dobra informacija i jeftin mediji danas su lako dostupni i ako se želi kružno gospodarstvo moraju biti informirani svi sudionici procesa, educiranost je prvi korak većem i pravilnom razvrstavanju otpada dok vrijedni otpad u suprotnom znači još više smeća.



Slika 6.6: Informiranost o važnosti recikliranja

Izvor: autor

Od 1. kolovoza kreću naplate kazne za nepravilno odvajanje komunalnog otpada u kućanstvima. Da li je to ispravna odluka ili ne pokazat će vrijeme iz razloga jer dovoljan broj ispitanika smatra da nema dovoljno informacija i edukacija o važnosti recikliranja, dok s druge strane veliki dio ispitanika već odvaja otpad (njih 76,8%) u kućanstvu te se pogreška kod njih može dogoditi zbog jako puno faktora (stres, neispavanost, bezvoljnost, razni problema itd.) naplatiti im se kazna zbog možda svega nekoliko posto krivo razvrstanoga otpada i na taj način demotivirati ispitanike, stvoriti od odgovorne osobe neodgovornu, izazvati još više divljih odlagališta itd. Drugi problem su zajedničke kante u stambenim zgradama, zakon obvezuje počinitelja krivo razvrstanog otpada da plaća kaznu, a kada se ne zna počinitelj kaznu plaćaju svi stanari, što opet može stvoriti dodatne probleme, demotivirati i ostale stanare koji će nedužni plaćati kazne da ne razvrstavaju otpad. Na pitanje da li se slažete da treba uvesti novčane kazne za nepravilno razvrstavanje otpada u kućanstvu ispitanici su gotovo podijeljeni. 143 se slaže sa kaznama dok se 141 ispitanik ne slaže s kaznama vidljivo na slici 6.7. Međutim i kod tih 143 ispitanika bi se mišljenje moglo nakon prve kazne promijeniti dok uvide da se lako pogreške mogu dogoditi iako smatraju da pravilno odvajaju. Nova tehnologija računala koja radi točnije od ljudskog mozga radi pogreške kod sortiranja, pa je tako i ljudska pogreška lako moguća, a sa pogreškom i kazna koja bi se mogla negativno odraziti na razvrstavanje otpada. Zasigurno bolja opcija od kazni bi bila opcija da se nagrađuju oni koji pravilno razvrstavaju možda kroz manje račune za odvoz otpada ili na neke slične načine te bi se na taj način motiviralo i one koji ne razvrstavaju na pravilan način da se educiraju i da razvrstavaju otpad na ispravan način.



Slika 6.7: Kazne za nerazvrstavanje otpada u kućanstva

Izvor: autor

Metalna ambalaža se najčešće sastoji od tijela, poklopca i otvarača. Ti otvarači su najmanji dio metalne ambalaže i najčešće se najlakše odvoje od ambalaže te kao takvi lako završe u smeću. Nadalje tu su i poklopci koji su isto tako problem jer ima raznih veličina od malih do velikih koji se isto tako odvajaju u većini slučajeva od tijela ambalaže. Kao takvi isto lako završe bilo gdje, a ne u metalnom otpadu. Kontroliranim povratom kroz povratnu naknadu kao i naprimjer limenke za piće tako bi se lako mogla odvojiti i ostala metalna ambalaža, stavljanjem povratne naknade na svaku metalnu ambalažu prisiljavalo bi se s jedne strane da se takva ambalaža skuplja i vraća. Problem su i dalje metalni otvarači koji se ne kontroliraju kod vraćanja limenki od pića te je upitno gdje je taj metalni dio završio, veća kontrola, da li ljudska ili kompjuterska prisilio bi se na potrošače više pažnje na neke detalje koji bi onda ušli u navike i na taj način pridonijeli većem prikupljanu metalne ambalaže i time na jedan dio povećali postotak recikliranja metalne ambalaže koja trenutno ne zadovoljava zadane norme koje će narednih godina rasti. Na pitanje da li se slažete da se i za ostalu metalnu ambalažu, a ne samo za limenke za piće uvede povratna naknada ispitanici su odgovorili da se slažu u postotku od 70,8% (201 ispitanik) dok se sa tom konstatacijom njih 29,2% (83 ispitanika) ne slaže (slika 6.8).



Slika 6.8: Povratna naknada na svu metalnu ambalažu

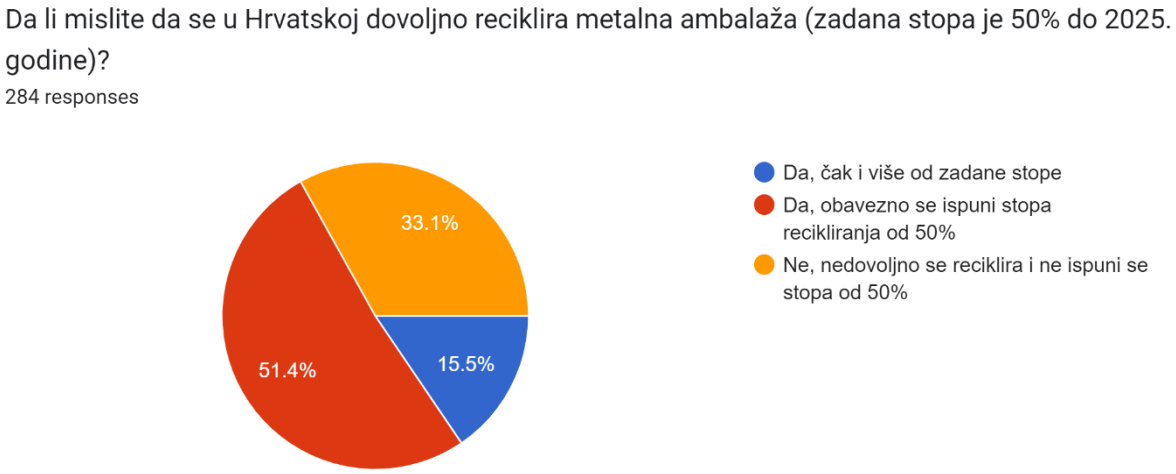
Izvor: autor

Cilj do 2025 godine je reciklirati najmanje 50% metalne ambalaže (vrsta metala do te godine nije bitna). Podaci pokazuju da se ne reciklira u dovoljnoj mjeri (reciklira se svega 18,7%), ne samo u nedovoljnoj mjeri nego daleko zaostajemo za ostalim zemljama u Europskoj uniji. Nadalje još veći problem se za Hrvatsku javlja nakon 2025. godine kada Europska unija propisuje još striktnije i konkretnije norme za postotke metala, ali i po vrsti, naprimjer za aluminij 60 % i to je cilj koji bi sve zemlje članice morale izvršavati do 2030. godine. Praksa ostalih zemalja pokazuje da je to moguće i u tom pogledu Hrvatska se nalazi na dnu ljestvice recikliranja metalne ambalaže. Već ranije spomenuto u istraživanju koliko je bitna edukacija i informacija anketa je pokazala ono što su i sami ispitanici rekli da nisu dovoljno informirani i educirani o važnosti recikliranja, a i općenito o ostalim informacijama vezanim za recikliranje. To je pokazalo i ovo pitanje u anketi da ispitanicima nedostaje valjanih informacija. Tako su na pitanje da li Hrvatska zadovoljava zadanu Europsku normu od 50% do 2025. godine u vezi dovoljne stope recikliranja metalne ambalaže odgovorili (slika 6.9):

- Da, čak i više od zadane norme – 44 ispitanika (15,5%)
- Da, obavezno se ispuni stopa recikliranja od 50% - 146 ispitanika (51,4%)
- Ne, nedovoljno se reciklira i ne ispuni se stopa od 50% - 94 ispitanika (33,1%)

Rezultat ovog pitanje u anketi još je jedan od dokaza needuciranosti i neinformiranosti ne samo ispitanika već i stanovništva koji je jednim djelom i samo odgovoran za malu stopu

nedovoljnog recikliranja metalne ambalaže u Hrvatskoj. Ovaj problem nedovoljne informiranosti i nedovoljnog recikliranja metalne ambalaže na sebe veže drugu vrstu problema a to su kazne i sankcije.

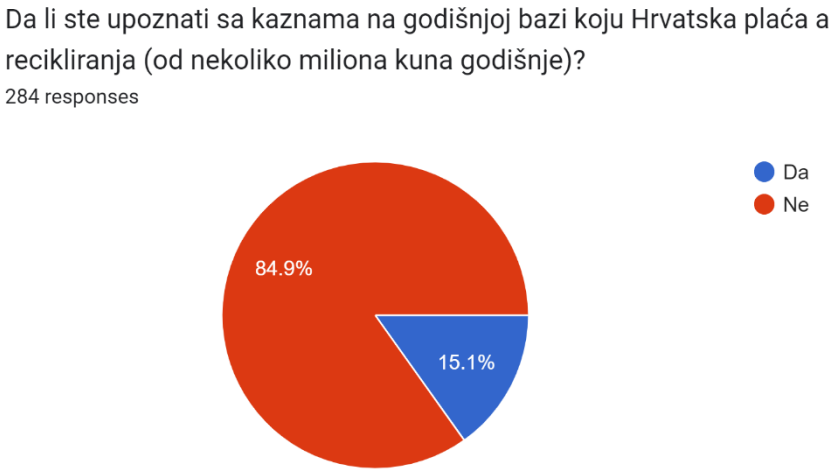


Slika 6.9: Mišljenje o zadovoljenju zadane stope recikliranja metalne ambalaže.

Izvor: autor

Hrvatska kao država odgovornost smanjenja miješanog komunalnog otpada prebacila ili zadala je kao zadatak jedinici lokale samouprave koji u konačnici mora Hrvatska ostvariti da se ne plaćaju penali odnosno kazne Europskoj uniji. Postoje velike razlike između jedinica lokalnih samouprava kada je u pitanju dovoljno ili nedovoljno smanjenja miješanog komunalnog otpada, neke jedinice još uvijek nemaju rješenja pitanja poput opreme i infrastrukture dok se od njih očekuje smanjenje miješanog komunalnog otpada. Kada se razvrsta miješani komunalni otpad tek onda se može razgovarati o recikliranju, jer prije toga je sav miješani komunalni otpad smeće koje nema nikakvu vrijednost, dok kao takav ima negativan utjecaj na okoliš. Sad se dolazi do apsurda u Hrvatskoj, praksa je pokazala da jedina politika koja se uvodi je kažnjavanje, nije bitno koga, bitno je kazniti. Kako je spomenuto već ranije prvi korak recikliranju je pravilno razvrstavanje otpada i u tome su se neki gradovi poput Krka, Preloga, Koprivnice pokazali da izvrsno rade svoj posao i lokalna jedinica samouprave kao i stanovništvo te su postignuti zadani ciljevi, međutim svi se kažnjavaju. I oni gradovi koji pravilno odvajaju i recikliraju u zadanoj mjeri kao i oni koji ne ispunjavaju zadane ciljeve. Dobar primjer kazne je grad Prelog koji je zadovolji stopu recikliranja i odvajanja te je kao takav kažnjen novčanom kaznom, jer zadana stopa od Europske unije vezane za recikliranje

nije zadovoljena na godišnjoj razini (naprimjer metalna ambalaža od 50%) donosi sankcije koje su obično novčane kazne i gleda se kod kažnjavanja cijela Hrvatska, a ne pojedinačno gradovi koji ne zadovoljavaju norme. Hrvatska tako svake godine plaća milijunske kazne koje bi se mogle uz EU fondove iskoristiti za izgradnju postrojenja naprimjer za recikliranje metalne ambalaže, ali i ambalaže od ostalog materijala. Još jednom se kroz anketu ispituje informiranost ispitanika. Stoga je postavljeno pitanje da li su upoznati o milijunskim kaznama koje Hrvatska plaća Europskoj uniji jer ne postiže zadanu stopu recikliranja. Njih čak 84,9% (241 ispitanika) nije upoznato sa kaznama i koji se tu zapravo novac (gubi iz godine u godinu) koji bi se mogao iskoristiti u rješenje problema nedovoljnog recikliranja. Samo 15,1% odnosno 43 ispitanika upoznato je ovim problemom. Informiranost vezano za kažnjavanje prikazano je na slici (6.10) ispod.



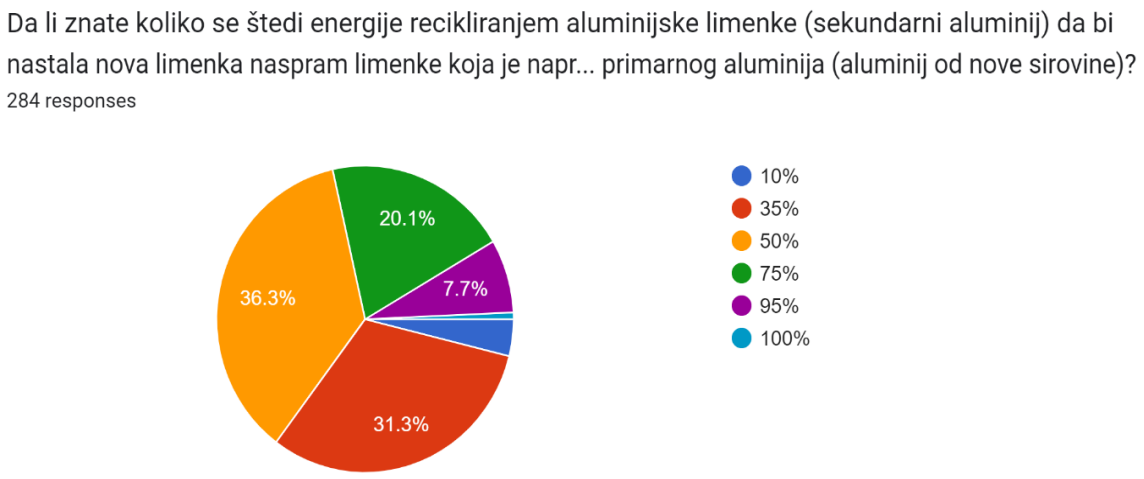
Slika 6.10: Informiranost o plaćanju kazni za nepostizanje dovoljne stope recikliranja metalne ambalaže

Izvor: autor

Aluminij je materijal koji ima visoku vrijednost za kružno i održivo gospodarstvo, prednost mu je da se može gotovo beskonačno reciklirati. Recikliranjem aluminijskih limenki, (ali i aluminija kao materijala) štedi se 95% energije potrebne za proizvodnju iste količine aluminija iz njegovog izvornog izvora. Ekonomski štedi se novac kako za proizvođače tako i za krajnjeg potrošača. S druge strane tu je i briga za okoliš, ako je cilj smanjiti ugljikov dioksid koji pridonosi globalnom zatopljenju potrebno je informirati da se recikliranjem upravo to postiže. Na slici 6.11 prikazani je rezultat upita koliko se energije štedi pri izradi aluminijske limenke recikliranjem ili izradi limenke od primarne sirovine odgovori su bili sljedeći:

- Štedi se 10% - 11 ispitanika (3,9%)
- Štedi se 35% - 89 ispitanika (31,3%)
- Štedi se 50% - 103 ispitanika (36,3%)
- Štedi se 75% - 57 ispitanika (20,1%)
- Štedi se 95% - 22 ispitanika (7,7%)
- Štedi se 100% - 2 ispitanika (0,7%)

Iz analize je vidljivo da svega 22 od 284 ispitanika informirano o količini energije koja se uštedi recikliranjem, najviše ispitanika je odgovorilo da se štedi 50% energije iako je ušteda puno veća, iz ovoga pitanja vidljivo je da većina ispitanika nije informirano. Da bi se postigla svijest razvrstavanja i recikliranja iz nekoliko pitanja u anketi je vidljivo da nedostaju edukacije. Država i lokalne jedinice samouprave za rješenje ovog problema uvode kazne umjesto podizanja svijesti kroz edukacije od najranije dobi do najstarije što je daleko dugoročno i kvalitetnije rešenje.



Slika 6.11: Ušteda energiji proizvodnje aluminijske limenke recikliranjem naspram proizvodnje od sirovine

Izvor: autor

Biti drugačiji od drugih, da proizvod bude u prvom planu u moru istih ili sličnih proizvoda iziskuje od dizajnera ambalaže poseban dizajn koji uključuje kombinaciju materijala, koji nadalje otežavaju proces recikliranja, odnosno kontaminaciju sirovine. Ako je cilj doći do 100% recikliranja potrebni su zakoni koji bi određivali jednostavnost proizvodnje ambalaže kako bi se kasnije ponovno upotrijebila te iz nje ponovno dobila što kvalitetnija sirovina bez

primjesa. Na pitanje da li bi se ispitanici odrekli ambalaže sačinjene od 2 ili više materijala (primjer kombinacija aluminija i plastike s tim da plastika nema nikakvu tehničku funkciju osim marketinške) kada bi znali da se ta ambalaža teže reciklira(slika 6.12). Na to pitanje njih 64,8% (184 ispitanika) bi se odreklo takve ambalaže dok njih 35,2% (100 ispitanika) ne bi. Na ovih 100 ispitanika koji se ne bi odreklo takve ambalaže ne treba odmah donositi zaključke da je problem prirodne naravi, jer do sada je anketa pokazala nedovoljnu informiranost koje su prednosti recikliranja za budućnost. Edukacije, informacije i podizanje svijesti potrošača doprinosi smanjenju odgovora da se ne bi takve ambalaže odrekli. Kao što je već spomenuto zakonska regulativa kod proizvodnje ambalaže je najbolje rešenje pa će se u tom slučaju marketing umjesto vizualnog privlačenje potrošača kroz ambalažu okrenuti prema samom proizvodu i različitosti od drugih.

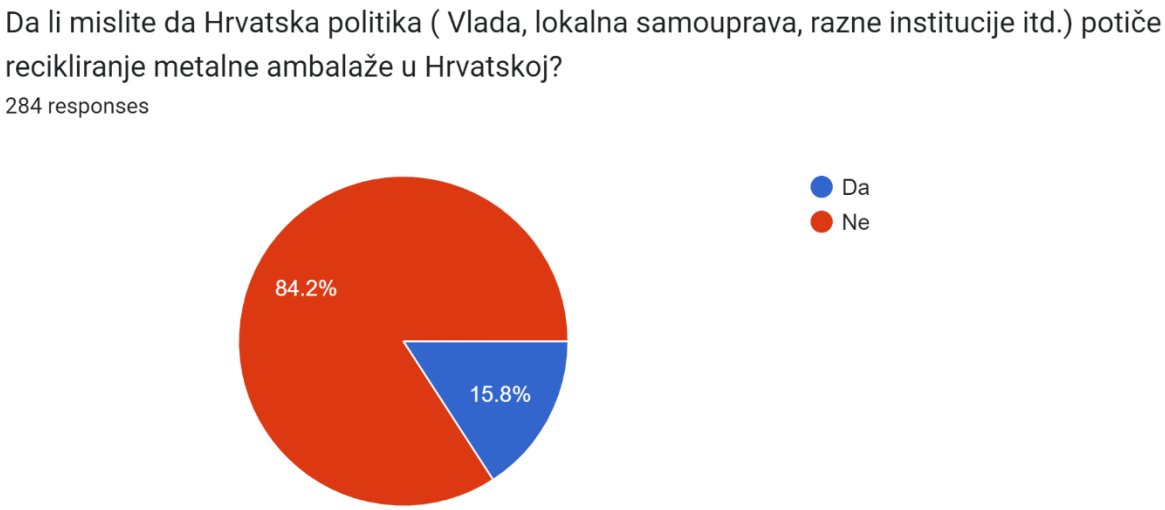


Slika 6.12: Svijest o recikliranju ambalaže izrađene od 2 ili više materijala

Izvor: autor

Pravila i odgovorna politika je ključ za ostvarenje zadane stope recikliranja. Ministarstvo energetike te zaštite okoliša je odgovorno da se postigne stopa recikliranja od 50 posto kako za metalnu ambalažu tako i za druge materijale, međutim Hrvatska realnost pokazuje da postoje veliki problemi koji se ne uspijevaju rješiti godinama, anketa je pokazala da zapravo mali broj ispitanika vjeruje takvoj politici u Hrvatskoj, te da se nedovoljno kroz politiku potiče da se zadani ciljevi ostvare. Poticanje hrvatske politike za veću stopu recikliranja metalne ambalaže u Hrvatskoj je ključno, međutim svega 15,8% ispitanika (45) smatra da

politika ide u dobrom smjeru dok 84,2% (239 ispitanika) smatra da je potrebno mijenjati politiku koja će dati konkretna rešenja i rezultate. Prikaz podataka na slici 6.13.



Slika 6.13: Poticanje hrvatske politike za veću stopu recikliranja metalne ambalaže u Hrvatskoj

Izvor: autor

6.3. Analiza i zaključak hipoteza

- Hipoteza 1. Nedovoljna informiranost građana Hrvatske o recikliranju, zadanoj stopi recikliranja metalne ambalaže te kaznama za nedovoljno recikliranja metalne ambalaže.

Prednost današnje tehnologije učinila je informaciju dostupnu gotovo svima, 24 sata na dan, informacija je postala vrlo jeftina. Besplatni digitalni mediji povezuju veliki broj ljudi raznih skupina. Društveni mediji poput Facebooka, Instagrama, YouTubea i slično su kvalitetni su mediji ako se želi podijeliti informacija do velikog broja ljudi u kratko vrijeme. Informacija je komunikacija koja čovjeku daje znanje učenjem, informacija je vrlo moćno sredstvo kojim se može utjecati na svijest, poglede, razmišljanje ljudi. Praksa u Hrvatskoj je da bi se nešto učinilo potrebno je uzeti sredstva iz EU fondova ili se ne ide u projekte. Informirati građane o važnosti recikliranja je projekt koji može biti vrlo jeftin, a s druge strane dati velike rezultate kod promjene svijesti, razmišljanja ili ponašanja u pozitivnom smjeru. Kroz anketu i postavljeno pitanje da li se u Hrvatskoj dovoljno informira i educira o važnosti recikliranja 195 ispitanika smatra da nema dovoljne edukacije i informacije vezane o važnosti recikliranja kao

bitnog elementa kružnog gospodarstva. 89 ispitanika smatra da je dovoljno educirano i da je do njih stigla bitna informacija. Skupi način za prijenos informacije je tiskani letaka koji danas uz sve ostale reklame, prospekte može biti provocirajući, a ne informirajući. Tiskani letci, brošure itd. troše resurse poput električne energije, tinte, papira, vode itd. nisu najbolje rešenje ako se govori o važnosti recikliranja, bit recikliranja je smanjiti potrošnju resursa, umjesto da se smanji otpad stvara se novi otpad. Digitalno doba kroz mobilne uređaje, kompjutere širi informaciju vrlo brzo do gotovo svih građana te nisu potrebna sredstva iz EU fondova (čekanje na novčana sredstva već se može djelovati odmah) koja se na kraju naglase više nego sama važnost recikliranja, potrošena velika količina novca da bi na kraju 195 ispitanika od 284 ostalo neinformirano . Svakodnevno informiranje i edukacije kroz digitalne medije bolja, ali i jeftinija opcija od fizičkih informiranja kroz letke koji nisu na svakodnevnoj bazi, već na mjesečnoj, polugodišnjoj ili godišnjoj bazi. Nadalje postoji zadana stopa recikliranja, tako i metalne ambalaže koja je trenutno 50%, od 2025 do 2030. godine mijenjaju se obavezne stope koje rastu i do 80% za aluminij. U Hrvatskoj problem oko dostizanja obavezne stope recikliranja postoji od samih početaka te stopa nije nikada ispunjena kada je u pitanju metalna ambalaža. Veći problem koji iznenađuje kod ispitanika je mišljenje da njih više od polovice (51,4%) smatra da Hrvatska ispunjava kvotu od 50%, njih 15,5% vjeruje da se ta stopa recikliranja ispunjava čak i puno više od zadane norme. Samo 33,1% ispitanika zna da postoji problem vezan za obaveznu stopu recikliranja metalne ambalaže. Kroz anketu se dolazi do zaključka da vlada nedovoljna informiranost građana Hrvatske i problema vezanog za obaveznu stopu recikliranja. Međutim ovdje ne staju problemi, postoji javni novac koji se troši za plaćanje kazne zbog nedovoljne stope recikliranja od 50% za metalnu ambalažu. 84,9% ispitanika nije upoznato da se troše milioni kuna za kazne odnosno penale. Ovim podacima se već sada može prihvatiti postavljena hipoteza da je nedovoljna informiranost građana Hrvatske o recikliranju, zadanoj stopi recikliranja metalne ambalaže te kaznama za nedovoljno recikliranja metalne ambalaže, međutim postoje još iznenađujući rezultati ispitanika na pitanje koliko se uštedi energije kod proizvodnje aluminijske limenke iz primarnog aluminija naspram sekundarnog (recikliranog) aluminija. Svega 22 (od 284) ispitanika je znalo da je postotak uštede energije od 95% točan odgovor. Informiranost i edukacija je jedan od ključnih stvari za dostizanje zadane stope recikliranja, podizanje svijesti građana, promjene navika i ponašanja.

- Hipoteza 2. Neodgovarajuća infrastruktura izvan centra grada i kućanstva za odvajanje otpada što građani prepisuju lošoj politici Hrvatske kao loš poticaj za recikliranje metalne ambalaže.

Rešenja infrastrukture u kućanstvima su gotovo riješena (kante za odvajanje, poseban odvoz) makar postoje još mjesta koja nisu do kraja riješila ovaj sustav za odvajanje, ali takvih je u Hrvatskoj manji broj. Ispitivanje kroz anketu je pokaza da 222 ispitanika od 284 odvaja, razvrstava otpad, 51 osoba ponekad dok 11 ispitanika ne odvaja. Mogućnost pogreške kod odvajanja uvijek postoji, međutim anketa pokazuje da većina ipak odvaja otpad. Potrebna je odgovarajuća infrastruktura te neko vrijeme da se promjene navike građana. Ubrzan način života je ujedno promijenio dizajn pakiranja ambalaže, velika većina zbog načina današnjeg života boravi izvan kućanstva. Otpad ne nastaje u kućanstvu, zbog toga je postavljeno pitanje ispitanicima kako se ponašaju izvan kućanstva. Obzirom na veliki postotak odvajanja u kućanstvu bitno je ustvrditi ponašanje tih istih ispitanika izvan kuća. Rezultat je iznenađujući, pokazuje da od 222 ispitanika koja odvajaju u kućanstvu samo njih 50. Ponekad 173 ispitanika odvaja otpad, tu se postavlja pitanje infrastrukture da li ima dovoljan broj kanata za odvajanje. Većina trgova (centar grada) je uređeno i postoje kante za odvajanje. Iz tog razloga bilo je bitno ustvrditi da li postoje kante za odvajanje otpada izvan centra grada i tu nastaje problem oko infrastrukture na koju ispitanici odgovaraju (78,8%) da nema dovoljno ili da ne postoje kante u koje bi mogli odvojiti otpad. Iz tog razloga otpad se miješa po najbližim kantama i nastaje otpad koji se mora sortirati ako postoji mogućnost ako ne nastaje smeće. 2022. godine ovo ne bi trebao biti slučaj ako se želi smanjiti otpad i riješiti problem oko zadane stope recikliranja. Ovo je problem Hrvatske politike, lokalne samouprave itd,, odnosno loše upravljanje infrastrukturom i otpadom. Ovime je potvrđena hipoteza broj 2.

7. Zaključak

Gomilanje smeća (otpada) ozbiljan je problem u Hrvatskoj, ali i velik u svijetu. Kroz zakone pokušava se uvesti kontrola nad otpadom. Kod proizvodnje metalne ambalaže troše se energijski i prirodni (neobnovljivi) resursi, dok se recikliranjem može uštedjeti čak do 95 posto energije kada se uspoređuje s proizvodnjom nove ambalaže. Ključ je pravilno razvrstavanje metalne ali i ostale ambalaže kao i otpada općenito kako bi se dobila ponovno sirovina za ponovnu upotrebu, odnosno proizvodnju nove ambalaže ili proizvoda. Cilj kružnog gospodarstva zahtjeva zatvorenu petlju bez da resursi završe u smeću, bitno je prepoznati važnost korištenja materijala, imati viziju kretanja materijala na učinkoviti način. Aluminij i čelik su trajni materijali koji se mogu gotovo bez gubitaka ponovno reciklirati i upotrebljavati. Sve kreće od potrošača, dobra informiranost, edukacija, svjesnost mogu promijeniti poglede i stajališta na ambalažu koja se može ponovno upotrebljavati i na taj način promijeniti potrebe potrošača. Kada potrošač bude svjestan da se ambalaža koja je napravljena od više materijala (višeslojno pakiranje) puno teže razvrstava i reciklira naspram ambalaže napravljene od monomaterijala naprimjer samo od aluminija tada će se promijeniti i sama potražnja na tržištu i s druge strane olakšati proces koje zahtjeva kružno gospodarstvo. Ciljevi Europske Unije su visoki ako pogledamo trenutačno stanje u Hrvatskoj, trenutno se javlja problem premalog recikliranja metale ambalaže. Osim što sekundarni materijal ostaje neiskorišten, rasipaju se i drugi elementi poput energije, a s druge strane Hrvatska plača velike kazne zbog neizvršenja zadanih i prihvaćenih ciljeva kojima će samo s godinama postotak se povećavati dok Hrvatska ne može pratiti ni dosadašnje niže stope recikliranja. Rješenja koja zasigurno će dati rezultate za povećanje stope recikliranja između ostalog uzastopno informiranje, educiranje stanovništava Hrvatske obzirom da smo jedni od najgorih država (u Europi) po kružnom gospodarstvu metalne ambalaže. Nadalje visokokvalitetno recikliranje kreće sa optimiziranim razvrstavanjem otpada, razvrstavanje otpada kreće u kućanstvima. Dobra rješenja su povratne naknade na limenkama, međutim velik broj proizvoda nema naknadu pa takav proizvod lakše završi nerazvrstan u smeću. Ovu vrstu problema može i mora riješiti lokalna vlast kroz provjere otpada i kazne. Kazne nisu uvijek najbolje rješenje zbog ekonomske situacije većine građana u Hrvatskoj, međutim ovakva opcija u najvećoj mjeri mijenja navike ljudi. Prije kazni kroz veće naplate odvoza otpada potrebno je informirati, educirati građane. Nadalje ako već i nenamjernim postupkom metalna ambalaža završi naprimjer u mješovitom otpadu, današnja inovativna tehnologija mora odvajati takav otpad i u takvu tehnologiju se mora ulagati, a takva tehnologija je uvijek sufinancirana iz EU fondova. Zastarjela tehnologija je uvijek problem,

pogotovo ručno sortiranje. Veliku ulogu (ključnu) ima lokalna samouprava, Vlada, razne institucije, međutim još uvijek ti isti ne vide bit problema jer s druge strane ne potiču pogone za recikliranje otpada kojih je premalo u Hrvatskoj, a s druge strane troši se velik novac na godišnjoj razini zbog plaćanja penala umjesto da se taj novac preusmjeri za izgradnju suvremenih postrojenja. Gledano kroz povijest i korištenje resursa da bi nastao primarni resurs bilo je neophodno, trošiti svu energiju kao i sirovine, međutim u današnje vrijeme i uz svu tehnologiju lako je moguće skupiti aluminij kroz razni otpad ponovno ga obraditi (reciklirati) i smanjiti potrošnju energije na 95%. Zbog rasta stanovništva i potrebe za aluminijem kroz razne proizvode još uvijek će biti neophodno koristi primanu sirovinu, ali fokus mora biti na korištenju sekundarnog iz razloga što se svojstva ne gube bez obzira na ponovnu upotrebu.

Kroz ispitivanje u kojem su sudjelovali gotovo u istom broju i muškarci i žene raznih dobnih skupina pokazalo je da otpad u kućanstvima razvrstava 78,2% ispitanika dok taj broj izvan kućanstva pada na 17,6%. Nedovoljno kanti za razvrstavanje, odnosno nepostojeća infrastruktura za odvajanje otpada po gradovima je jedan od problema, drugi problem je needuciranost ispitanika koje sve benefite nudi odvajanje i recikliranje otpada pa tako i metalne ambalaže. 50,4% ispitanika smatra da su kazne rešenje nedovoljnog recikliranja dok većina smatra (84,2%) da Vlada ne potiče recikliranje kroz politiku. Problem je veliki i obostran na kojemu se mora ozbiljno poraditi jer se svake godine gube novci na kazne zbog nedovoljnog recikliranja, novac koji se može uložiti u informiranje, edukacije te poticanje otvaranja pogona za reciklažu metalne ambalaže kao i ostalih materijala za dobivanje ponovno sirovina koje danas, sutra mogu postati novi proizvod ili ambalaža.

Gledano kroz povijest i korištenje resursa da bi nastao primarni resurs bilo je neophodno trošiti svu energiju kao i sirovine, međutim u današnje vrijeme i uz svu tehnologiju lako je moguće skupiti aluminij (kao i ostale materijale) kroz razni otpad, ponovno ga obraditi (reciklirati) i smanjiti potrošnju energije do 95%. Zbog rasta stanovništva i potrebe za aluminijem kroz razne proizvode još uvijek će biti neophodno koristi primanu sirovinu, ali fokus mora biti na korištenju sekundarne iz razloga što se svojstva ne gube bez obzira na ponovnu upotrebu i tako se čuva okoliš i resursi u suvremenom društvu za buduće generacije.

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Mario Oršić _____ *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom Analiza svojstva, primjena i mogućnost recikliranja metalne ambalaže _____ *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Mario Oršić
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Mario Oršić _____ *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom Analiza svojstva, primjena i mogućnost recikliranja metalne ambalaže _____ *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Mario Oršić
(vlastoručni potpis)

8. Literatura

[1] Jašić, M., Nils, J., Muhamedbegović, B.: Ambalaža i pakiranje hrane, Tehnološki Fakultet, Tuzla, 2015.

[2] History of Packaging, datum pristupa: 21.5.2022., izvor: https://ambalaj.org.tr/en/environment-history-of-packaging.html

[3] Galić, K., Ciković, N., Berković, K.: Analiza ambalažnog materijala, Priručnici Sveučilišta u Zagrebu, Hinus, Zagreb, 2000.

[4] Tkalec, K., Kozačinski, L., i Cvrtila, Ž. (2018). 'Ambalaža za pakiranje hrane životinjskog podrijetla', MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu, 20.(1.), str. 66-72., datum pristupa: 23.5.2022., izvor: https://hrcak.srce.hr/file/286941

[5] M. Curaković, V. Lazić i I. Vujković, "Osnovne karakteristike ambalažnih materijala i ambalaže za pakovanje konzumnog mlijeka", Mljekarstvo, vol.35, br. 4, str. 113-119., datum pristupa: 24.5.2022., izvor: https://hrcak.srce.hr/95987

[6] Hasan Bdeir, Layla & Abood Mohammed, Kifayah. (2008). Recycling of aluminum beverage cans. Engineering and Development. 12. 157-163., datum pristupa: 24.5.2022., izvor:https://www.researchgate.net/publication/283886711_Recycling_of_aluminum_beverage_cans

[7] Duraković, Z., Čubrilo- Turek, M., Turek, S.: Aluminij, Grafos, Zagreb, 2000.

[8] Vujković, I, Galić, K, Vereš, M.: Ambalaža za pakiranje namirnica, Tectus, Zagreb, 2007.

[9] Zakon o održivom gospodarenju otpadom, NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19, datum pristupa: 28.5.2022., izvor: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_07_94_2123.html

[10] Stanić, S., Buzov, I.: Recycling and waste management: the attitudes and activities of the students of the University of Split, Academic annual TITIUS : anals of interdisciplinary research in the Krka river basin, Vol. 2 No. 2, 2009. datum pristupa: 29.5.2022., izvor: https://hrcak.srce.hr/en/file/165984

[11] Kalambura, S.: Perceptions of issues, possibilities and habits of separate waste collection, Veleučilište Velika Gorica, Socijalna ekologija : časopis za ekološku misao i sociologijska istraživanja okoline, Vol. 25 No. 3, 2016., datum pristupa: 1.6.2022., izvor: https://hrcak.srce.hr/en/file/264699

[12] Uštede energije koje osigurava recikliranje pojedinih vrsta metala, datum pristupa: 1.6.2022., izvor: http://metal-produkt.hr/hr/recikliranje/

[13] elaborat zaštite okoliša – postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš. Sakupljanje i skladištenje metalnog otpada, Samobor 2019., datum pristupa: 2.6.2022., izvor: https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA-ZA-PROCJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSPODARENJE-OTPADOM/Opuo/10_09_2019_Elaborat_metalni_otpad_Samobor.pdf

[14] Plan gospodarenja otpadom republike hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine, datum pristupa: 1.6.2022., izvor:

https://vlada.gov.hr/UserDocsImages/2016/Sjednice/2017/01%20sije%C4%8Danj/15%20sjednica%2014%20VRH/15%20-%202.pdf

[15] Izvješće o prekograničnom prometu otpada u 2019. godini, datum pristupa: 4.6.2022., izvor: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf

[16] Why steel recycles forever how to collect, sort and recycle steel for packaging, datum pristupa: 6.6.2022., izvor: https://www.apeal.org/wp-content/uploads/2022/01/APEAL-why-steel-recyles-forever-January-2022.pdf

[17] Good practices in separate collection, sorting and recycling of steel for packaging, datum pristupa: 6.6.2022., izvor: https://www.apeal.org/wp-content/uploads/2018/06/Report2018v5.pdf

[18] Branca, T., Colla, V.,Algermissen, D.,Granbom, H., Martini, U., Morillon, A., Pietruck, R., Rosendahl, S.: Reuse and Recycling of By-Products in the Steel Sector: Recent Achievements Paving the Way to Circular Economy and Industrial Symbiosis in Europe. Metals - Open Access Metallurgy,2020., datum pristupa: 7.6.2022., izvor: https://www.researchgate.net/publication/339722195_Reuse_and_Recycling_of_By-Products_in_the_Steel_Sector_Recent_Achievements_Paving_the_Way_to_Circular_Economy_and_Industrial_Symbiosis_in_Europe

[19] Madias, J.: Electric Arc Furnace, 2013., datum pristupa: 9.6.2022., izvor: https://www.researchgate.net/publication/261710722_Electric_Arc_Furnace

[20] Hay, T., Visuri, V., Aula, M., Echterhof, T.: A Review of Mathematical Process Models for the Electric Arc Furnace Process. steel research international, 2021., datum pristupa: 14.6.2022., izvor: https://www.researchgate.net/publication/344469989_A_Review_of_Mathematical_Process_Models_for_the_Electric_Arc_Furnace_Process/download

[21] Lewis, H.: Design Smart Material Guide - Aluminium Packaging, 2017., datum pristupa: 17.6.2022., izvor: https://www.australianpackagingassessment.com.au/wp-content/uploads/2017/11/5.-Aluminum_DSMG.pdf

[22] Aluminum coil product 2012., datum pristupa: 18.6.2022., izvor: http://www.hmaluminumcoil.com/product.html

[23] Schmitz, C.: Handbook of Aluminium Recycling (2nd Edition) - Mechanical Preparation - Metallurgical Processing - Heat Treatment, Vulkan-Verlag, 2014.

[24] Hasan Bdeir, L., Abood Mohammed, K.: Recycling of aluminum beverage cans. Engineering and Development, 2017., datum pristupa: 22.6.2022., izvor: https://www.researchgate.net/publication/283886711_Recycling_of_aluminum_beverage_cans/link/5cae0e80299bf120975b84c9/download

[25] Supplier of choice for can manufacturing, 2022., datum pristupa: 24.6.2022., izvor: https://www.henkel.com/spotlight/2016-12-21-supplier-of-choice-for-can-manufacturing-731616

[26] BOTTA FTA 20/10 peć za taljenje, datum pristupa: 26.8.2022., izvor: https://www.dykast.com/user/products/25139-pdfs-1-file.pdf

Popis slika

Slika 2.1: Konzerve, datum pristupa: 23.5.2022., izvor: https://ambalaj.org.tr/en/environment-history-of-packaging.html
Slika 2.2: Limenka, datum pristupa: 24.5.2022., izvor: https://progressive.com.hr/?p=2811
Slika 2.3: Aluminij, datum pristupa: 27.5.2022., izvor: https://metals.comparenature.com/en/what-is-aluminium/model-17-0
Slika 4.1: Recikliranje, datum pristupa: 01.6.2022., izvor: https://krenizdravo.dnevnik.hr/korisno/zastita-okolisa/4-koraka-recikliranja-savjeti-za-lakse-odvajanje-otpada
Slika 4.2: Tehnološki proces od skupljanja do utovara metalnog otpada ovlaštenim tvrtkama za recikliranje: 2.6.2022., izvor: https://www.zagrebacka-zupanija.hr/media/filer_public/e5/62/e562725d-1232-462d-af29-9f55649292b6/ego-king_metal-15-3.pdf
Slika 4.3: Službene brojke država članica za recikliranje metala iz otpadne ambalaže 2019, datum pristupa: 4.6.2022., izvor: https://www.apeal.org/wp-content/uploads/2022/01/APEAL-why-steel-recyles-forever-January-2022.pdf
Slika 4.4: Zemlje u koje Hrvatska najviše izvozi otpad u 2019. godini, datum pristupa: 4.6.2022., izvor: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf
Slika 4.5: Izvoz otpada u 2019. godini prema vrsti u postocima, datum pristupa: 4.6.2022., izvor:http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf
Slika 5.1: Evolucija stope recikliranja čelične ambalaže u EU od 1994.do 2019. , datum pristupa: 6.6.2022., izvor: https://www.apeal.org/wp-content/uploads/2022/01/APEAL-why-steel-recyles-forever-January-2022.pdf
Slika 5.2: Snop čelične ambalaže s primjesama nečistoće, datum pristupa: 6.6.2022., izvor: https://www.apeal.org/wp-content/uploads/2018/06/Report2018v5.pdf

Slika 5.3: Shematski prikaz električne lučne (izmjenične) peći, datum pristupa: 14.6.2022., izvor: https://www.researchgate.net/publication/344469989_A_Review_of_Mathematical_Process_Models_for_the_Electric_Arc_Furnace_Process/download
Slika 5.4: Prikaz potrošnje komponenti za proizvodnju 1000 kg čelika, datum pristupa: 22.6.2022., izvor: https://www.researchgate.net/publication/344469989_A_Review_of_Mathematical_Process_Models_for_the_Electric_Arc_Furnace_Process/download
Slika 5.5: Faze proizvodnje aluminijske limenke za piće , datum pristupa: 24.6.2022., izvor: https://www.henkel.com/spotlight/2016-12-21-supplier-of-choice-for-can-manufacturing-731616
Slika 6.1: Dijelovi za benzinske, dizelske i električne motore te turbo sisteme, datum pristupa: 27.8.2022., Izvor: https://www.tcholding.com/cimos/
Slika 6.2: Kućište kompresora, datum pristupa: 27.8.2022., Izvor: https://www.tcholding.com/products-cimos/
Slika 6.3: Plinska metalurška peć (BOTTA), datum pristupa: 27.8.2022., Izvor: https://www.machinio.com/manufacturer/botta-it#results
Slika 6.4: Peć za taljenje strugotina, datum pristupa: 28.8.2022., Izvor: https://www.giessereilexikon.com/en/foundry-lexicon/Encyclopedia/show/chip-furnace-4494/?cHash=9a73abe87faea3b3e7bf508fb4939474
Slika 6.5: Foseco stroj za otplinjavanje, datum pristupa: 28.8.2022., Izvor: https://www.vesuvius.com/en/our-solutions/en-za/foundry/non-ferrous-foundry/melt-treatment/SMARTT_Degassing.html
Slika 6.6: Stroj za izradu pješčanih jezgri, datum pristupa: 30.8.2022., Izvor: https://www.emi-inc.com/core-equipment/hot-box/
Slika 6.7: Primjer pješčane jezgre, datum pristupa: 30.8.2022., Izvor: https://www.giessereilexikon.com/en/foundry-lexicon/Encyclopedia/show/croning-process-4907/?cHash=15051014880ffc5c6b4dc1a9aca32bab

Popis tablica

Tablica 4.1: Prikaz kretanja metalne ambalaže u RH 2019. godine, datum pristupa: 4.6.2022., izvor: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izv

je%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf
Tablica 4.2: Skupljen metalni otpad od 2013. do 2019. godine u RH, datum pristupa: 4.6.2022., izvor: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf
Tablica 4.3: Skupljen metalni otpad, recikliran i oporabljen , datum pristupa: 4.6.2022., izvor: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf
Tablica 4.4: Izvezene količine otpada metalne ambalaže u tonama, datum pristupa: 4.6.2022., izvor: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf
Tablica 4.5: Prikaz količine metalnog otpad u top 3 zemlje u koje Hrvatska izvozi metalni otpad, datum pristupa: 4.6.2022., izvor: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20prekograni%C4%8Dnom%20prometu%20otpada%202019%20web.pdf
Tablica 5.1: Legirani aluminij serije 1000, datum pristupa: 18.6.2022., izvor: http://www.hmaluminumcoil.com/product.html
Tablica 5.2: Legirani aluminij serije 3000, datum pristupa: 18.6.2022., izvor: http://www.hmaluminumcoil.com/product.html
Tablica 5.3: Legirani aluminij 5000, datum pristupa: 18.6.2022., izvor: http://www.hmaluminumcoil.com/product.html
Tablica 5.4: Sastav legura aluminija limenki za piće, datum pristupa: 22.6.2022., izvor: https://www.researchgate.net/publication/283886711_Recycling_of_aluminum_beverage_cans/link/5cae0e80299bf120975b84c9/download

1.2%

Results of plagiarism analysis from 2022-09-13 20:12 UTC

Analiza svojstava, primjene i mogućnosti recikliranje metalne ambalaže.docx

Date: 2022-09-13 19:51 UTC

All sources 49 | Internet sources 23 | Organization archive 17 | Plagiarism Prevention Pool 9

[0] "Metalna ambalaža u industriji.pdf" dated 2021-12-13
0.2% 6 matches

[1] "BorisJuricDokDis_ver4_17.07.docx" dated 2020-07-17
0.2% 3 matches

[2] "Onečišćenja uzrokovana električnim i elektroničkim otpadom i njihov utjecaj na okoliš_2.docx" dated 2022-09-12
0.1% 2 matches
1 documents with identical matches

[4] jultika.oulu.fi/files/nbnfi-fe20210503283S6.pdf
0.1% 2 matches

[5] "Diplomski rad-Andrej Pejić-28_9_2020-orginal.docx" dated 2022-09-01
0.1% 3 matches

[6] dr.nsk.hr/islandora/object/ptfos:1196/preview
0.1% 3 matches

[7] "PRIMJENA EUROPSKIH NORMI ZASTITE OKOLISA U PROIZVODNJI MOTORNIH VOZILA M1 KATEGORIJE - David Kovac.pdf" dat
0.1% 3 matches

[8] "Dostupnost parkirališnih mjesta uz zdravstvene ustanove u gradu Zagrebu.docx" dated 2022-06-15
0.1% 2 matches

[9] repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin:3260/datastream/PDF/download
0.1% 2 matches

[10] "UTJECAJ FOTOGRAFIJE PROIZVODA OD 360° NA INTERNET TRGOVINU.docx" dated 2022-09-09
0.1% 2 matches

[11] "Utjecaj 360° rotacijske fotografije proizvoda na internet trgovinu-2.docx" dated 2022-08-30
0.1% 2 matches
1 documents with identical matches

[13] narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_07_81_1517.html
0.0% 1 matches

[14] www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvješće o prekograničnom prometu otpada_2015..pd
0.1% 2 matches

[15] repozitorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:1095/preview
0.1% 2 matches

[16] www.kazup.hr/images/dokumenti/graditeljstvo/planski_poslovi_zastita_okolisa/oglasna_ploca/zastita_okolisa/01h_EGO_AUTO-NOVICA-
0.0% 1 matches

[17] ouci.dntb.gov.ua/en/works/4Knbr3N7/
0.1% 1 matches

[18] "Energetska oporaba ulja i guma u cementari 14.2.2022.docx" dated 2022-02-17
0.1% 2 matches
2 documents with identical matches

[21] "Karla Posavec_diplomski rad.docx" dated 2021-10-06
0.1% 1 matches

[22] www.amazon.in/Handbook-Aluminium-Recycling-Preparation-Metallurgical/dp/3802729706
0.1% 1 matches

[23] hrcak.srce.hr/95987
0.0% 1 matches

[24] hrcak.srce.hr/en/god-titius
0.1% 1 matches

[25] zir.nsk.hr/islandora/object/pfri:1919/datastream/PDF/view
0.0% 1 matches

[26] "1707.pdf" dated 2022-04-24
0.1% 1 matches
5 documents with identical matches

☑ [32] from a PlagScan document dated 2020-06-02 10:47
0.0% 1 matches

☑ [33] from a PlagScan document dated 2017-04-05 12:22
0.1% 1 matches

☑ [34] "STEREOTIPIZACIJA-MUŠKARACA-U-MEDIJIMA-rad-final-1.doc" dated 2022-09-05
0.1% 1 matches
⊞ 3 documents with identical matches

☑ [38] from a PlagScan document dated 2021-09-09 12:34
0.1% 1 matches

☑ [39] from a PlagScan document dated 2021-08-30 21:29
0.1% 1 matches

☑ [40] from a PlagScan document dated 2021-07-05 18:52
0.1% 1 matches
⊞ 1 documents with identical matches

☑ [42] from a PlagScan document dated 2020-12-21 09:53
0.1% 1 matches

☑ [43] "Ispravak-Abortus u Hrvatskoj.docx" dated 2020-12-14
0.1% 1 matches

☑ [44] from a PlagScan document dated 2020-09-21 14:47
0.1% 1 matches
⊞ 1 documents with identical matches

☑ [46] from a PlagScan document dated 2017-04-06 08:49
0.0% 1 matches

☑ [47] from a PlagScan document dated 2017-04-05 09:39
0.1% 1 matches

☑ [48] www.zagrebacka-zupanija.hr/media/filer_public/40/22/4022e7a0-4cfe-4a38-bf4e-cf2dc0d6b587/za_tisak_-_glasnik_18-2022.pdf
0.0% 1 matches

☑ [49] www.ekohold.hr/index.php/hr/recikliranje
0.1% 1 matches

☑ [50] www.iamslic.org/unionlist/alphahold.php?lib_abbr=all&j_title=Godis|ŒEnjak Titius C|ŒEasopis za interdisciplinarna istraz|ŒEivanja porjec|ŒE
0.0% 1 matches

☑ [51] hrcak.srce.hr/ojs/index.php/socijalna-ekologija
0.1% 1 matches

☑ [52] www.semanticscholar.org/paper/SOCIJALNA-EKOLOGIJA-časopis-za-ekološku-misao-i-Trako/3333584b3bae19488b893ca4625c70e30
0.1% 1 matches

☑ [53] docplayer.rs/208808791-Socijalna-ekologija-časopis-za-ekološku-misao-i-sociologijska-istraživanja-okoline-kazalo.html
0.1% 1 matches

☑ [54] "postupak proizvodnje PET ambalaže Mario_Ravančić_final.docx" dated 2022-09-05
0.0% 1 matches

☑ [55] "upotreba tetrapaka u prehrambenoj industriji.pdf" dated 2021-12-03
0.0% 1 matches

☑ [56] "Recikliranje-PET-ambalaže_dipl.docx" dated 2021-03-24
0.0% 1 matches
⊞ 2 documents with identical matches

☑ [59] "prepravljeno-Katarina-Matosović-Završni-rad-corr-l..doc" dated 2020-09-20
0.0% 1 matches

☑ [60] www.ferata.hr/zavrsena-ljetna-glazbena-skola-sinj-2020/
0.0% 1 matches

☑ [61] www.haop.hr/sites/default/files/uploads/specificni-dokumenti/publikacije/knjige/Metodologija_za_odredivanje_sastava_i_kolicina_komuna
0.0% 1 matches

☑ [62] www.henkel.com/spotlight/2016-12-21-supplier-of-choice-for-can-manufacturing-731616
0.0% 1 matches

☑ [63] www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvješće o prekograničnom prometu otpada_2010..pd
0.0% 1 matches

☑ [64] repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka:1171/datastream/PDF/view
0.0% 1 matches

72 pages, 17751 words

PlagLevel: 1.2% selected / 1.2% overall

26 matches from 65 sources, of which 23 are online sources.

Settings

Data policy: *Compare with web sources, Check against organization repository, Check against the Plagiarism Prevention Pool*

Sensitivity: *Medium*

Bibliography: *Consider text*

Citation detection: *Reduce PlagLevel*

Whitelist: --