

PROMETNA ŠOLA MARIBOR

VIŠJA PROMETNA ŠOLA

Andy Cvetko

RAVNANJE Z ODPADNO EMBALAŽO

Diplomsko delo

Maribor, november 2023



prometna šola maribor
višja prometna šola

SI – 2000 MARIBOR, Preradovičeva ulica 33, tel.: +386 (2) 42 94 137, tel./faks: +386 (2) 42 94 139

Diplomsko delo višješolskega študijskega programa

RAVNANJE Z ODPADNO EMBALAŽO

Študent: *Andy Cvetko*
Vpisna številka: *12150150432*
Študijski program: *Varstvo okolja in komunala*
Vrsta študija: *Redni*
Predmet: *Izbrana poglavja iz ravnanja z odpadki*
Mentor: *dr. Janez Ekart, univ. dipl. inž. el.*
Lektorica: *Manuela Knezoci Kop, prof. slov.*

Maribor, november 2023

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju dr. Janezu Ekartu za strokovno svetovanje, potrpežljivost in spodbudo ter za nasvete pri pisanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi staršem za finančno podporo in za vse nasvete, ki so mi jih nudili v času mojega študija.

IZJAVA O AVTORSTVU IN OBJAVI DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani

Andy Cvetko,rojen 24. 4. 2001 v Mariboru, s svojim podpisom potrjujem, da:

1. sem avtor diplomskega dela z naslovom:

RAVNANJE Z ODPADNO EMBALAŽO;

2. je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela;
3. predloženo diplomsko delo v celoti ali v delih ni bilo predloženo za potrditev izobrazbe po študijskem programu druge šole;
4. nisem kršil avtorskih pravic in intelektualne lastnine drugih;
5. je elektronska različica identična s tiskano obliko diplomskega dela;
6. dovolim objavo diplomskega dela na spletni strani šole.

V Mariboru, dne _____.

Podpis: _____

RAVNANJE Z ODPADNO EMBALAŽO

Ključne besede: odpadne surovine, gospodarjenje, viri energije, proces obdelave, življenjski cikel.

Povzetek

V diplomskem delu so obravnavana področja ravnanja in pridelave odpadne embalaže z vidika njihovega nastanka, uporabe in končnega ponovnega recikliranja ali za izrabo energije, ki jo dobimo iz embalaže z izvajanjem različnih termičnih postopkov. Odpadna embalaža predstavlja eden izmed večjih okolijskih problemov zaradi njene množične proizvodnje in uporabe, ki pa pogosto konča v naravi zaradi človekove malomarnosti.

V današnjem času se družba izredno hitro razvija in je prav tako potrošno naravnana, kar pa prav tako vpliva na naraščanje količine odpadkov, ki pa po današnji zakonodaji nas zavezuje da takšne odpadke pravilno ločujemo in odlagamo na primerna odlagališča, kjer se bodo tile odpadki lahko nadaljnjo obdelali in ne bodo s tem nam in naravi predstavljali nevarnost.

Narava kot sama se skozi leta samostojno obnavlja in si od naših škodljivih dejavnikov do nekatere mere tudi opomore. S konstantnim obremenjevanje narave z odpadno embalažo, kemikalijami in živalim strupenimi proizvodi pa povzročamo da naravo obremenjujemo in s tem prav tako škodujemo svojemu zdravju in zdravju našim bodočim potomcev. Če bomo nadaljevali z trenutnim onesnaževanjem in zanemarjali njihove posledice na okolje bomo s tem povzročili da si narava ne bo morala več obnoviti kar pa bo prav tako negativno vplivalo na gospodarstvo in potek vsakodnevnega življenja ljudi.

WASTE MANAGEMENT

Key words: waste materials, management, energy sources, treatment process, life cycle.

Abstract

The thesis deals with the management and production of packaging waste in terms of their generation, use and final re-cycling or for the recovery of the energy obtained from the packaging through different thermal processes.

Packaging waste is a major environmental problem due to its mass production and use, which often ends up in the environment due to human negligence.

Today's society is developing extremely fast and is also consumer-oriented, which also has an impact on the increasing amount of waste, which, according to today's legislation, obliges us to properly separate and dispose of such waste in suitable landfills where it can be further treated and will not pose a danger to us and to nature. Nature as such renews itself over the years and recovers to some extent from our harmful factors. By constantly polluting nature with packaging waste, chemicals and products that are toxic to animals, we are putting a strain on nature, and we are also harming our health and the health of our future descendants.

If we continue with the current pollution and ignore its consequences on the environment, we will cause nature not to recover, which will also have a negative impact on the economy and on people's daily life.

VSEBINA

1	UVOD	1
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE.....	2
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE RAZISKAVE	3
1.4	UPORABLJENE METODE DELA	3
2	ZAKONODAJA S PODROČJA EMBALAŽE	4
2.1	UREDBA O EMBALAŽI IN ODPADNI EMBALAŽI	4
2.1.1	<i>Namen uporabe uredbe</i>	5
2.2	UREDBA O SPREMEMBAH IN DOPOLNITVAH UREDBE O ODPADKIH	5
2.2.1	<i>Namen uporabe uredbe</i>	6
2.3	ZAKON O VARSTVU OKOLJA	7
2.3.1	<i>Načelo krožnega gospodarstva</i>	7
2.3.2	<i>Hierarhija ravnanja z odpadki</i>	8
3	DELITEV EMBALAŽE	9
3.1	NAMEN UPORABE EMBALAŽE	10
3.1.1	<i>Primarna ali prodajna embalaža</i>	10
3.1.2	<i>Ovojna, skupinska ali sekundarna embalaža</i>	10
3.1.3	<i>Transportna, prevozna ali terciarna embalaža</i>	11
3.2	VRSTE EMBALAŽE	11
3.2.1	<i>Vračljiva embalaža</i>	12
3.2.2	<i>Nevračljiva embalaža</i>	12
4	ODPADNA EMBALAŽA	13
4.1	LOČEVANJE ODPADNE EMBALAŽE	13
4.1.1	<i>Ročno razvrščanje</i>	14
4.1.2	<i>Avtomatsko razvrščanje</i>	14
4.1.3	<i>Optično razvrščanje</i>	14
4.1.4	<i>Magnetno sortiranje</i>	15
4.1.5	<i>Razvrščanje na vrtnične tokove</i>	15
4.1.6	<i>Razvrščanje s pomočjo zraka</i>	15
4.2	FUNKCIJA EMBALAŽE	15
4.3	STROŠKI EMBALAŽE IN PAKIRANJA.....	17
4.4	EMBALAŽNI MATERIALI.....	18

4.4.1	<i>Steklena embalaža</i>	18
4.4.2	<i>Papirna in kartonska embalaža</i>	19
4.4.2.1	Papirnata embalaža.....	19
4.4.2.2	Valoviti karton	19
4.4.3	<i>Kovinska embalaža</i>	20
4.4.4	<i>Plastična embalaža</i>	20
4.4.5	<i>Lesena embalaža</i>	21
4.4.6	<i>Tekstilna embalaža</i>	21
4.4.7	<i>Tiskarske barve in ostali pomožni materiali</i>	22
5	EMBALAŽA IN OKOLJE	23
5.1	VEČPLASTNOST OKOLJSKE PROBLEMATIKE EMBALAŽE	24
5.1.1	<i>Vplivi na okolje zaradi proizvodnje embalaže</i>	24
5.1.2	<i>Problematika odpadne embalaže</i>	25
5.1.3	<i>Vpliv škodljivih snovi</i>	25
5.1.4	<i>Vpliv in vloga uporabnika</i>	26
5.1.5	<i>Embalaža kot preprečevalka še večjega onesnaževanja okolja</i>	27
5.2	EMBALAŽA IN SUROVINSKI VIRI	27
5.2.1	<i>Zmanjševanje mase embalaže</i>	28
5.3	EMBALAŽA IN ENERGIJA	29
5.4	VPLIVI EMBALAŽE NA OKOLJE V DOBAVNI VERIGI BLAGA	30
5.5	MOŽNOSTI RAVNANJA Z ODPADNO EMBALAŽO	31
5.6	RECIKLAŽA ODPADNE EMBALAŽE	32
5.6.1	<i>Reciklaža plastične embalaže</i>	34
5.6.2	<i>Tehnološko-ekonomske omejitve reciklaže odpadne plastike</i>	37
5.6.3	<i>Značilnosti reciklaže plastenkov iz PET</i>	40
5.6.4	<i>Reciklaža steklene embalaže</i>	43
5.6.5	<i>Reciklaža kovinske embalaže</i>	45
5.6.5.1	Jeklena embalaža.....	46
5.6.5.2	Aluminijasta embalaža	47
5.6.6	<i>Reciklaža embalaže iz papirja in kartona</i>	49
5.6.7	<i>Tehnološko-ekonomske omejitve reciklaže odpadne papirne in kartonske embalaže</i>	52
5.6.8	<i>Oznake za reciklažo</i>	53
5.7	SEŽIGANJE ODPADNE EMBALAŽE	55
6	VRAČLJIVA EMBALAŽA	58
7	DELEŽ ZBRANIH KOMUNALNIH ODPADKOV IN EMBALAŽE V SLOVENIJI	60

7.1	PREDSTAVITEV STATISTIČNIH PODATKOV ZBRANIH ODPADKOV	61
7.2	STATISTIKA EMBALAŽE V EVROPI ZA OBDOBJE(JANUAR-JUNIJ) 2023	62
8	SKLEP	63
	VIRI, LITERATURA	65
	SEZNAM SLIK	68
	SEZNAM GRAFIKONOV	68

UPORABLJENI SIMBOLI

% – odstotek določene snovi, materiala, količine določenega izdelka

°C – stopinja Celzija

» – začetni narekovaj

« – končni narekovaj

UPORABLJENE KRATICE

m³ – kubični meter

m² – kvadratni meter

t – masa (v tonah)

t. i. – tako imenovani

oz. – oziroma

itd. – in tako dalje

EPA – Ameriška agencija za varstvo okolja (Environmental Protection Agency)

NaOH – natrijev hidroksid

PP – vrsta plastike iz polipropilena

PS – vrsta plastike iz polistirena

PVC – vrsta plastike iz polivinilklorida

PE – vrsta plastike iz polietilena

PET – vrsta plastike iz polietilen tereftalata

PE-HD – polietilen visoke gostote

PE-LD – polietilen nizke gostote

ZDA – Združene države Amerike

kg – kilogram

EPAL – oznaka za evropske palete (po evropskih standardnih dimenzijah 1200 x 800)

CO₂ – ogljikov dioksid

BOF – vrsta pečice, namenjena za jeklo (kisik je prisoten)

EFP – vrsta pečice, namenjena za jeklo (kisik ni prisoten)

EUR – embalaža, namenjena za transportiranje tovora

DDT – aromatska klorova spojina

1 UVOD

1.1 OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA

Embalaža je tako močno vpeta v naše vsakdanje osebno in poslovno življenje, da velikokrat pozabimo na njeno pomembno vlogo. Olajša nam življenje in nam omogoča živeti varčneje. Preprečuje nastajanje dodatnih ogromnih količin odpadkov, ki bi se pojavile zaradi hitrejšega kvarjenja živil in poškodb izdelkov. Brez embalaže bi se gospodarski blagovni tokovi ter porabniški način življenja, kot ga poznamo in živimo, sesuli. Brez sodobne embalaže bi se dostopnost do življenjskih potrebščin občutno zmanjšala, bistveno pa bi narastli tudi stroški. Na policah trgovin se danes nahajajo izdelki, ki prejšnjim generacijam niso bili dosegljivi, ob večji izbiri pa so bolj poostreni tudi varnostni in higienski standardi.

Embalaža zaradi dinamičnega razvoja materialov, procesov oblikovanja in pakiranja vedno znova preseneča tiste, ki jo potrebujejo. Za sodobno embalažo trošimo bistveno manj materiala in energije na enoto pakiranega blaga kot kdaj koli prej. Med dejavnike, ki vplivajo na tehnološki razvoj embalaže in pakiranja, uvrščamo razvoj embalažnih materialov, razvoj sistemov pakiranja, avtomatizacijo proizvodnje, razvoj distribucijskih sistemov, rast prebivalstva in razvoj trgovine ter spreminjanje navad porabnikov. Zaradi vse strožje zakonodaje, vse višjih stroškov za okolje in zahtev porabnikov ter poslovnih partnerjev se je potrebno vprašati, katera embalaža je za okolje primernejša. Bo embalaža, ki je danes še sprejemljiva, takšna tudi jutri ali pojutrišnjem? Sodobne smernice oblikovanja in uporabe embalaže se usmerjajo k aktivnemu vključevanju okoljevarstvenih meril. Spremenjeni tržni in zakonodajni momenti pa dodatno silijo proizvajalce k iskanju inovativnih rešitev.

Onesnažene deponije in sežigalnice se sanirajo. Razvite so bile nove tehnike za ravnanje z odpadki, toda kljub izboljšavam odpadki ostajajo problem. Njihova količina še naprej narašča. Izdana je bila serija mednarodnih standardov, poznana pod imenom serija ISO 14040, ki opredeljuje metodologijo za izvajanje tako imenovane analize ocenjevanja življenjskega cikla izdelka. V analizo vključimo pridobivanje surovin, potrebnih za proizvodnjo osnovnih in pomožnih materialov, ter proizvodnjo energije, proizvodnjo materialov, njihovo oblikovanje v polizdelke in končne izdelke, transport, uporabo ter odstranjevanje po uporabi. Takšni pristopi dobivajo iz leta v leto pri obravnavanju varovanja

okolja vedno večjo vlogo, jasno pa se nakazuje, da bo nova okoljska regulativa Evropske unije temeljila tudi na tovrstni metodologiji. Naravne problematike ni mogoče preučevati ločeno od razvoja embalažnih materialov.

Razvoj novih materialov ne bo zaobšel niti embalažne industrije. Iz preteklosti vemo, da lahko razvoj novih materialov naleti ob problematiko varstva okolja in zdravja. Izkušnje več primerov iz preteklosti so pokazale, da se je začetno navdušenje nad določenimi snovmi in materiali, kot so azbest, DDT, freoni ..., bistveno spremenilo. zato so v svetu vse glasnejši pozivi za javno natančno preučitev potencialne toksičnosti številnih novih materialov, proizvedenih s pomočjo nanotehnologije, ki vse bolj prodirajo tudi na področje embalaže. Drugi primer intenzivnega razvoja novih materialov na področju embalaže predstavljajo biorazgradljivi polimeri, ki jih mnogi že vidijo kot nadomestek konvencionalnih plastičnih materialov. Vendar tudi njihova proizvodnja in uporaba sprožata neutemeljena vprašanja glede razpoložljivosti surovinskih virov, uporabe genskega inženiringa ter sorazmerno velike porabe energije pri proizvodnji.

1.2 NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE

Namen diplomskega dela je:

- predstaviti vpliv embalažnih materialov na naravno okolje,
- preučiti oblike in izdelovanje embalaže,
- predstaviti vpliv embalaže na človekovo zdravje in
- predstaviti ločevanje embalaže.

Cilji diplomskega dela so naslednji:

- predstaviti pomen embalaže v okolju,
- ugotoviti negativne vplive odpadkov, odloženih v naravi,
- ugotoviti količino odpadkov, letno predelanih v Sloveniji,
- predstaviti načine oz. možnosti preprečevanja nastajanja odpadne embalaže in
- ugotoviti dodatne možnosti oz. načine uporabe odpadne embalaže.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE RAZISKAVE

Diplomsko delo smo omejili samo na odpadno embalažo in ne na vse odpadke, ki obstajajo. Osnovne omejitve diplomskega dela so nastale na podlagi zastarelih virov informacij, ki jih zaradi njihove neustreznosti oz. same zastarelosti podatkov nismo mogli uporabiti.

Osnovne predpostavke so naslednje:

- Slovenija je v zadnjih letih povečala proizvodnjo embalaže,
- v Sloveniji je vsako leto več predelane embalaže,
- potencial sežiganja odpadne embalaže je v Sloveniji slabo izkoriščen in
- do zavezujočega števila recikliranih odpadkov do leta 2030 smo na dobri poti.

1.4 UPORABLJENE METODE DELA

V diplomskem delu smo uporabili naslednje metode dela:

- metodo deskripcije, s katero smo opisovali pojme iz teorije,
- metodo kompilacije, s katero smo povzeli strokovne članke iz revij, knjig in zbornikov,
- metodo anketiranja, s katero smo izvedli anonimno anketo za pridobivanje podatkov,
- metodo hipoteze, s katero smo podprli naše trditve in
- statistično metodo (primerjava dveh ali več različnih podatkov).

2 ZAKONODAJA S PODROČJA EMBALAŽE

Zakonodaja je zelo pomembna in prav tako prisotna vsepovsod v našem primeru pa bomo govorili o zakonodaji iz področja ravnanja odpadne embalaže. In sicer bomo podrobno predstavili naslednje zakonodaje, ki so za našo obravnavano območje pomembna:

- Uredba o embalaži in odpadni embalaži (Ur. l. RS, št. 54/21, 208/21 in 120/22),
- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o odpadkih (Ur. l. RS, št. 129/20) in
- Zakon o varstvu okolja (ZVO-2) (Ur. l. RS, št. 44/22).

Vsaka zakonodaja mora biti pravilno omenjena in napisana z namenom da lahko spremljamo spremembe in dopolnitve v njeni vsebini. V našem primeru je v Sloveniji vsa zakonodaja predstavljena v pravno informacijskem sistemu (PIS). Na tem spletnem mestu imamo na voljo vso že veljavno in neveljavno zakonodajo iz različnih področij, ki so za nas in naravo pomembne.

2.1 UREDBA O EMBALAŽI IN ODPADNI EMBALAŽI

Cilj te uredbe (Ur. l. RS, št. 54/21, 208/21 in 120/22) je, da se v skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 94/62/ES z dne 20. decembra 1994 o embalaži in odpadni embalaži (UL L št. 365 z dne 31. 12. 1994, str. 10), zadnjič spremenjeno z Direktivo (EU) 2018/852 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o spremembi Direktive 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži (UL L št. 150 z dne 14. 6. 2018, str. 141), (v nadaljnjem besedilu: Direktiva 94/62/ES) za zagotavljanje visoke ravni varstva okolja preprečujejo ali zmanjšujejo kakršni koli vplivi embalaže in odpadne embalaže na okolje ter da se zagotavlja delovanje notranjega trga in se preprečujejo trgovinske ovire ter izkrivljanje in omejevanje konkurence (PISRS [online], 2023).

Za doseg cilja iz prejšnjega odstavka ta uredba določa pravila in pogoje za proizvodnjo embalaže, njeno uporabo, dajanje na trg v Republiki Sloveniji in distribucijo ter pravila ravnanja z odpadno embalažo, katerih glavni cilj je preprečevati nastajanje odpadne embalaže. Ta uredba pa določa tudi pravila in pogoje za ponovno uporabo embalaže, zbiranje, recikliranje in druge postopke predelave odpadne embalaže, da se kar najbolj

zmanjša obseg odstranjevanja odpadne embalaže, s čimer se prispeva k prehodu na krožno gospodarstvo (prav tam).

2.1.1 Namen uporabe uredbe

Ta uredba se uporablja za vso embalažo ne glede na uporabljeni embalažni material, ki se daje na trg v Republiki Sloveniji in ki se uporablja v industriji, obrti, trgovini, storitvenih in drugih dejavnostih, gospodinjstvih ali drugod, razen če predpisi, ki urejajo kakovost embalaže, ne določajo drugačnih zahtev za posamezno vrsto embalaže, na primer glede varnosti, varovanja zdravja in higiene embaliranih izdelkov, ali če predpisi, ki urejajo prevoz blaga, ne določajo drugače. Ta uredba se uporablja za vso odpadno embalažo ne glede na embalažni material, ki nastane na območju Republike Slovenije v industriji, obrti, trgovini, storitvenih in drugih dejavnostih, gospodinjstvih ali drugod, razen če predpisi, ki urejajo nevarne odpadke, za posamezno vrsto odpadne embalaže ali posamezno ravnanje z odpadno embalažo ne določajo drugače (prav tam).

2.2 UREDBA O SPREMEMBAH IN DOPOLNITVAH UREDBE O ODPADKIH

Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o odpadkih (Ur. l. RS, št. 129/20) z namenom varstva okolja in varovanja človekovega zdravja v 1. členu določa pravila ravnanja in druge pogoje za preprečevanje ali zmanjševanje škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter zmanjševanje celotnega vpliva uporabe naravnih virov in izboljšanje učinkovitosti uporabe naravnih virov v skladu z Direktivo 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (UL L št. 312 z dne 22. 11. 2008, str. 3), zadnjič spremenjeno z Direktivo Komisije (EU) 2015/1127 z dne 10. julija 2015 o spremembi Priloge II k Direktivi 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv Ur. l. RS, št. 184 z dne 11. 7. 2015, str. 13 (PISRS [online], 2023a).

2.2.1 Namen uporabe uredbe

Ta uredba se uporablja za vse odpadke, razen če je s posebnim predpisom za posamezno vrsto ali tok odpadkov drugače določeno (PISRS [online], 2023a).

Ta uredba pa se na podlagi 2. člena ne uporablja za naslednje (prav tam):

- snovi, ki se izpuščajo z odpadnimi plini v zrak, ter ogljikov dioksid, zajet in transportiran za namene geološkega shranjevanja ter geološko shranjen v skladu s predpisi, ki urejajo geološko shranjevanje ogljikovega dioksida, ter za ogljikov dioksid, geološko shranjen za namene raziskovanja, razvijanja ali preskušanja novih izdelkov in postopkov,
- tla (in situ), vključno z neizkopanim onesnaženim delom tal, in objekte, trajno povezane s tlemi,
- neonesnažen del tal in drug naravno prisoten material, izkopan med gradbenimi deli, če se ta material v prvotnem stanju in brez obdelave uporabi za gradnjo na kraju, kjer je bil izkopan, v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih, in predpisom, ki ureja obremenjevanje tal z vnašanjem odpadkov,
- radioaktivne odpadke,
- eksplozive, umaknjene iz uporabe in
- fekalne snovi, ki niso živalski stranski proizvodi iz 2. točke tretjega odstavka tega člena, slamo in druge naravne nenevarne materiale, ki nastajajo v kmetijstvu ali gozdarstvu in se uporabljajo pri kmetovanju, v gozdarstvu ali za pridobivanje energije iz tako nastale biomase s postopki ali metodami, ki ne škodujejo okolju ali ne ogrožajo človekovega zdravja.

Ta uredba se prav tako ne uporablja za naslednje (prav tam):

- odpadne vode, kolikor so urejene v predpisih, ki urejajo emisijo snovi in toplote v vode,
- živalske stranske proizvode, vključno s predelanimi proizvodi, kolikor so urejeni v Uredbi (ES) št. 1069/2009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. oktobra 2009 o določitvi zdravstvenih pravil za živalske stranske proizvode in pridobljene

proizvode, ki niso namenjeni prehrani ljudi, ter razveljavitvi Uredbe (ES) št. 1774/2002 (Uredba o živalskih stranskih proizvodih),

- trupla živali, ki so poginile drugače kakor z zakolom, vključno z živalmi, pokončanimi zaradi izkoreninjenja kužnih živalskih bolezni, ki so odstranjena v skladu z Uredbo 1069/2009/ES,
- odpadke, ki nastajajo pri raziskovanju, pridobivanju, bogatenju in skladiščenju mineralnih surovin in obratovanju kamnolomov, kolikor so urejeni v predpisih, ki urejajo ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin in
- naplavine, ki se zaradi upravljanja voda in vodnih poti, preprečevanja poplav ali blažitve posledic poplav in suše ali izsuševanja tal premeščajo znotraj površinskih voda, če naplavine niso nevarni odpadki, razen če je tako določeno s predpisi, ki urejajo vode.

Ta uredba je še vedno veljavna in je bila objavljena v Uradnem listu Republike Slovenije. Čeprav je ta uredba še vedno v uporabi, se bo uporabljala do 1. januarja 2024, ko se bo nehala uporabljati in bo v veljavi nova uredba o odpadkih (PISRS [online], 2023a).

2.3 ZAKON O VARSTVU OKOLJA

Ta zakon (Ur. l. RS, št. 44/22) ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja (PISRS [online], 2023b).

2.3.1 Načelo krožnega gospodarstva

1. odstavek 6. člena Zakona o varstvu okolja (Ur. l. RS, št. 44/22) pravi, da država in občina za zagotavljanje trajnostnega razvoja pri sprejemanju politik, strategij, programov, planov, načrtov in splošnih pravnih aktov spodbujata in na področju svojega delovanja upoštevata

načelo krožnega gospodarstva, ki stremi k preprečevanju odpadkov, zmanjšanju onesnaževanja okolja in ohranjanju narave z zmanjšanjem uporabe snovi, energije in materialov, še zlasti naravnih dobrin, ter k čim bolj dolgotrajnemu življenjskemu krogu proizvodov, materialov in snovi (PISRS [online], 2023b).

2. odstavek 6. člena Zakona o varstvu okolja (Ur. l. RS, št. 44/22) pravi, da si je vsakdo dolžan prizadevati za doseganje načela krožnega gospodarstva iz prejšnjega odstavka, pri čemer so s posebno skrbnostjo dolžne ravnati zlasti osebe, ki sodelujejo pri oblikovanju zasnovne proizvodov in poslovnih modelov (prav tam).

2.3.2 Hierarhija ravnanja z odpadki

1. odstavek 23. člena Zakona o varstvu okolja (Ur. l. RS, št. 44/22) pravi, da se pri sprejemanju politik, strategij, načrtov, programov in splošnih pravnih aktov, ki urejajo preprečevanje nastajanja odpadkov in ravnanje z njimi, kot prednostni vrstni red upošteva naslednja hierarhija ravnanja z odpadki (prav tam):

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

Hierarhija ravnanja z odpadki se torej uporablja kot prednostni vrstni red zakonodaje in politike preprečevanja nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi. Je temelj politik in zakonodaje EU na področju odpadkov in je določena v okvirni direktivi EU o odpadkih (Direktiva 2008/98/ES). Ima dva namena: čim bolj zmanjšati vplive nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter izboljšati učinkovito rabo virov (prav tam).

3 DELITEV EMBALAŽE

V osnovi lahko embalažo delimo po (Radonjič, 2008, 17–20):

- materialu, iz katerega je izdelana (papir, karton, kovina, steklo, plastika),
- fizikalni strukturi (toga, trda, mehka, gibljiva, fleksibilna),
- namenu uporabe (primarna ali prodajna embalaža, sekundarna ali ovojna (skupinska embalaža, terciarna ali transportna embalaža),
- načinu tehnološkega načina pakiranja,
- načinu spojnosti z izdelkom (ločljiva ali neločljiva embalaža),
- namenu uporabe (za izdelke široke uporabe ali pa za izdelke industrijske uporabe) in
- po načinu uporabe (povratna in nepovratna embalaža).

Embalažo in embalažne materiale, ki jih uporabimo za pakiranje različnih živil, pa lahko razdelimo na osnovi različnih kriterijev, ko so na primer (prav tam):

- vrsta embalažnega materiala,
- trdnost (čvrsta, pol čvrsta in fleksibilna embalaža),
- odnos z vsebino (primarna in sekundarna embalaža),
- trajnost (povratna in nepovratna embalaža),
- funkcija (prodajna, zbirna in transportna embalaža),
- vrednost (investicijska in potrošna embalaža) in
- transport (kontinentalna in prekomorska embalaža).

Takšni kriteriji se v skladu z Uredbo o embalaži in odpadni embalaži (Ur. l. RS, št. 54/21, 208/21 in 120/22) uporabljajo pri izdelavi izdelkov v industrijske namene in prav tako za živilske namene (hrano in pijačo), ki se nato prodaja v trgovinah in ostalih gospodarskih stavbah kupcem (PISRS [online], 2023).

3.1 NAMEN UPORABE EMBALAŽE

Po namenu uporabe ločimo embalažo na tri glavne skupine, in sicer so to (Recikel [online], 2023):

- primarna oziroma prodajna embalaža,
- sekundarna oziroma skupinska embalaža in
- terciarna oziroma transportna embalaža.

Vsaka izmed naštetih vrst embalaže je zelo pomembna za določene proizvode, ki se uporabljajo v vsakdanjem življenju (Recikel [online], 2023).

3.1.1 Primarna ali prodajna embalaža

V kategorijo prodajne embalaže lahko spadajo naslednji izdelki (prav tam):

- predmeti, ki se štejejo za embalažo v skladu z merili iz uredbe o embalaži,
- skupinska embalaža, ki hkrati opravlja funkciji skupinske in prodajne embalaže ter
- transportna embalaža, ki hkrati opravlja funkciji transportne in prodajne embalaže.

Med to vrsto embalaže torej uvrščamo vse vrste kozarcev, vrečk, konzerv, steklenic, plastenk, škatel, posod ali drugih podobnih embalaž s sestavnimi deli, ki obdajajo ali vsebujejo osnovno prodajno enoto blaga, namenjeno končnemu uporabniku na prodajnem mestu, ter varujejo blago pred poškodbami in onesnaženjem iz zunanjih dejavnikov (Recikel, [online], 2023).

3.1.2 Ovojna, skupinska ali sekundarna embalaža

Ovojna oz. skupinska embalaža obdaja ali drži skupaj več osnovnih prodajnih enot istovrstnega ali raznovrstnega blaga v prodajni embalaži. Ovojna embalaža racionalizira pakiranje blaga v transportno embalažo in rokovanje z njo v maloprodajni mreži. Preden se izdelek v prodajni embalaži da na prodajne police, se ovojna embalaža praviloma odstrani, čeprav se za nekatere skupine izdelkov (npr. pijače) prodaja skupaj s primarnimi enotami.

Plastični ovoji ali druge vrste ovojev embalažo dodatno varujejo pred poškodbami ter krajo. Tovrstna embalaža dodatno olajšuje transport ter nakladanje oziroma razkladanje blaga (Recikel [online], 2023).

3.1.3 Transportna, prevozna ali terciarna embalaža

Transportna oz. terciarna embalaža je namenjena skupnemu pakiranju več prodajnih enot. Transportna embalaža mora zavarovati blago pred vsemi poškodbami, ki se lahko pripetijo med transportom, skladiščenjem in manipulacijo blaga, še posebej tistimi, ki nastajajo zaradi mehanskih obremenitev in klimatskih vplivov. S svojo obliko in dimenzijami mora omogočati racionalen transport, skladiščenje in manipulacijo blaga (Recikel [online], 2023).

Praviloma ne prihaja v neposreden stik s končnim porabnikom v maloprodajni mreži, zato njen videz ni odločilen za prodajo. Izbira transportne embalaže ni odvisna le od vrste pakiranega blaga, temveč tudi od vrste prevoza. Dobro mora biti odporna na tresljaje, udarce, vibracije, klimatske spremembe in na tlačne obremenitve. Oblikovana mora biti na takšen način, da omogoča maksimalno racionalno izrabo transportnih in skladiščnih prostorov ter enostavno nakladanje in razkladanje v skladišču, zato ne sme vsebovati poškodovanih in raztrganih delov. Transportna embalaža marsikdaj prav tako varuje okolico pred škodljivim delovanjem pakiranega blaga ter varuje izdelek pred možno krajo (Recikel [online], 2023).

3.2 VRSTE EMBALAŽE

Embalažo lahko delimo na dve različni vrsti, in sicer na (Recikel [online], 2023):

- vračljivo oziroma povratno embalažo in
- nevračljivo oziroma nepovratno embalažo.

Seveda se še vedno uporabljata obe vrsti embalaže, čeprav na današnjem trgu prevladuje nepovratna embalaža, ki se pojavlja že v skrb zbujajočih količinah za naše okolje (Recikel [online], 2023).

3.2.1 Vračljiva embalaža

Vračljiva embalaža je tista embalaža, ki jo v embalažnem krogu večkrat ponovno uporabimo. Za takšno embalažo je značilno, da je zagotovljeno kroženje embalaže brezplačno, torej da zaradi doplačila kavcije ne nastanejo novi nepotrebni stroški.

Kot smo že prej omenili, delimo vračljivo embalažo na zaščitno, distribucijsko in komunikacijsko. V skladu z nalogami vračljive embalaže razlikujemo tudi prodajno, skupinsko in transportno embalažo (Recikel [online], 2023a).

Vračljivo embalažo po vrsti surovine delimo na (prav tam):

- stekleno,
- plastično,
- leseno,
- kovinsko in
- mešano (karton, aluminij ter kompozitna embalaža).

Med vračljivo embalažo torej uvrščamo vso naštetu embalažo, ki jo je mogoče vsaj enkrat ali večkrat uporabiti v krožnem gospodarstvu za zmanjševanje uporabe novih materialov, ki bi se uporabili za enak izdelek (Recikel [online], 2023a).

3.2.2 Nevračljiva embalaža

Nevračljiva embalaža oz. embalaža za enkratno uporabo je tista embalaža, ki jo lahko uporabimo samo enkrat. Večkratna uporaba takšne embalaže bi lahko bila za človeka zelo nevarna, ker bi lahko embalaža izpuščala človeku škodljive snovi. Prav zaradi tega je takšna embalaža označena z znakom, ki nam pove, da je namenjena samo za enkratno uporabo, nato pa jo moramo zavreči v primerno odlagališče odpadkov ali prostor, namenjen za zbiranje odpadkov (Recikel [online], 2023a).

4 ODPADNA EMBALAŽA

Opadna embalaža se nanaša na materiale, ki se uporabljajo za zadrževanje, zaščito in prevoz blaga, ki se po uporabi zavrže. Ti materiali lahko vključujejo plastične vrečke, kartonske škatle, zabojnike iz stiropora in druge vrste embalaže. Odpadna embalaža je pomemben okoljevarstveni problem, saj prispeva h kopičenju odpadkov na odlagališčih in lahko traja več sto let, da se razgradi. Poleg tega proizvodnja embalažnih materialov zahteva energijo in vire, kar lahko prispeva k emisijam toplogrednih plinov in drugim negativnim vplivom na okolje (Radonjič, 2008, 189–196).

Za reševanje vprašanja odpadne embalaže lahko posamezniki in podjetja sprejmejo številne strategije. Eden izmed pristopov je zmanjšanje količine uporabljene embalaže z izbiro izdelkov z minimalno embalažo ali z uporabo posod za večkratno uporabo. Druga strategija je recikliranje embalažnih materialov, kadar koli je to mogoče, bodisi s postopkom recikliranja ali z odnašanjem materialov v centre za recikliranje. Nekatera podjetja raziskujejo in razvijajo nove tehnologije ter materiale, ki lahko pomagajo zmanjšati vpliv odpadne embalaže na že tako onesnaženo okolje (prav tam).

Skratka, odpadna embalaža se nanaša na materiale, ki se uporabljajo za shranjevanje in transport blaga, ki se po uporabi zavrže. Je pomemben naravovarstveni problem. Za reševanje tega vprašanja lahko posamezniki in podjetja sprejmejo strategije, kot so zmanjšanje uporabe embalaže, recikliranje materialov in raziskovanje novih tehnologij (prav tam).

4.1 LOČEVANJE ODPADNE EMBALAŽE

Razvrščanje embalaže se nanaša na postopek ločevanja in organiziranja različnih vrst odpadnih embalažnih materialov za recikliranje ali odlaganje. Obstaja več različnih načinov sortiranja odpadne embalaže, od katerih ima vsak svoje prednosti in slabosti (Radonjič, 2008, 195).

Poznamo več različnih vrst razvrščanja odpadne embalaže, in sicer (prav tam):

- ročno razvrščanje,

- avtomatsko razvrščanje,
- optično razvrščanje,
- magnetno razvrščanje,
- razvrščanje na vrtilne tokove in
- razvrščanje s pomočjo zraka (zračni upor).

Na voljo je torej več različnih metod sortiranja embalaže, od katerih ima vsaka svoje prednosti in slabosti. Izbira metode, ki jo bomo uporabili, pa je odvisna od dejavnikov, kot so količina materiala, ki ga sortiramo, želena raven natančnosti in razpoložljiv proračun. Vsaka vrsta sortiranja odpadkov ima določene prednosti in slabosti, ki jih bomo izpostavili v nadaljevanju (National Waste & Recycling Association [online], 2023).

4.1.1 Ročno razvrščanje

Ročno razvrščanje je najosnovnejša in prav tako najstarejša oblika razvrščanja embalaže, kjer delavci ročno razvrščajo embalažne materiale in jih ločujejo po vrsti. Ta metoda je delovno intenzivna in dolgotrajna, vendar omogoča visoko stopnjo natančnosti pri razvrščanju (National Waste & Recycling Association [online], 2023).

4.1.2 Avtomatsko razvrščanje

Avtomatsko razvrščanje delimo na dve vrsti, in sicer na delno avtomatizirano in na popolnoma avtomatizirano razvrščanje, ki uporablja stroje za razvrščanje embalažnih materialov glede na njihove fizične lastnosti, kot so velikost, oblika in teža. Ta metoda je hitrejša od ročnega razvrščanja in zahteva manj dela, vendar morda ne bo tako natančna zaradi strojne nenatančnosti (National Waste & Recycling Association [online], 2023).

4.1.3 Optično razvrščanje

Optično razvrščanje uporablja kamere in senzorje za identifikacijo embalažnih materialov na podlagi njihove barve in drugih vizualnih značilnosti. Ta metoda je zelo natančna in lahko

sortira materiale z zelo veliko hitrostjo, vendar je tudi drago, zato si je večina podjetij še vedno ne more privoščiti (National Waste & Recycling Association [online], 2023).

4.1.4 Magnetno sortiranje

Magnetno sortiranje uporablja magnete za ločevanje železnih od neželeznih kovin in drugih embalažnih materialov. Ta metoda je učinkovita na primer za ločevanje jeklenih pločevink od aluminijastih, je pa neuporabna pri ločevanju nekovinskih izdelkov (National Waste & Recycling Association [online], 2023).

4.1.5 Razvrščanje na vrtnične tokove

Metoda razvrščanja odpadkov na vrtnične tokove uporablja elektromagnetna polja za ločevanje neželeznih kovin od drugih materialov. Ta metoda se običajno uporablja za ločevanje aluminijastih pločevink od plastičnih steklenic, ampak je – prav tako kot magnetno sortiranje – funkcionalno omejena samo na kovinske izdelke (National Waste & Recycling Association [online], 2023).

4.1.6 Razvrščanje s pomočjo zraka

Razvrščanje s pomočjo zraka uporablja zračne tokove za ločevanje lahkih materialov, kot sta plastična folija in papir, od težjih materialov, kot sta steklo in kovina. Ta metoda je učinkovita pri ločevanju majhnih delcev, ni pa primerna za večje predmete (National Waste & Recycling Association [online], 2023).

4.2 FUNKCIJA EMBALAŽE

Poznamo več različnih funkcij embalaže, ki jo uporabljamo v današnjem času, vse funkcije pa so med seboj povezane in prav zaradi tega tako učinkovite (Waste Management World [online], 2023).

Zaščitna funkcija embalaže pomeni, da embalaža varuje izdelek pred mehanskimi, kemičnimi, mikrobiološkimi in atmosferskimi vplivi od njegovega nastanka pa vse do uporabe oziroma včasih tudi med uporabo, hkrati pa varuje naravno okolje pred pakirano vsebino tako, da omogoča varno ravnanje z nevarnimi snovmi (Waste Management World [online], 2023).

Distribucijska funkcija embalaže je pogoj za regionalizacijo prostora pri uskladiščenju in transportiranju. S svojo obliko, dimenzijami, količino pakiranega blaga, s svojimi značilnostmi ter informacijami mora embalaža omogočati enostavnejši in varnejši prevoz ter skladiščenje. Pri tem imajo še posebej pomembno vlogo oblika in dimenzije transportne embalaže (Waste Management World [online], 2023).

Identifikacijsko funkcijo opravlja embalaža s pomočjo značilnih oblik, dimenzij, izbranih materialov in drugih komunikacijskih elementov, kot so ime izdelka, naziv proizvajalca, zaščiteni znak, ilustracije, besedilo in barvne kombinacije, ki se nahajajo na njeni površini. Embalaža je namreč eno najpomembnejših sredstev, ki jih ima na voljo proizvajalec za gradnjo in hranjenje blagovne znamke (Waste Management World [online], 2023).

Informacijska funkcija embalaže postane pomembna, ko dospe pakirani izdelek na trg. Informacijska funkcija je dejansko komunikacijska funkcija, saj vsebuje informacijo o pakiranem izdelku in navodila za uporabo (Waste Management World [online], 2023).

Prodajna funkcija embalaže na eni strani racionalizira proces prodaje, na drugi strani pa spodbuja k nakupu. Je izredno pomembna, saj končni kupec mnogokrat enači izdelek z njegovo zunanjo opremo. V ta namen mora biti embalaža vizualno privlačna in oblikovana tako, da pritegne kupčevo pozornost (Waste Management World [online], 2023).

Tehnološka funkcija pomeni zahtevo po embalaži, ki omogoča, da se operacije pakiranja navezujejo neposredno in usklajeno na proizvodnjo. Polnilci embalaž pričakujejo, da bodo embalažni materiali enostavni za oblikovanje in da bo embalaža omogočala čim enostavnejše polnjenje s proizvodom (Waste Management World [online], 2023).

Funkcija praktičnosti embalaže omogoča poenostavljeno ravnanje z izdelkom, to je enostavno zlaganje, hranjenje, odpiranje, zapiranje, razdeljevanje vsebine ipd. Končnemu porabniku blaga mora omogočiti ter olajšati njegovo učinkovito uporabo in mu pri tem dati občutek zadovoljstva (Waste Management World [online], 2023).

Okoljska funkcija pomeni, da embalaža med proizvodnjo in po uporabi čim manj obremenjuje okolje. Da bi embalaža temu zadostila, mora biti že vnaprej ustrezno oblikovana. Okoljsko funkcijo lahko najustrezneje uresničujemo z zniževanjem porabe materiala, energije in emisij na enoto embalaže, z možnostjo ponovne uporabe oziroma reciklaže in z uporabo okoljskih oznak na površini embalaže (Waste Management World [online], 2023).

Funkcija ekonomičnosti pomeni, da embalaža opravlja vse druge funkcije čim bolj racionalno, to je ob najnižjih stroških. Tej funkciji bo zadoščeno, če bodo tudi nabava embalaže, skladiščenje, manipuliranje in uporaba pakiranega blaga ter druge dejavnosti, vezane na embalažo, zmerne glede na stroške, ki pri tem nastajajo, merjeno glede na prodajno uspešnost embalaže (Waste Management World [online], 2023).

4.3 STROŠKI EMBALAŽE IN PAKIRANJA

Embalaža predstavlja strošek za podjetje, toda strošek škode zaradi nezadostnega pakiranja je lahko bistveno večji. Kot vsak drug strošek morajo tudi stroški pakiranja kasneje prinesiti ekonomsko korist (nepoškodovan oz. nepokvarjen izdelek) (Radonjič, 2008, 35).

Stroški embalaže na enoto izdelka, izraženi v odstotnem deležu prodajne cene, se spreminjajo v širokem razponu, in sicer od 1 % do 40 %. Dopustna višina stroškov pakiranja je odvisna od občutljivosti in vrednosti blaga. Posledice cenejšega, toda neustreznega pakiranja, so lahko kakovostne in količinske izgube uporabne vrednosti pakiranega blaga (prav tam).

Za povsem nov izdelek s pripadajočo embalažo, ki prihaja na trg, je včasih smiselno predimenzionirati embalažo in tako zares zagotoviti varnost. Zaščito blaga lahko izvedemo tudi tako, da se za vsako vrsto blaga posebej izbere takšna embalaža, katere jakost zaščite je usklajena z občutljivostjo na zunanje vplive za vsako skupino blaga posebej. Obstaja pa še druga možnost. Embalaža, katere jakost zaščite je prilagojena najbolj občutljivi skupini blaga, se lahko uporabi za pakiranje tudi drugih skupin proizvoda. Takšna embalaža bo sicer s tehniškega stališča za manj občutljivo blago predimenzionirana. Ali je takšna embalaža ugodnejša tudi z ekonomskega vidika v primerjavi z embalažami, izbranimi posebej za vse

vrste različnega blaga, pa je odvisno od degresije stroškov proizvodnje embalaže glede na obseg njene proizvodnje (Radonjič, 2008, 35).

Ob poškodbah izdelkov je potrebno upoštevati še stroške za izdelavo embalaže in pakiranja blaga, stroške distribucije, transportne stroške vračanja blaga, izgubljen dohodek in tudi stroške za popravljanje izgubljenega ugleda na trgu. V nekaterih primerih so tudi višji stroški za embalažo opravičljivi, in sicer: kadar z intenzivnejšim pakiranjem dosežemo nižje distribucijske stroške, kadar je odločilen videz embalaže za pospeševanje prodaje, kadar to zahteva izvoz blaga (Radonjič, 2008, 37).

4.4 EMBALAŽNI MATERIALI

Ali bo določena embalaža lahko varovala pakirano blago pri transportu, skladiščenju in uporabi, je v največji meri odvisno od pravilnega izbora embalažnega materiala. Ločimo osnovne in pomožne embalažne materiale (Recikel [online], 2023).

4.4.1 Steklina embalaža

Steklo je eden od najstarejših embalažnih materialov. Najpomembnejša odlika stekla je njegova odlična kemična obstojnost, zaradi česar je za mnoge kemijsko aktivne izdelke najbolj primerno. Ob tem ima tudi zelo dobre zaporne in optične lastnosti. Steklino embalažo lahko proizvedejo v različnih barvnih odtenkih, kar je pomembno za izdelke, ki jim škoduje neposredno izpostavljanje svetlobi. Za vzpostavitev sistema vračljive embalaže so steklenice še vedno odlična izbira. Slabosti stekla so njegova visoka masa, lomljivost oziroma krhkost ter posledično nevarnost razlitja ali razsutja vsebine. Poleg tega steklene embalaže ni mogoče oblikovati kar v okviru postopka pakiranja, kot je to mogoče pri nekaterih drugih embalažnih materialih. To ponovno povzroča večje stroške zaradi skladiščenja. Mnogo razvojnih aktivnosti je bilo namenjenih proizvodnji lahke oziroma tanke steklene embalaže in doseženi so bili pomembni uspehi, saj se je masa steklenic v preteklih desetletjih ves čas zniževala. Kakovost steklene embalaže izboljšujejo tudi s postopki površinske obdelave (Recikel [online], 2023b).

4.4.2 Papirna in kartonska embalaža

Papir je ploščat, porozen material, sestavljen pretežno iz prepletenih vlaken rastlinskega izvora. Osnovni surovinski vir za papir je les, ki je prav tako sestavljen iz vlaknin, vendar je les neprožen, vlakna pa so tesno strnjena in večinoma strogo paralelno uravnana. Kakovost vlaken je odvisna od vrste in kakovosti lesa. Z mešanjem velikega števila posameznih vlaken iz velikega števila dreves uspejo proizvajati vedno enako kakovost papirja (Recikel [online], 2023c).

Papir je zaradi svojih fizikalno-kemijskih lastnosti primeren embalažni material le za določene vrste blaga. Tehnološki razvoj na tem področju je omogočil, da se je krog uporabe vse bolj širil. Pomembno področje uporabe papirnih oziroma kartonskih materialov je postalo kombiniranje z drugimi materiali, kot sta plastika in aluminij. S takšnimi postopki so papirju in kartonu izboljšali določene lastnosti, kot so vodo odbojnost, neprepustnost za maščobe, povišana trdnost itn. Gospodarnost papirne in kartonske embalaže se dodatno kaže v tem, da je mogoče takšno embalažo zloženo uskladiščevati in prevažati, da ima nizko maso in da je možno kartonsko embalažo tudi vračati v ponovno uporabo. Po izločitvi iz uporabnosti pa jo je mogoče kot polnovredno sekundarno surovino reciklirati, čeprav ta lastnost nikakor ni lastna le kartonski embalaži (Recikel [online], 2023c).

4.4.2.1 Papirnata embalaža

Papir oziroma izdelki iz papirja so najbolj uporabljeni embalažni materiali. Uporabljajo se za prodajno in za skupinsko ter transportno embalažo. Najpogostejše oblike papirne in kartonske embalaže so vrečke, vreče, škatle, posode valjastih oblik, bobni, uporabljajo pa se tudi kot pomožni embalažni material za blazinjenje (Recikel [online], 2023c).

4.4.2.2 Valoviti karton

Valoviti karton ima med embalažnimi materiali na osnovi papirja oziroma celuloze največji pomen. Je embalažni material, ki je sestavljen iz več zlepljenih plasti ravnega in valovitega

papirja oziroma kartona. Valovit karton je cenjen embalažni material predvsem zaradi svojih zelo dobrih mehanskih lastnosti glede na svojo uporabnost in ceno (Radonjič, 2008, 46).

4.4.3 Kovinska embalaža

Med kovinsko embalažo uvrščamo jekleno in aluminijasto embalažo. Ima zelo dobre mehanske lastnosti ter visoko toplotno prevodnost, to pa je pomembna lastnost pri hitri sterilizaciji živil oziroma pri hitrem ohlajevanju. Iz kovinske embalaže proizvajajo različne oblike embalažnih izdelkov, kot so sodi, pločevinke, tube, ročke, pokrovčki ter folije. Aluminij se uporablja tudi za številne kombinacije z drugimi embalažnimi materiali. Težko kovinsko embalažo uporabljajo predvsem za pakiranje surovin in izdelkov kemične industrije (vnetljivih in občutljivih za oksidacijo ter vlago) (Recikel [online], 2023č).

Poseben primer kovinske embalaže predstavljajo jeklenke, v katerih je po navadi zrak pod tlakom. Kovinsko embalažo marsikdaj še dodatno površinsko zaščitijo z nanosom posebnega laka. To je pomembno, ker se embalaža uporablja v postopkih pasterizacije in sterilizacije. S takšno obdelavo dodatno zaščitijo vsebino pred zunanjimi vplivi ter izboljšajo zgradbo proizvoda. Z lakiranjem zmanjšajo tudi občutljivost površine na mehanske poškodbe (Recikel [online], 2023č).

4.4.4 Plastična embalaža

Plastična embalaža zajema specifično skupino sintetičnih polimernih materialov, torej materialov na osnovi polimerov. Polimeri so snovi, ki jih lahko definiramo kot velike molekule (makromolekule), sestavljene iz ponavljajočih se strukturnih enot (polimerov) (Recikel [online], 2023d).

Današnji tržno pomembni sintetični polimeri nastajajo s sintezo velikega števila manjših molekul (monomerov) v makromolekule (polimere). Tako polimer polietilen proizvajajo iz plina etena oziroma etilena, polipropilen pa iz propana oziroma propilena. Sinteze polimerov je možno izvajati prav tako z dvema ali več različnimi monomeri. Najobsežnejšo skupino polimernih materialov predstavljajo polimerni plastični materiali, imenovani plastika (Recikel [online], 2023d).

4.4.5 Lesena embalaža

Lesena embalaža je ena od najstarejših odkritih embalaž, ki se uporablja že od samega začetka štetja let. Lastnosti lesene embalaže so v veliki meri odvisne od vrste drevesa oziroma lesa, iz katerega je narejena. Najpomembnejše lastnosti so upogibna trdnost in žilavost ter trdnost spojev. Pomembna operacija pri proizvodnji kakovostne lesene embalaže je sušenje. Les mora biti dobro posušen, saj se v nasprotnem primeru krči ali zvija, ima nižjo togost, lahko pa se razvijajo tudi mikroorganizmi. Zaradi prodora valovitega kartona, pa tudi plastične embalaže, se je lesu kot embalažnemu materialu precej zmanjšal njegov tržni delež (Recikel [online], 2023e).

Danes se uporablja za pakiranje večjih naprav in strojev, za prekomorsko embalažo (zaboji), za palete, zaboje za sadje in zelenjavo, za opore in ogrodja (npr. transport bele tehnike), pa tudi za luksuzno darilno embalažo. Lesena embalaža je pomembna tudi z ekonomskega vidika, saj je večina lesene embalaže, ki ni lakirana ali ji ni dodana umetna masa, primerna za recikliranje oz. ponovno uporabo (Recikel [online], 2023e).

4.4.6 Tekstilna embalaža

Tekstilni materiali so prav tako eni izmed najstarejših embalažnih materialov, vendar je zaradi razvoja novejših materialov njihova uporabnost v znatni meri upadla, zato je delež tekstilne embalaže med embalažnimi materiali majhen, izbor tekstilne embalaže pa zelo omejen. Za izdelavo tekstilne embalaže uporabljajo različne tkanine iz naravnih in sintetičnih vlaken, ki jih nato s pomočjo različnih pripomočkov sešijemo skupaj (Radonjič, 2008, 69).

Tekstilne vreče imajo praviloma višjo trdnost kot papirnate, zato jih za določeno blago še vedno uporabljajo pogosteje kot papirnate (Radonjič, 2008, 69).

4.4.7 Tiskarske barve in ostali pomožni materiali

Tiskarske barve in ostali pomožni materiali vsebujejo veziva, barvila oziroma pigmente, topila in dodatke. Pomožni embalažni izdelki predstavljajo sestavne dele embalaže. Mednje uvrščamo zamaške in druga zapirala, etikete, sredstva za blazinjenje, spajanje, vezavo itn. (Recikel [online], 2023).

Sredstva za mehansko spajanje in vezavo so zelo raznovrstna in odvisna od vrste ter oblike embalažnega izdelka. Pri tem so postali nenadomestljivi samolepilni trakovi. Za zapiranje in povezovanje v ovoje ter učvrstitev več embalažnih enot uporabljajo tudi jeklene ali plastične trakove, vrvi ter žice (Recikel [online], 2023).

Da bi zavarovali blago pred poškodbami, jih dodatno zaščitijo z blazinjenjem. V ta namen uporabljajo penjeni polistiren (stiropor), valoviti karton, slamo ali žagovino (Recikel [online], 2023).

5 EMBALAŽA IN OKOLJE

Embalaža ima pomembno vlogo pri ohranjanju, zaščiti in transportu blaga. Pomembno pa je upoštevati tudi vpliv embalaže na naravo. Uporaba embalažnih materialov, zlasti tistih, ki niso biološko razgradljivi, lahko ima škodljive vplive na okolje (United States Environmental Protection Agency [online], 2023).

Eden glavnih pomislekov v zvezi z embalažo je njen prispevek k odpadkom. Po podatkih iz agencije za varstvo okolja (EPA) predstavljajo embalažni materiali pomemben delež trdnih komunalnih odpadkov. Ti odpadki lahko končajo na odlagališčih, kjer lahko traja več let, da se razgradijo, kar prispeva k onesnaževanju in emisijam toplogrednih plinov (United States Environmental Protection Agency [online], 2023).

Druga težava pri embalaži je njen vpliv na divje živali. Nepravilno odložena embalaža lahko konča v oceanih in drugih vodnih telesih, kjer lahko škoduje morskemu življenju. Živali lahko plastično embalažo zamenjajo za hrano in jo zaužijejo, kar povzroči poškodbe in pri dolgoročnem uživanju tudi smrt (United States Environmental Protection Agency [online], 2023).

V zadnjih letih se krepi zavedanje o potrebi po trajnostnih embalažnih rešitvah. Mnoga podjetja zdaj raziskujejo alternativne materiale, kot so biološko razgradljiva plastika ter materiali na osnovi papirja in vlaken rastlinskega izvora. Ti materiali so zasnovani tako, da se v okolju hitreje razgradijo, kar zmanjša njihov vpliv na naravo (United States Environmental Protection Agency [online], 2023).

Poleg tega obstajajo prizadevanja za zmanjšanje količine uporabljene embalaže na splošno. To vključuje različne pobude, med drugim tudi lahko teže, ki vključuje uporabo tanjših in lažjih materialov za doseganje enake ravni zaščite (United States Environmental Protection Agency [online], 2023).

Pomembno dejstvo je tudi to, da je embalaža bistvenega pomena za zaščito blaga med prevozom in skladiščenjem, prav tako pa ni mogoče prezreti tudi njenega vpliva na naravo. Za posameznike in podjetja je pomembno, da razmislijo o trajnostnih embalažnih rešitvah in zmanjšajo skupno uporabo embalažnih materialov (United States Environmental Protection Agency [online], 2023).

5.1 VEČPLASTNOST OKOLJSKE PROBLEMATIKE EMBALAŽE

Embalaža spada v materialno intenzivno področje, zato se pojavlja pri obremenjevanju narave kot pomemben dejavnik. Pojavlja se tako med industrijskimi kot komunalnimi odpadki (United States Environmental Protection Agency [online], 2023).

Okoljske probleme na področju embalaže lahko strnemo v štiri osnovna in medsebojno soodvisna področja (prav tam):

- izčrpavanje naravnih virov,
- vplivi na okolje pri proizvodnji embalažnih materialov in embalažnih izdelkov, pri pakiranju ter transportu,
- vsebnost in migracija toksičnih snovi in
- odpadna embalaža in ravnanje z njo.

Vsako področje je zelo pomembno za varovanje narave in biodiverzitete, ki uspeva in prebiva na tistem področju (United States Environmental Protection Agency [online], 2023).

5.1.1 Vplivi na okolje zaradi proizvodnje embalaže

Embalažo je potrebno izdelati oziroma oblikovati s pomočjo tehnoloških procesov. Pri tem nastajajo najrazličnejši vplivi na okolje, odvisno od vrste osnovnih in pomožnih embalažnih materialov, stopnje tehnološkega razvoja opreme in obsega proizvodnje. Prav tako se za materialno proizvodnjo ter proizvodnjo potrebne energije trošijo primarni surovinski viri. V tem primeru sama embalaža okolja fizično ne onesnažuje (razen v obliki industrijskih ostankov zaradi pojavljanja napak pri proizvodnji). Nepravilno pakiranje embalaže in nepravilno ravnanje z embalažo pa lahko privede do onesnaževanja narave zaradi človekove malomarnosti ter slabega ozaveščanja ravnanja z odpadno embalažo (Eco & Beyond [online], 2023).

5.1.2 Problematika odpadne embalaže

Količina odpadne embalaže se povečuje in predstavlja vse resnejši problem za gospodarstvo ter bivalno okolje. V okviru obsežnega področja gospodarjenja z odpadki zavzema problematika ravnanja z embalažo in odpadno embalažo posebno mesto. Ker so embalirani izdelki namenjeni predvsem končnim porabnikom, se odpadna embalaža pojavlja predvsem med komunalnimi trdnimi odpadki, ki predstavljajo problem v urbanih okoljih (Eco & Beyond [online], 2023).

Mnogo bolj zapleten problem kot predelava odpadne embalaže, ki se marsikdaj v preveliki meri pojmuje kot ključ pri reševanju problematike odpadne embalaže, je preventivni pristop. Da bi bili takšni preventivni pristopi uspešni, morajo zajemati oceno celotnega okoljskega življenjskega cikla embalaže, od pridobivanja primarnih surovin za osnovne in energijske procese, distribucijo ter ravnanje z odpadki kot enotno oz. skupno fazo v življenjskem ciklu (Eco & Beyond [online], 2023).

Problem vse večje količine odpadne embalaže ima svoj izvor dejansko v vse intenzivnejšem in brezglavem porabništvu. Je njegova vidna posledica in ne vzrok. Porabnik – in ne embalaža – je tudi krivec za njeno odmetavanje v širšem okolju. Embalaža ni dana na trg zato, da bi jo po uporabi odvrkli kjerkoli, zato onesnaževanje okolja z odmetavanjem embalaže dejansko ni tehnološki, temveč sociološki oziroma kulturno-etični problem. Resnične spremembe pri zmanjševanju količin embalaže, dane na trg, se lahko dosega ne le s spremembami pri proizvodnji, ampak tudi s spremenjenimi potrošniškimi vzorci ter z optimalno distribucijo blaga (Eco & Beyond [online], 2023).

5.1.3 Vpliv škodljivih snovi

Poleg neposrednih in posrednih vplivov embalaže na okolje lahko embalaža vpliva tudi na zdravje porabnikov. Embalaža, ki prihaja v neposreden stik z živili in drugimi predmeti splošne rabe, mora biti izdelana iz materialov, ki ne vplivajo škodljivo na organoleptične, kemijske in fizikalne lastnosti blaga. Prav tako ne sme vsebovati ali oddajati snovi, ki so škodljive za zdravje oziroma jih lahko vsebuje v predpisanih količinah. Embalaža lahko vsebuje zdravju in okolju nevarne snovi v osnovnem embalažnem materialu ali pa v pomožnem embalažnem materialu kot posledico grafične obdelave in tiska. Zaradi

prehajanja različnih snovi, ki so sestavine ali kontaminanti embalaže, lahko le-te prehajajo iz embalaže v živila. Še posebej je to zaskrbljujoče v primeru embalaže za hrano in pijačo, pa tudi v farmacevtskem sektorju (Eco & Beyond [online], 2023).

Specifičen problem predstavlja embalaža, proizvedena na osnovi nanotehnologije. Pri stiku živil z embalažo, ki vsebuje nanosenzorje ali kakršne koli druge nanodelce, namreč obstaja potencialna nevarnost za njihov vnos v telo skupaj s hrano. Ta problematika formalno spada na področje zdravstvenega varstva, ne varstva okolja, vendar gre za medsebojno povezani področji. Nove metode ocenjevanja vplivov embalaže na okolje zato tudi že vključujejo kategorije, kot so toksičnost ali kancerogenost ter druge okoljske kategorije vplivov na okolje (učinek tople grede, razgradnja ozonskega sloja, kisli dež ipd.). Tudi sodobne metode oblikovanja okolju primernejših izdelkov (t. i. ekodizajn) upoštevajo uporabo oziroma vsebnost toksičnih ali drugače škodljivih snovi že v fazi razvoja (Eco & Beyond [online], 2023).

5.1.4 Vpliv in vloga uporabnika

Embalaža po krajšem ali daljšem času (odvisno od aplikacije in vrste embaliranega blaga) postane odpadek, ki fizično obremeni okolje. Vzrok za nastanek takšnega odpadka je v odločitvi porabnika za nakup embaliranega izdelka za zadovoljitev lastnih potreb (Radonjič, 2008, 107).

Porabnik je v sistem embalaže vključen na dva načina. Ob nakupu in uporabi se zaključi dobavna veriga, s tem pa se tudi izpostavi namen obstoja izdelka. Porabnik pri tem predstavlja (oziroma naj bi predstavljal) tudi prvo stopnjo v sistemu zbiranja odpadne embalaže za predelavo (prav tam).

Embalaža se proizvaja in uporablja izključno zaradi drugih izdelkov oziroma blaga na trgu. Če predstavlja odpadna embalaža iz laminata za mleko ali sok okoljski problem, je nastali odpadek posledica porabe mleka ali sokov oziroma eden od vidnih indikatorjev porabe pijač, in ne obratno. Zaradi tega je okoljsko problematiko embalaže neprimerno obravnavati povsem ločeno od embaliranih izdelkov. Naj si to priznamo ali ne, je embalaža le ogledalo naše porabniške družbe in s tem povezanimi razvadami (prav tam).

Njen obstoj je za uporabnika samoumeven, vendar se odnos do embalaže spremeni kmalu zatem, ko je pakiran izdelek porabljen. Takrat postane embalaža problem, ki se ga uporabnik skuša čim prej znebiti in nanj pozabiti (prav tam).

5.1.5 Embalaža kot preprečevalka še večjega onesnaževanja okolja

Ob neposrednih okoljskih problemih, ki jih povzroča odpadna embalaža, največkrat pozabljamo tudi na pozitivne lastnosti sodobne embalaže v povezavi z okoljem. Namreč sodobna in ustrezno oblikovana embalaža, ki opravlja svojo ključno funkcijo, to je funkcijo zaščite izdelkov, omogoča, da se le-ti ne poškodujejo. S tem podaljšuje njihov rok trajanja, to pa posledično pomeni zmanjševanje količin odpadkov. Sodobna embalaža lahko vpliva na manjšo porabo goriva pri distribuciji oziroma transportu blaga. Embalaža tudi varuje okolje in zdravje pred nevarnimi (toksičnimi, gorljivimi, eksplozivnimi) snovmi. Zagotavlja boljše higienske pogoje, ohranja hranilno vrednost živil in pripomore k manjši uporabi konzervansov. Seveda za obstoj takšnih snovi na trgu ni kriva embalaža oziroma embalažna industrija (Radonjič, 2008, 108).

Embalaža varuje v povprečju desetkrat večjo maso hrane, kot je masa pripadajoče embalaže. Zaradi sodobne embalaže se v dobavnih verigah razvitejših držav pokvari od 2 % do 3 % hrane v primerjavi s približno 50 % v državah tretjega sveta. Zato je vloga embalaže pri preprečevanju nastajanja velikih količin odpadne hrane neprecenljiva (prav tam).

5.2 EMBALAŽA IN SUROVINSKI VIRI

Za proizvodnjo katerega koli izdelka (tudi embalaže) brezpogojno potrebujemo surovinske vire. S pojmom surovinski viri (surovine) pri tej obravnavi razumemo materialne dobrine, ki jih pridobivamo iz narave in so definirani kot primarni surovinski viri. Surovinski viri so temelj vsakršne industrijske proizvodnje in enako velja za področje embalaže (Radonjič, 2008, 131).

Za različne embalažne materiale uporabljamo različne surovinske vire, ki se med seboj razlikujejo ne le po različnih tehnoloških postopkih pridobivanja in predelave, temveč tudi glede njihove razpoložljivosti in dostopnosti v naravnem okolju (prav tam).

Reciklaža postaja eden od najprimernejših načinov za varčevanje s primarnimi surovinskimi viri tudi na področju embalaže (Radonjič, 2008, 131).

5.2.1 Zmanjševanje mase embalaže

Zmanjševanje mase embalažnih izdelkov predstavlja logično razvojno vizijo in usmeritev proizvajalcev. Primarni razlog takšnih inovativnih rešitev nikakor ni le v ostrejši naravovarstveni zakonodaji, ampak obstaja za to tudi pomemben ekonomski interes, ki se zrcali v zniževanju materialnih stroškov (Radonjič, 2008, 131).

Z uporabo lažjih materialov za prodajno embalažo je že pri proizvodnji možno zmanjšati letne emisije CO₂ za 9 %, z nadomeščanjem ustrežnejših materialov do 10 %, z uvedbo novih proizvodnih ter pakirnih tehnologij pa tudi do 50 % vseh emisij CO₂. Pri transportni embalaži pa se tako z dematerializacijo kot z nadomeščanjem lahko zmanjša količina emitiranega CO₂ vse do 12 % (Radonjič, 2008, 133).

Zniževanje mase embalaže je pogosto mogoče doseči z nadomeščanjem materialov. Poteka lahko tako, da material z višjo gostoto nadomeščamo s tistim, ki ima nižjo. Tako lahko na primer jekleno pločevino nadomesti lažja aluminijasta embalaža, medtem ko je kovinske materiale možno nadomestiti s še lažjimi polimernimi plastičnimi materiali. Razumljivo je, da so te spremembe možne le tedaj, ko nadomestni materiali izpolnjujejo vse funkcije embalaže, ki jih zahtevajo pakirani izdelki, oziroma jih presegajo (Radonjič, 2008, 133).

Nekatere analize v razvitih državah Evropske unije kažejo, da so na področju zniževanja mase embalažnih izdelkov še možne pomembne izboljšave, in sicer glede prodajne in transportne embalaže. Zniževanje mase embalažnih izdelkov je posledica razvoja novih materialov z izboljšanimi lastnostmi, večkrat pa je še pomembnejši razvoj tehnologij. Razvoj tehnoloških procesov je, podobno kot v drugih sektorjih, ključen ne le za višanje produktivnosti, zniževanje proizvodnih stroškov ter doseganje splošne kakovosti izdelkov, ampak tudi za zmanjševanje porabe količin materialov na enoto izdelka (Radonjič, 2008, 138).

Zniževanje mase embalažnih izdelkov ima zraven neposrednega varčevanja s primarnimi surovinskimi viri še dodatne posredne pozitivne učinke. Eden takšnih je učinek pri transportu embaliranega blaga. Na primer z običajnim transportnim sredstvom prepeljemo 93 % mase

pijače in le 7 % mase plastenk iz PET v primerjavi z isto količino pijače, pakirane v steklenice, saj steklenice predstavljajo kar 43 % mase tovrstnega transportiranega blaga (Radonjič, 2008, 138).

Toda z zniževanjem mase embalaže se njena kakovost nikakor ne sme zniževati. Čeprav je tehnično še možno zniževati maso embalaže, se je potrebno vprašati, kako dolgo je smiselno zniževati debelino plastične škatlice ali folije za živila v primerih, ko je njihova masa le nekaj gramov. S tem bi se namreč povečalo tveganje pokvarljivosti nekaj 100 g pakiranega živila, za katerega je bilo porabljenih bistveno več primarnih snovnih in energijskih virov. Ob tem predstavlja embalaža največkrat manj kot 10 % cene celotnega izdelka na trgu (Radonjič, 2008, 141).

Čeprav tanjša prodajna embalaža načeloma lahko ustrezno varuje pakirano blago, je potrebno nujno upoštevati tudi to, kaj se bo z njo dogajalo v celotni dobavni verigi blaga in kakšnim vplivom bo tam izpostavljena. Zaradi lažje prodajne embalaže se lahko torej pojavi potreba po debelejši skupinski in/ali transportni embalaži. Odločitev o zniževanju mase embalažnih materialov naj temelji na osnovi natančnih okoljskih in ekonomskih analiz. Dematerializacija embalaže se tako ne sme izvajati na račun izgube zaščitne funkcije embalaže. Za posamezni embalažni izdelek zato obstaja nekakšen najnižji celostni vpliv na okolje pri določeni masi oziroma debelini (prav tam).

5.3 EMBALAŽA IN ENERGIJA

Na obremenjevanje okolja pomembno vplivata proizvodnja in raba energije. Pri tem gre predvsem za onesnaževanje zraka, vode in tal s številnimi škodljivimi snovmi v plinasti, tekoči in trdni obliki ter za odpadno toploto s sevanjem. Emisije škodljivih snovi, ki se razlikujejo po sestavi, po agregatnem stanju in po stopnji škodljivosti, so plini (CO, CO₂, NO_x, C_xH_y, NH₃, klorove in fluorove spojine itn.), trdni delci in aerosoli. Veliko okoljskih problemov, povzročenih z onesnaževanjem zraka, je vezanih na proizvodnjo energije iz fosilnih goriv. Zato je smiselno ocenjevati ekološko primernost materialov in izdelkov v povezavi s porabo energije za njihovo proizvodnjo. Energijo je potrebno proizvajati, pri čemer se v veliki meri uporabljajo primarni surovinski viri. Poraba energije na enoto

embalažnega izdelka prispeva pomemben delež k njegovi ekološki primernosti (Energy Central [online], 2023).

Uporabnik zaznava le tisto energijo, ki jo potrebuje neposredno za zadovoljevanje svojih energijskih potreb, kot so ogrevanje, razsvetljava, delovanje gospodinjskih aparatov, vožnja ipd. Nima pa predstave o tem, koliko energije je potrebne za proizvodnjo določenega industrijskega izdelka. Pri tem gre za večstopenjski proces, to je za serijo posameznih stopenj izdelave, od katerih vsaka potrebuje energijo in se na različnih področjih odraža v energijski bilanci. Omenjeni vidiki pa velikokrat niso zadostno upoštevani pri samem ustvarjanju in načrtovanju izdelkov, to pa posledično preprečuje učinkovito izrabo energije v različnih fazah reprodukcijskega procesa izdelka: od surovine preko polizdelkov do izdelkov in končno še njihovo odstranjevanje po uporabi. Skupna poraba energije, tako imenovana kumulirana poraba, je tista energija, ki je v celotnem reprodukcijskem procesu potrebna na enoto nekega izdelka. Hkrati je potrebno upoštevati še energijo, uporabljeno za transport. Različne oblike končne energije so pri tem preračunane na primarno energijo (Energy Central [online], 2023).

Poraba energije je odvisna od vrste embalažnega materiala. Skupna poraba energije se zmanjšuje pri uporabi sekundarnih surovin, to je pri reciklaži embalažnih materialov. Vidik racionalne rabe energije postaja eden ključnih dejavnikov, zaradi katerih se podjetja pri proizvodnji odločajo za vse večjo uporabo reciklirane embalaže. Izhodišča za natančnejšo presojo skupne porabe energije se v celoti pokažejo šele pri analizi celotne dobavne verige, katere pomemben člen je prav embalaža (Energy Central [online], 2023).

5.4 VPLIVI EMBALAŽE NA OKOLJE V DOBAVNI VERIGI BLAGA

Dobavna veriga predstavlja mrežo zvez in distribucijskih možnosti, ki opravljajo funkcije nabave materialov, njihovega preoblikovanja v vmesne in končne izdelke ter distribucijo končnih izdelkov kupcem. V vsakem primeru gre pri dobavni verigi za skupino medsebojno povezanih podjetij, katerih skupni namen je čim boljša oskrba končnih porabnikov (Energy Central [online], 2023).

Med udeležence v dobavni verigi uvrščamo (prav tam):

- dobavitelje (proizvajalci oziroma uvozniki) embaliranega blaga,

- uporabnike (trgovina na debelo, trgovina na drobno, večje ustanove in gostinski obrati) in
- končne (individualne) uporabnike.

Embalaža se znotraj dobavne verige in na trgu pojavlja izključno kot posledica dajanja embaliranih izdelkov na trg. Vplivi na okolje se pojavljajo znotraj celotne dobavne verige. Za optimiziranje okoljskih učinkov embalaže v dobavnih verigah je torej ključno preučiti celoten sistem, ki vključuje tudi celotno proizvodno verigo ter spreminjajoče zahteve in navade sodobnih porabnikov. Embalažni podsistem (izbor materiala in tehnologije) ne sme biti preučevan in optimiziran izven celotnega sistema, znotraj katerega opravlja embalaža svoje funkcije. Optimalna realizacija embalažnih funkcij je odvisna od vseh pogojev znotraj takšnega sistema (Energy Central [online], 2023).



Slika 1: Odpadki v naravi, ki so se kopičili več let

Vir: <https://geographyeducation.org/articles/6813-2/> (2. 6. 2023)

5.5 MOŽNOSTI RAVNANJA Z ODPADNO EMBALAŽO

Odpadki nastajajo na več ravneh toka materiala – v proizvodnji embalažnih materialov in v njihovi predelavi v embalažo, pri pakiranju ter po uporabi embalaže. Kot predelavo odpadne embalaže razumemo uporabo različnih tehnoloških postopkov oziroma procesov za ponovno

izkoriščanje njene materialne in/ali energijske vrednosti. Odpadna embalaža je namreč pomemben vir kakovostnih sekundarnih surovin (Radonjič, 2008, 185).

V ta namen obstajajo različni načini predelave odpadne embalaže, ki se uporabljajo glede na vrsto embalažnega materiala ali glede na heterogenost odpadkov. Med embalažnimi materiali obstaja vrsta razlik glede sestave in posledično različnih fizikalnih ter mehanskih lastnosti, kar ima za posledico tudi različne lastnosti pri njihovi ponovni predelavi. Za nekatere vrste embalažnih materialov je možno celo večkratno vračanje v krožne tokove (prav tam).

Za tokove predelave odpadne embalaže obstajajo naslednji osnovni tehnološki načini predelave (prav tam):

- mehanska reciklaža,
- kemijska reciklaža,
- kompostiranje odpadkov (lesa in papirja),
- sežig odpadkov in
- deponiranje odpadkov.

Predelava odpadne embalaže ima v primerjavi z drugimi vrstami odpadkov seveda svoje specifične. Izkušnje več držav učijo, da je v širšem merilu redkokdaj uspešna uporaba le ene izmed njih. Problematika ravnanja z odpadno embalažo se mora reševati v sklopu integralnega ravnanja oziroma gospodarjenja z odpadki (prav tam).

Za tehnološko in ekonomsko učinkovito predelavo morajo biti v prvi vrsti vzpostavljeni tudi učinkoviti sistemi zbiranja, ločevanja in transporta odpadkov, za postopke predelave pa uporabljene sodobne in okolju prijazne tehnologije. Obstaja veliko različnih tehnoloških postopkov za predelavo odpadne embalaže (prav tam).

5.6 RECIKLAŽA ODPADNE EMBALAŽE

Reciklaža odpadne embalaže pomeni postopke predelave odpadne embalaže v material za izdelavo nove embalaže ali za druge namene, vključno z organskim recikliranjem odpadne embalaže (Radonjič, 2008, 189).

V marsikateri državi je reciklaža odpadne embalaže postala pomembna gospodarska panoga, ob naraščajočih cenah primarnih surovin na svetovnih trgih pa bo nedvomno še pridobila na pomenu. Na ekonomske učinke reciklaže pomembno vpliva manjša poraba primarnih surovin in energije v industrijskih panogah. Na področju reciklaže smo ves čas tudi priča razvoju novih postopkov in procesov, ki so izboljševali ter še vedno izboljšujejo učinkovitost predelave v smislu doseganja višje ravni kakovosti reciklaže ter zniževanja porabe energije in proizvodnih stroškov. Reciklažni procesi oziroma tehnološke faze in operacije, ki potekajo znotraj njih, so v veliki meri že avtomatizirane (prav tam).

Postopke reciklaže lahko na splošno delimo glede na vire nastajanja odpadkov. Procese reciklaže industrijskih odpadkov oziroma natančneje industrijskih ostankov imenujemo mikroreciklaža. Večinoma potekajo z notranjim kroženjem. To dejansko pomeni ponovno izkoriščanje industrijskih ostankov v podjetju, kar opredeljujemo kot interno reciklažo. Gre za prizadevanja po optimalnem izkoriščanju materiala in s tem po zniževanju stroškov. Za takšne industrijske ostanke je značilno, da so po svoji sestavi homogeni in razmeroma čisti ter skoncentrirani na določenih mestih v podjetju, zato je njihovo zbiranje in vračanje enostavno, transportne poti pa so kratke. Kadar podjetje nima ustreznih možnosti za predelavo ali le-ta ne bi bila racionalna, se usmerjajo ostanki v za to specializirano podjetje ali v kakšno drugo industrijsko panogo, ki jih uporablja kot vhodne surovine. To je zunanje kroženje, ki ga označujemo kot eksterno ali med industrijsko reciklažo. Povsem drugačni in mnogo bolj zapleteni so problemi reciklaže odpadkov po uporabi, ki jih označujemo kot makroreciklaža. Gre za postopke nadaljnjega izkoriščanja predvsem gospodinjskih in komunalnih odpadkov, katerih viri so zelo različni. Po sestavi so heterogeni, transportne poti so daljše, tehnološki procesi reciklaže so praviloma zahtevnejši, v mnogih primerih je potrebna tudi posebna strojna oprema. Zaradi vsega navedenega postaja čedalje pomembnejši selektivni odnos pri zbiranju odpadkov po vrstah že na samem izvoru nastajanja (prav tam).

Za reciklažo odpadne embalaže po uporabi so potrebni ustrezni organizacijski ukrepi zbiranja, prevoza in priprave, v večini primerov pa tudi zahtevnejše tehnološke rešitve. Pri tem moramo upoštevati, da so ti postopki povezani z dodatno porabo energije in da z reciklažo vedno ne moremo popolnoma povrniti lastnosti prvotno porabljenih materialov. Zato je tudi pri vseh možnih načinih zbiranja in reciklaže embalažnih odpadkov potrebno opraviti ustrezne materialne in energijske bilance. Razvoj na področju reciklaže je

nedvomno odvisen od stopnje razvitosti države, možnosti povezovanja teh postopkov z drugimi postopki, razvite okoljske zakonodaje, stroškov izvajanja teh postopkov, cen primarnih surovin in energije ter razvoja trga sekundarnih surovin (Radonjič, 2008, 189).

Postopke reciklaže, žal, nemalokrat spremljajo tehnološko-ekonomske omejitve, ki zmanjšujejo učinkovitost ter lahko posledično bistveno povišajo stroške. Veliko embalaže nikakor ni čiste, ko se zavrže. Seveda se različni embalažni materiali med seboj razlikujejo tudi po tem, kako čistost in materialna homogenost odpadne embalaže vplivata na učinkovitost reciklaže in na končne lastnosti reciklatov. V vsakem primeru pa se je potrebno zavedati različnih pomanjkljivosti (npr. pri odpadni plastični embalaži), saj lahko idealiziranje reciklaže včasih privede do neprijetnih okoljskih in ekonomskih učinkov (Radonjič, 2008, 190).

Tudi za reciklažo odpadnih izdelkov oziroma embalaže velja, da bo le-ta ekonomsko upravičena v primerih strokovnega in organiziranega zbiranja, sortiranja in transporta do obratov za predelavo in skladiščenje odpadkov. Vsak reciklažni proces, tudi interna reciklaža v podjetjih, se prične s posameznikom. Zavedanje, da je temu tako, je še toliko bolj pomembno prav pri reciklaži komunalnih odpadkov ter z njo povezane odpadne embalaže. Zato morajo posamezniki imeti ne le občutek za pomen varovanja okolja, ampak morajo biti tudi dovolj izobraženi in motivirani, da aktivno sodelujejo pri zbiranju ter ločevanju odpadkov. Dejstvo je, da se lahko z ločenim zbiranjem odpadkov (ki bi sicer končali na deponijah) na izvoru (v gospodinjstvih) ob učinkovitih postopkih ponovne predelave količina odpadkov bistveno zmanjša, teoretično tudi za polovico (prav tam).

5.6.1 Reciklaža plastične embalaže

Čeprav obstajajo za predelavo odpadne plastike različne tehnološke možnosti, so mnenja o smotrnosti njenega recikliranja že od nekdaj deljena, kljub temu da je recikliranje odpadne plastike predvsem v razvitih državah danes realnost in vedno bolj uveljavljajoča se gospodarska panoga. Medtem ko plastične odpadke, ki nastajajo v proizvodnji in predelavi, predelujejo pretežno z internim recikliranjem v industrijah samih, ostaja velika količina plastičnih odpadkov po njihovi uporabi še vedno neizkoriščena. Kljub temu v tehnološko razvitih državah z vpeljano okoljevarstveno zakonodajo beležijo zelo vzpodbudno

povečevanje količin reciklirane plastike in zniževanje stroškov predelave, ob tem pa velja poudariti, da je stanje na področju reciklaže odpadne plastike zelo različno tudi med samimi državami Evropske unije. Čeprav praviloma lahko recikliramo večino trenutno uporabljenih termoplastov, se marsikdaj njihov največji prispevek k zmanjševanju vplivov na okolje kaže prav v prihranku pri porabljenem materialu in energiji na enoto pakiranega blaga (Surovina [online], 2023).

V osnovi obstajajo tri tehnološke možnosti za predelavo odpadne plastike, ki se med seboj povsem razlikujejo, in sicer so to:

- mehanska reciklaža,
- kemijska reciklaža in
- sežiganje odpadkov (energijska reciklaža).

Kot ekološki način je potrebno omeniti tudi deponiranje, saj se bo tudi v prihodnje, žal, velik delež odpadne plastike še vedno odlagal. Obstaja pa še vrsta različnih tehnik oziroma tehnoloških rešitev znotraj vsake od treh omenjenih osnovnih tehnoloških možnosti. (Surovina [online], 2023a).



Slika 2: Različni odpadki iz plastike, pobrani iz vode

Vir: <https://www.theguardian.com/environment/2021/aug/11/welcome-to-the-plastisphere-the-synthetic-ecosystem-evolving-at-sea>, (2. 6. 2023)

Mehansko lahko recikliramo termoplaste, ki so taljivi in jih je možno regranulirati. Pri tem ne prihaja do spremembe njihove kemijske sestave. Mehanska reciklaža industrijskih

odpadkov je povezana z bistveno manj tehnološko-ekonomskimi omejitvami, saj so odpadni termoplasti v industrijskem merilu v glavnem zbrani na izvoru, so čisti ter homogeni po sestavi in barvi. Po mletju se velikokrat dodajajo k svežim materialom iste kemijske sestave (tudi do 20 %). Z reciklažo je možno predelati tako homogene odpadke kot heterogene, prav tako je možno izbrati postopke glede na vrsto odpadka in jih prilagajati lastnostim materialov. Ne glede na različne izvedbe in tehnike pa ostaja tehnološki postopek mehanske reciklaže načeloma enak (Surovina [online], 2023a).

Tehnološki razvoj na področju tehnik in tehnologij mehanske reciklaže je v zadnjih letih usmerjen predvsem v izboljševanje učinkovitosti operacij ločevanja različnih polimerov ter metod hitrega in natančnega določevanja sestave tokov odpadkov, v iskanje možnosti recikliranja heterogenih odpadkov (kompatibilizacija) in iskanje dodatkov za izboljševanje ravni kakovosti regeneratov (Surovina [online], 2023a).

Tehnološki razvoj postopkov pihanja plastične embalaže je omogočil proizvodnjo večslojnih plastenk, ki imajo zunanji in/ali notranji sloj iz svežega materiala, medtem ko je, na primer, srednji sloj iz reciklaže. Takšna tehnologija oziroma izdelava plastenk je ugodna tudi, ko je zunanji sloj zaradi marketinških razlogov treba obarvati (Surovina [online], 2023a).

Recikliran plastični material, ki je pogosto obarvan, se na ta način skriva v sredini plastenke in je zato vizualno nemoteč, medtem ko se za zunanji sloj uporabi zelena barva. Vsebnost reciklatov je v takšnih primerih lahko od 20 % do 40 %, novejša tehnologija pa bodo verjetno omogočale še višje deleže pri uporabi kakovostnega recikliranja (Surovina [online], 2023a).

Pojem kemijska reciklaža zajema postopke, s katerimi spreminjamo kemijsko strukturo predelane odpadne plastike v smislu razgradnje polimerov do monomerov, iz katerih so polimeri proizvedeni (hidroliza, solvoliza), in ki jih kasneje namenjajo za ponovne sinteze. Poleg tega sodijo sem pirolizni postopki, pri katerih nastajajo plinasti in tekoči proizvodi (zmesi ogljikovodikov), iz katerih se z različnimi petrokemičnimi postopki proizvajajo goriva ali bazni kemični proizvodi. Kemijsko recikliranje odpadne plastike zahteva specifične, praviloma drage tehnologije. Te zahtevajo stalen dotok odpadne plastike, ki mora biti v primeru proizvodnje monomerov po sestavi homogena, ob tem pa zahteva še zelo specifične porabnike takih produktov, to je obrate kemične industrije. Zato je v slovenskem prostoru zelo vprašljivo, če je uvajanje takšnih tehnologij smiselno, kar pa je odvisno predvsem od interesa odjemalcev, to je podjetij kemijske industrije (Surovina [online], 2023a).

Odpadni polimerni materiali so kot organske spojine gorljivi, zato jih je možno sežigati in proizvajati toplotno energijo. Imajo visoko kurilno vrednost, vendar lahko pri gorenju nastajajo strupeni plinasti produkti, zato je sežiganje odpadne plastike smiselno le v primeru modernih sežigalnih tehnologij skupaj z drugimi gorljivimi odpadki (prav tam).

5.6.2 Tehnološko-ekonomske omejitve reciklaže odpadne plastike

Odpadki iz termoplastov se razlikujejo po vrsti (sestavi), obliki, homogenosti, vsebnosti in vrsti nečistoč, stopnji razgradnje ter po fizikalnih lastnostih. Vsi ti dejavniki so pomembni za izbiro ustreznih tehnoloških postopkov in naprav za ponovno predelavo ter za smotrno organiziranost njihovega zbiranja in sortiranja. Vsak polimer kot tudi vsak tip posameznega polimera je bil proizveden z namenom zadovoljiti povsem specifične predelovalne in uporabne lastnosti. Na primer, tip polietilena, namenjenega za postopek vbrizgavanja, se po svojih fizikalnih lastnostih razlikuje od tistega, namenjenega pihanju, zato se temperaturna področja za predelavo bistveno razlikujejo glede na vrsto, pa tudi tip polimera. Temperatura, ki za nekatere termoplaste predstavlja šele začetek talilnega območja (npr. za PET, PA), je lahko za druge termoplaste že področje znatne toplotno-mehanske razgradnje, kar ima za posledico bistveno poslabšanje lastnosti reciklatov. Razgradnja polimernih materialov zaradi povišanih temperatur in strižnih napetosti v napravah v postopkih pretaljevanja je resen problem mehanske reciklaže odpadne plastike. Pri takšnih pogojih se polimerne verige trgajo, lahko pa potečejo tudi procesi zamreževanja. To ima praviloma za posledico poslabšanje mehanskih lastnosti in porumenitev regranulatov. Določena stopnja razgradnje je praktično neizogibna, seveda pa je odvisna od vrste materiala, procesnih pogojev in števila ciklov. Za izboljšanje uporabnih lastnosti regranulatov obstajajo posebni dodatki (Radonjič, 2008, 194).

Dodatno težavo povzroča dejstvo, da se polimeri, ki jih uporabljamo za embalažo in se pojavljajo med odpadki (polietileni – PE, poli(vinil-klorid) – PVC, polipropilen – PP, polistiren – PS, poli(etilen-tereftalat) – PET), se najpogosteje med seboj mešajo. Že majhne količine enega polimera v drugem namreč bistveno poslabšajo mehanske lastnosti slednjega. Zraven različnih vrst in tipov polimerov med odpadki se pojavlja velikokrat še dodatno onečiščenje zaradi prisotnosti drugih materialov (papirja, stekla, kovin, tekstila), različnih dodatkov, prašnih delcev, ostankov hrane in drugih embaliranih ostankov (npr. olj). Zato ne

čudi dejstvo, da je veliko inovativnih rešitev usmerjenih prav v čim hitrejšo in natančnejšo določanje sestave tokov odpadkov in v razvoj prilagodljivih ter ekonomičnih tehnik ločevanja. Regranulati iz reciklirane plastike se marsikje razlikujejo glede na kakovost in na trgu se tako pojavljajo regranulati istega materiala z različnimi lastnostmi. V izogib kasnejšim težavam pri njihovi predelavi je zelo koristno, da se pred tem analizirajo njihove osnovne predelovalne značilnosti. Še posebej problematična je lahko vsebnost vlage. Slabše lastnosti recikliranega materiala so večkrat glavni vzrok, da se le-ta uporablja skupaj s svežim (Radonjič, 2008, 194–195).

Med odpadki se različni polimerni plastični embalažni materiali nahajajo v različnih količinah. Prav tako imajo različne značilnosti glede sposobnosti predelave, razlikujejo pa se tudi po tem, v katere izdelke jih lahko preoblikujemo. Tako so glavni vir za reciklažo različni tipi najbolj proizvodnega materiala PE-LD v obliki folije, vključno s plastičnimi vrečkami. Kakovost takšnih odpadnih folij se lahko glede na vir nastanka precej razlikuje. V marsikaterih primerih je kakovost recikliranega materiala zelo dobra, zaradi praviloma kratke življenjske dobe tovrstnih izdelkov in posledično kratkega delovanja zunanjih dejavnikov pa je tudi stopnja razgradnje nizka. Do nje prihaja v glavnem med procesom pretaljevanja. Drugi razlog za nižjo kakovost je mešanje folij iz različnih virov oziroma različnih tipov PE-LD. Najpomembnejše področje za uporabo recikliranega PE-LD je proizvodnja embalažnih folij, vrečk za trdne odpadke ter kmetijskih folij. Eno od pomembnih področij uporabe recikliranega PE-LD so tudi izdelki, ki nadomeščajo profile iz lesa. Zaradi izboljšanja mehanskih lastnosti jim v takšnih primerih dodajajo lesna vlakna ali žagovino (Radonjič, 2008, 196).

Glavni vir za reciklažo PE-HD so folije in platenke ter rezervoarji za tekočine. V tem primeru so težave pri reciklaži povezane s čiščenjem embalaže. Največji trg za recikliran PE-HD so manjše platenke in posode za tekočine, saj je zaradi razgradnje pihanje izdelkov večjih dimenzij oteženo. Ker ti materiali niso primerni za stik z živili, se tovrstni reciklirani izdelki uporabljajo za embaliranje detergentov, pralnih sredstev, olja ipd., pa tudi za cestno ter pomorsko opremo, cvetlične lončke itn. Tudi PE-HD pogosto dodajajo polnila ali ojačala za izboljšanje mehanskih lastnosti (prav tam).

Obstajajo različne tehnologije ločevanja mešanih odpadkov termoplastov. Izmed teh so najznačilnejše ločevanje na osnovi različnih gostot polimerov v vodi, ločevanje z organskimi

topili, uporaba hidrociklonov in centrifug, optične metode z uporabo senzorjev, flotacija itn. Ob tem je potrebno poudariti, da obstajajo tudi takšne tehnologije, ki so bile razvite izključno za predelavo nesortiranih heterogenih plastičnih odpadkov iz termoplastov (prav tam).

Ena od prednosti predelave heterogenih plastičnih odpadkov je prav ta, da odpadejo večkrat zamudni in dragi postopki ločevanja in čiščenja. Vendar pa imajo reciklirani materiali iz heterogenih plastičnih odpadkov večinoma skromnejše mehanske in optične lastnosti, to pa znižuje njihovo kakovostno raven. Znano je, da najvišjo kakovost dosežajo regenerati iz homogenega polimernega materiala, ki niso homogeni le glede sestave, ampak tudi glede oblike odpadka (folije, platenke, zaboji ipd.) V takšnih primerih so stroški reciklaže praviloma občutno nižji, postopek mehanske reciklaže pa bistveno zmanjša tudi škodljive vplive na okolje v primerjavi z alternativnimi tehnološkimi možnostmi (kemijska reciklaža, sežig) (prav tam).

Predvsem bi moralo biti zelo pomembno spoznanje, da se mora trg izdelkov iz reciklirane plastike razvijati skladno in vzporedno z razvojem sistema zbiranja plastičnih odpadkov in njihove predelave. Ena od glavnih omejitev na področju reciklaže odpadne plastike je prav neravnovesje med zbrano odpadno plastiko, primerno za postopke mehanske reciklaže, in potencialnimi trgi regranulatov (Radonjič, 2008, 197).

Različne skupine oziroma vrste odpadne embalaže se lahko medsebojno izrazito razlikujejo glede na stroške reciklaže in tržni potencial. Le-ta ni odvisen zgolj od posameznega industrijskega oziroma gospodarskega sektorja, ampak tudi od vrste in tipa polimera. Nekatere vrste plastičnih odpadkov imajo tako bistveno večji tržni potencial v primerjavi z drugimi (npr. čiste in homogene platenke iz PET in folijski tipi PE). Na področju reciklaže plastike je še specifično, da načeloma vsak tip polimera oziroma izdelek iz njega nudi različne tržne možnosti. Potencialni uporabnik regranulata lahko ima (marsikdaj neupravičene) zadržke glede kakovosti in uporabe takšnih sekundarnih surovin. Podobno velja tudi za končne porabnike. Le-ti danes brez večjih zadržkov uporabljajo izdelke iz recikliranega papirja, stekla ali kovin, izdelki iz reciklirane plastike pa marsikdaj veljajo za cenene in nekakovostne, to pa pomeni dodatne napore za uspešno trženje (prav tam).

Večina polimernih parov je zaradi termodinamičnih razlogov med seboj nemešljivih. To vodi do nestabilne večfazne morfologije in slabe medfazne adhezije tovrstnih mešanic polimerov v trdnem agregatnem stanju, kar povzroča krhkost materialov in majhne pretržne

raztezke. Takšne nemešljive polimerne pare je možno modificirati z različnimi metodami kompatibilizacije. Kompatibilizacija v širšem smislu pomeni kateri koli fizikalni ali kemijski proces, ki stabilizira (preprečuje ločevanje) mešanice polimerov. Pojem kompatibilizacije se veže predvsem na dodatek t. i. blokkopolimerov, ki pa lahko nastajajo tudi s kemijskimi reakcijami v talini mešanice. Primerno izbran kompatibilizator (blokkopolimer) se locira na fazni meji nemešljivih faz in deluje kot površinsko aktivna polimerna spojina s tvorbo medfaznega sloja. Na ta način se zmanjša medfazna napetost, kar omogoča nastanek izredno fine disperzije ene faze v drugi. Poleg tega se po navadi bistveno izboljša tudi medfazna adhezija. Tovrstni učinki lahko povzročijo znatno izboljšanje mehanskih lastnosti sicer nemešljivih heterogenih mešanic polimerov. Da bo blokkopolimer učinkovit, mora imeti vsaj en segment po kemijski sestavi enak ali kompatibilen s polimerom, ki tvori eno fazo mešanice, drugi segment pa z drugo fazo. S poznavanjem načel in zakonitosti kompatibilizacije so se dodatno povečale možnosti mehanske reciklaže heterogenih plastičnih odpadkov iz termoplastov (Radonjič, 2008, 198).

5.6.3 Značilnosti reciklaže plastenek iz PET

Kot enega od najperspektivnejših primerov uspešne in razširjene reciklaže odpadne plastične embalaže nedvomno velja izpostaviti reciklažo odpadnih plastenek iz PET. Poleg tega postaja reciklaža plastenek iz PET v svetu eno najbolj propulzivnih področij reciklaže. Kljub nekaterim drugim poskusom v preteklosti se danes največ proizvajajo in uporabljajo nevračljive platenke iz PET. To se kaže v velikem povečevanju tovrstnih odpadkov, ne glede na dejstvo, da je PET praviloma možno v celoti reciklirati (seveda ob pravilno izvedenih in učinkovitih sistemskih rešitvah) (Radonjič, 2008, 199).

Dejavniki, ki vplivajo na raven kakovosti PET, so: ločitev plastenek glede na barvo; vsebnost drugih polimerov (PE, PVC), papirja, lepil in prahu, ki mora biti kar se da nizka; viskoznost, ki mora biti čim bolj primerljiva z viskoznostjo svežega PET; vsebnost vlage ter enakomerna kakovost in količina odpadnih plastenek v snovnih tokovih odpadkov. Onesnaženje v postopku mehanske reciklaže plastenek iz PET je lahko fizično ali kemijsko. Prvo vključuje makroskopske delce (steklo, pesek in prst, ostanki embalanega blaga, PVC, PE itn.), drugo pa mikroskopske delce, ki jih je težje odstraniti. Še posebej problematična je prisotnost PVC, ki že pri majhni vsebnosti zelo poslabša kakovost re granulata PET, saj vpliva na njegovo

razgradnjo med predelavo in na mehanske lastnosti, v določenih primerih pa lahko celo poškoduje opremo (za sprejemljivo vsebnost PVC velja vsebnost 0,25 %). Med kemijske kontaminante prištevamo ostanke embaliranega blaga (hrana, pijače, čistila, olja, agrokemična sredstva, lepila ipd.). Popolna odstranitev je velikokrat zapletena, zvišuje stroške in znižuje produktivnost. Sprejemljiva vsebnost kontaminantov je odvisna tudi od zahtev glede ravni kakovosti končnega izdelka, za katerega se namenja odpadni PET (Radonjič, 2008, 199–200).

Reciklirani PET se lahko namenja za: proizvodnjo plastenk za čistila in detergente, filtre za kuhinjske nape, nosilne mreže, proizvodnjo sintetičnih tekstilnih vlaken, iz katerih proizvajajo oblačila, geotekstilije, netkane tekstilije, nahrbtnike, polnila avtomobilskih sedežev, preproge, anorake, športne torbe, spalne vreče ipd. Za predelavo v tekstilna vlakna (poliestrska vlakna) se v svetu porabi okoli dve tretjini recikliranega PET. Za izdelavo enega puloverja je potrebnih približno 30 plastenk. Za proizvodnjo poliestrskih vlaken je tudi zahtevana stopnja kontaminacije reciklata nižja kot za druge aplikacije, medtem ko so za uporabo reciklatov za ponovno proizvodnjo živilske embalaže higienske zahteve zelo visoke. V opravljeni nemški raziskavi so natančneje preučili vzorce reciklatov PET iz štirinajstih evropskih obratov za reciklažo. Ugotovili so, da je bila stopnja onesnaženja reciklatov v večini primerov mnogo višja, kot je dovoljena zahteva za proizvodnjo plastenk pijače. To je lahko eden od dodatnih omejujočih dejavnikov reciklaže PET tudi v prihodnje. Na tem tržnem segmentu se zaradi vse večjega nasičenja trga tekstilnih vlaken že opaža upad interesa za reciklate PET. Za širitev trga recikliranega PET so izjemno pomembni postopki, za katere se je v strokovni javnosti uveljavil pojem plastenka v plastenko, kar z drugimi besedami pomeni, da se reciklat ponovno uporabi pri proizvodnji novih plastenk. Regranulat PET se med drugim lahko ponovno uporablja na primer za proizvodnjo srednjega sloja večslojnih plastenk, ki ga obdajata zunanji in notranji sloj iz svežega PET, sicer pa je reciklirani PET primeren za proizvodnjo embalaže za detergente in gospodinjske izdelke, za večslojne pihane plastenke za živila ipd., pri čemer reciklirani PET uporabijo za notranji sloj, ki je na obeh straneh obdan s svežim materialom. Manjši delež recikliranega PET pa se s postopkom vbrizgavanja uporablja tudi za izdelavo avtomobilskih in elektrotehniških delov. Namen uporabe pa ni odvisen le od onesnaženosti reciklata, temveč tudi od fizikalnih lastnosti materiala, med katerimi zavzema eno najpomembnejših mest viskoznost taline.

Vedno večje je zanimanje za uporabo recikliranega PET za proizvodnjo toplotno oblikovanih plošč, kjer se je njegova količina v zadnjih letih potrojila (prav tam).

Tako se približno 9 % recikliranega PET namenja za škatlice za jajca. Zanimivi so poskusi proizvodnje penjenega PET in kompozitov iz recikliranega PET z dodatkom steklenih vlaken, ki so primerni za avtomobilske, računalniške ali pohištvene dele (Radonjič, 2008, 200).

Enega od ključnih problemov reciklaže PET predstavljajo sistemi zbiranja plasten in ločevanja. Pri učinkovitem zbiranju je PET zaradi enostavne predelave in homogenosti materiala oziroma zbrane odpadne embalaže enostavno reciklirati. Po ločitvi plasten iz PET od plasten iz PVC in PE-HD le-te operejo, odstranijo nalepke in lepila, nato jih zmeljejo in ponovno predelajo v granulato. Ker je torej za kakovosten regenerat PET nujno zelo učinkovito izločiti različne odpadne polimerne plastične materiale v snovnih tokovih odpadkov in druge nečistoče, so moderne tehnologije za reciklažo PET opremljene z natančnimi infrardečimi čitalci (skenerji) za prepoznavanje različnih vrst polimerov, ki jih nato v procesu avtomatsko ločujejo, meljejo in perejo ob ločevanju etiket ter zamaškov. Meljavo lahko po opravljenem čiščenju in izločanju nečistoč ločujejo tudi na osnovi različnih gostot polimerov v vodnem mediju. Po temeljitem sušenju vodijo zmlete delce skozi napravo za elektrostatično ločevanje, kjer se izločijo še morebitne preostale nečistoče (npr. koščki aluminijastih zamaškov). Takšni obrati delujejo v Franciji, Nemčiji, Veliki Britaniji, Italiji, Švici itn. V marsikaterih obratih pa ločujejo platenke iz PET od plasten iz PVC in PE-HD še vedno ročno. Z avtomatiziranimi linijami se lahko poveča produktivnost tudi za desetkrat, stroške pa znižajo za 25 %. Tehnološki razvoj posega tudi na področje zbiranja odpadnih plasten iz PET. Tako so v Švici razvili avtomatsko napravo za zbiranje odpadnih plasten iz PET. V napravo odvržene platenke naprava avtomatsko balira v dimenzijah 400 x 280 x 600 mm in mase približno 8 kg. Takšne bale je možno transportirati na paletah EUR, ki olajšajo natovarjanje ter prevoz do obrata za reciklažo (Radonjič, 2008, 201).

Obstaja cela vrsta različnih tehnik reciklaže odpadnega PET, ki zajemajo postopke tako mehanske in kot tudi kemijske reciklaže. Sodobni načini čiščenja zmletih odpadnih plasten pa že omogočajo proizvodnjo regranulata takšne kakovosti, ki je v skladu z zahtevami glede stika z živili. Zaradi hitrega povečevanja količin odpadne embalaže iz PET so v okviru

nemškega sistema za odpadno embalažo DSD v sodelovanju z Nemškim združenjem za reciklažo plastike DKR razvili novo avtomatizirano tehnologijo za ločevanje različnih vrst polimernih materialov, s katero je mogoče zelo učinkovito ločiti PP, PE, PVC ter obarvani in brezbarveni PET. Gre praviloma za sodobnejše, a dražje tehnologije, katerih proizvodi so kemikalije, namenjene kemični industriji (Radonjič, 2008, 202).

5.6.4 Reciklaža steklene embalaže

S pojmom reciklaža stekla mislimo v glavnem na reciklažo embalažnega stekla. Obravnavanje reciklaže steklene embalaže je potrebno ločevati od problematike sistemov vračljive embalaže. Pri vračljivi embalaži gre za ponovno uporabo istih steklenic za največkrat isti namen uporabe brez pretaljevanja, medtem ko se pri reciklaži steklo v tehnoloških postopkih ponovno pretaljuje in predela (Surovina [online], 2023b).



Slika 3: Domači izdelki iz stekla, ki se uvrščajo med stekleno embalažo

Vir: Lasten

Steklo se da skoraj stodontno reciklirati, pri čemer ne izgublja svojih lastnosti in s tem tudi ne kakovosti. Za ekonomsko učinkovito delovanje obrata za reciklažo stekla so potrebne dokaj velike količine zbranega odpadnega stekla, hkrati pa je pomembno, da je dotok odpadnega stekla stalen in da se ne spreminja dnevno. Zato je oboje, zbiranje odpadnega stekla in njegovo pravilno sortiranje, nadvse pomembno. Učinkovitost reciklaže steklene embalaže je odvisna od stopnje čistosti črepinj. Zato je najpomembnejši predpogoj ločitev stekla po barvi in odstranitev nečistoč. Pri tem so moteči keramika, porcelan in kovinski materiali. Nečistoče namreč povzročajo v steklu številne napake, škodljive pa so lahko tudi

za peči. Zaradi specifične proizvodnje v steklarski industriji je lahko nastala škoda, kot posledica uporabe nekakovostnih odpadkov, mnogo resnejša kot pri kakšnem drugem postopku ponovne predelave. Dopusne količine steklenih črepinj ene barve ob črepinjah druge so majhne in so odvisne od vrste stekla oziroma njegove uporabe (Surovina [online], 2023b).

Pomembni operaciji ponovne predelave odpadnega embalažnega stekla sta sortiranje in priprava črepinj. Zaradi specifične sestave embalažnega stekla je mešanje z drugimi vrstami stekla, ki imajo sestavo, prilagojeno njihovem namenu uporabe, problematično za ponovno predelavo. Pri tem je še posebej nevarna prisotnost laboratorijskega stekla, ki vsebuje borsilikatne primesi, pa tudi ostanke raznih kemikalij, ki lahko onesnažijo embalažno reciklirano steklo. Problematična je tudi prisotnost okenskega ali avtomobilskega stekla že v majhnih količinah. Glavne operacije sortiranja in priprave črepinj po klasičnem postopku so ročno prebiranje grobih nečistoč na vmesnih in končnih zbirnih mestih, temu sledi avtomatizirano izločanje delcev nečistoč z magnetnimi lastnostmi ter izločanje lažjih delcev z odsesavanjem. Identifikacija delcev nečistoč iz keramike, kamenčkov in porcelana se opravlja s presvetljevanjem (s svetlobo) in z odpihovanjem delcev, ki svetlobe ne prepuščajo. Z analizo spektra prepuščene svetlobe je mogoče ločiti tudi obarvane črepinje od nebarvanih. Prečiščeno zdrobljeno steklo je nato pripravljeno za mešanje s svežimi surovinami za pretaljevanje v peči (Surovina [online], 2023b).

Steklo se tali v steklarskih pečeh, ki jih delimo na več skupin, in sicer po različnih merilih. Eno od pomembnejših meril je velikost peči oziroma njena zmogljivost. Vpliv dodanih črepinj je namreč pri večjih pečeh manj izrazit kot pri manjših. Posamezna šarža vsebuje okoli 10 % do 50 % črepinj, čeprav jih včasih dodajajo celo od 70 % do 80 %. Dodano odpadno steklo v obliki črepinj v steklarski zmesi znižuje njeno temperaturo tališča, zato se z uporabo odpadnega stekla v primerjavi s proizvodnjo svežega lahko poraba energije zmanjša tudi za 20 %. Potrebno pa je poudariti, da je poraba energije različna za različne vrste stekla (za belo, rjavo, zeleno); velik vpliv ima tudi vrsta uporabljene tehnologije. Specifična poraba energije na 1 kg staljenega stekla se zmanjša za približno 0,3 % ob vsakem dodanem odstotku črepinj v steklarsko zmes. Dodane črepinje lahko pred vračanjem v peč predgrejejo z dimnimi plini, s čimer se lahko še dodatno prihrani 0,1 % energije za vsak odstotek dodanih črepinj v steklarsko zmes. Vsak dodan odstotek črepinj posledično tudi zmanjšuje emisije v zraku, in sicer se emisije trdnih delcev pri tem zmanjšajo povprečno za

8 %, emisije dušikovih oksidov za 4 % ter emisije žveplovih oksidov za 10 %. Ob tem lahko glede na količine dodanih črepij podaljšajo življenjsko dobo peči za 15 % do 20 %. Takšna dejstva omogočajo predelovalcem odpadnega stekla ekonomsko in okoljsko učinkovitejše delovanje. Trgi za izdelke iz stekla različnih barv se lahko spreminjajo glede na lokacije in velikosti steklarne, saj določene uporabljajo le črepije določenih barv (Surovina [online], 2023b).

Poudariti velja, da se lahko reciklirano steklo zraven ponovne uporabe za embaliranje uporablja v določenih primerih tudi za proizvodnjo drugih steklenih izdelkov, torej ne le za embalažo, ampak tudi za steklena vlakna (Surovina [online], 2023b).

5.6.5 Reciklaža kovinske embalaže

Metalurška industrija na splošno je s svojimi tehnološkimi procesi eden od najintenzivnejših virov onesnaževanja. Zaradi ekonomskih in okoljskih razlogov postaja uporaba sekundarnih kovinskih materialov v metalurški industriji vedno pomembnejša (Surovina [online], 2023).



Slika 4: Izdelki iz kovinske embalaže

Vir: Lasten

5.6.5.1 Jeklena embalaža

Reciklaža jeklene pločevine ima eno najdaljših tradicij izmed vseh reciklažnih tehnologij, z razvojem potrebne infrastrukture ter tehnologije pa se je v zadnjih letih njen pomen še okrepil. Reciklaža jeklenih pločevink ni tako popularna kot reciklaža drugih vrst jeklenih odpadkov, saj je jeklo za pločevinke velikokrat onečiščeno s kositrnim ali kromovim slojem. Na izvoru ločene pločevinke zaradi učinkovitejšega transporta stisnejo v bale in jih transportirajo v jeklarne. Magnetne lastnosti jekla olajšajo ločevanje od drugih odpadnih snovi, vključno z aluminijastimi pločevinkami za pijače. Ločevanje temelji na različnih magnetnih lastnostih odpadkov. Magneti se nahajajo nad transportnimi trakovi za odpadke oziroma vzdolž njih. Po ločevanju odpadki talijo in po potrebi legirajo (Surovina [online], 2023c).



Slika 5: Jekleni odpadki v postopku reciklaže na zbirališču odpadkov Surovina

Vir: <https://www.surovina.si/en/materials/steel-scrap>, (2. 6. 2023)

Za proizvodnjo kakovostnih jekel iz odpadne jeklene embalaže je potrebno učinkovito odstraniti sloj kositra. Proces je sestavljen iz operacij drobljenja odpadkov in odstranitve nečistoč, preden se kositer elektrolitsko odstrani. Previsoka vsebnost kositra lahko namreč povzroča krhkost recikliranega jekla. Kositrni sloj je zaradi sodobnih tehnologij nanosa na pločevinke izjemno tanek, zato njegova absolutna količina med odpadnimi pločevinkami predstavlja le od 0,25 % do 0,36 % vstopnega odpadnega materiala. Po odstranitvi kositrnega sloja jeklene odpadke dobro prečistijo, jih balirajo in dostavljajo v obrate za pretaljevanje.

Organske nečistoče pri tem ne predstavljajo večje omejitve, saj v procesu zaradi visokih temperatur zgorijo (Surovina [online], 2023c).

Sodobni tehnološki procesi proizvodnje jekla (BOF, EFP) se medsebojno razlikujejo glede na maksimalno dopustno količino dodanih jeklenih odpadkov. Iz ene 20-tonske ulite jeklene plošče lahko proizvedejo tudi do 300.000 novih pločevink, takšen recikliran material pa se lahko v določenih primerih uporabi tudi za zahtevnejše aplikacije, na primer za avtomobilsko pločevino ali razne tehnične dele. Ocenjuje se, da je za proizvodnjo jekla iz železove rude, ki se pretaljuje v plavžih, potrebno približno štirikrat več energije kot za proizvodnjo iz jeklenih odpadkov. Zaradi prihrankov energije se sprošča okoli 85 % manj emisij v zrak in 75 % manj emisij v vode, njena poraba pa se lahko zmanjša tudi za 40 %. Pomembni so tudi prihranki primarnih surovin: 1 t recikliranega jekla pomeni prihranek 1,5 t železove rude, 565 kg premoga in 190 kg apnenca. Prav tako se zmanjšajo rudniški odpadki, zmanjša se tudi poraba energije. Postopek ponovne predelave jeklenih odpadkov pa vseeno povzroča nastajanje raznih emisij, za katere mora jeklarska industrija poskrbeti v skladu z vedno ostrejšo okoljsko zakonodajo (Surovina [online], 2023c).

5.6.5.2 Aluminijasta embalaža

Aluminij ima odlično sposobnost reciklaže, saj se z današnjimi postopki pretaljevanja njegove lastnosti praktično ne spreminjajo. Aluminijaska industrija beleži dolgo tradicijo reciklaže. Z razvojem potrebne infrastrukture so razvijali in uvajali tudi tehnologijo odstranjevanja lakov, pretaljevanja in kontrole emisij (Surovina [online], 2023č).

Za razliko od papirne in plastične embalaže lahko pločevinke in drugo embalažo iz aluminija recikliramo neprenehoma, zato je možno iz recikliranega aluminija proizvesti embalažo iz 100 % recikliranega materiala brez slabšanja kakovosti. To omogoča oblikovanje učinkovitega krožnega toka, v katerem se odpadna embalaža ponovno predela v novo. Aluminij je eden redkih embalažnih materialov, ki ima tako ugodne lastnosti. Med pglavitne prednosti reciklaže aluminijaskih odpadnih izdelkov, vključno z odpadno embalažo, sodi tudi dejstvo, da pri reciklaži porabijo v povprečju le 5 % energije v primerjavi s porabo energije pri proizvodnji primarnega aluminija, proizvedenega iz boksita oziroma glinice. Prav tako se zmanjšajo količine emisij. Proizvodnja primarnega aluminija iz boksita

je namreč tehnološko in energetska izjemno zahtevna. Reciklaža aluminija je torej pomembna tudi zaradi ekonomskih razlogov (Surovina [online], 2023č).



Slika 6: Odpadki iz aluminija, pripravljeni za nadaljnjo predelavo

Vir: <https://www.alcircle.com/news/thailands-imports-of-aluminium-scrap-from-the-us-up-by-11-36-million-in-march-57176>, (2. 6. 2023)

Reciklaža aluminija je zaradi visokih cen primarnih surovin in energije postala za aluminijско industrijo strateškega pomena. V nasprotnem primeru bi se na deponijah znašle ogromne količine tega dragocenega materiala, ob tem pa bi zaradi snovno in energijsko izjemno zahtevne proizvodnje primarnega aluminija še dodatno onesnaževali okolje. Predelovalci aluminija v svetu za svojo proizvodnjo že uporabljajo povprečno približno eno tretjino recikliranega aluminija. Najpomembnejšo skupino odpadne aluminijske embalaže predstavljajo pločevinke za pijačo, v zadnjih letih pa marsikje poskušajo povečati tudi delež recikliranih aluminijskih folij (Surovina [online], 2023č).

Tehnološki postopki predelave odpadnega aluminija so odvisni od vrste odpadkov, vendar lahko na splošno ugotovimo, da zajema postopek predelave odpadnega aluminija operacije sortiranja, priprave, pretaljevanja, rafiniranja, legiranja in litja. Balirane odpadne aluminijske pločevinke prispejo v posebne tehnološke linije za reciklažo, kjer jih pred pretaljevanjem najprej meljejo, pri čemer zaradi varnosti odstranijo ostanke tekočin. To pa omogoča, da lažje odstranijo prisotne jeklene, steklene, plastične in druge nečistoče ter da material tudi homogenizirajo v smislu velikosti delcev za nadaljnjo predelavo. Nato s pomočjo magnetnega separatorja ločijo prisotne jeklene delce, določene izvedbe pa

omogočajo tudi odstranitev težjih kovin. Nato meljavo vodijo v operacijo odstranitve organizacijskih premazov in tiskarskih barv, kjer le-ti pri povišanih temperaturah zgorevajo v posebnih pečeh. Nastale pline vodijo v sežigalnik zaradi kontrole emisij. Z novejšimi tehnologijami, kot so kontinuirane dvokomorne talilne peči, se tej operaciji izognejo tako, da odpadke najprej zmeljejo, organske snovi izločijo s pretaljevanjem in tako proizvedejo čisto sekundarno surovino. Takšne sodobne tehnologije so tudi bistveno bolj okoljsko učinkovite, zagotavljajo pa tudi najnižjo izgubo materiala zaradi oksidacije, visoko produktivnost in homogenost taline (Surovina [online], 2023č).

5.6.6 Reciklaža embalaže iz papirja in kartona

Odpadni papir se je v industriji celuloze in papirja utrdil kot pomembna sekundarna surovina, količine ponovno proizvedenih vlaknin pa so v industrijskih državah opazno narasle. To je še toliko pomembneje, saj spadata celulozna in papirna industrija med velike onesnaževalce okolja med industrijskimi panogami. Reciklirati je možno skoraj vsako vrsto papirja in kartona, med njimi tudi veliko večino tistih za embalažne namene (Surovina [online], 2023d).



Slika 7: Papirnati odpadki, odvrženi zaradi neuporabnosti

Vir: <https://www.balticfloc.lv/en/blogs/the-problem-of-waste-paper-in-european-countries/>, (2. 6. 2023)



Slika 8: Kartonska embalaža

Vir: Lasten

Za 1 t brezlesnega papirja porabijo $5,5 \text{ m}^3$ lesa. Pri uporabi odpadnega papirja in kartona seveda odpade potreba po sečnji lesa. Prednost reciklaže papirja in kartona v primerjavi s proizvodnjo svežega papirja so tudi manjša poraba energije in vode ter nižje emisije plinov v zrak (Surovina [online], 2023d).

Odpadni papir in karton prihajata v papirno tovarno praviloma v mešanem stanju v obliki bal, ker je predhodno prebiranje po vrstah marsikdaj predrago, zato največkrat vsebuje več nezaželenih primesi. Odpadni papir v razsutem stanju zahteva veliko dodatnega dela. Odpadni embalažni papir je tako pomešan z drugimi vrstami papirjev. Predelava odpadnega papirja poteka znotraj več tehnoloških operacij oziroma naprav, kot so razpuščevalnik, čistilnik za gosto snov, razkosmovalnik, prebiralnik in zgoščevalnik (Surovina [online], 2023d).

V splošnem lahko reciklažne procese za papir razdelimo v dve glavni skupini (prav tam):

- procesi z izključno mehanskim čiščenjem (brez uporabe postopka razsivitve) za proizvodnjo testlinerja in papirja za notranje sloje valovitih vrst kartona in

- procesi z mehanskimi in kemijskimi postopki, ki vključujejo tudi postopek razsivitve za papirnate brisače, za pisarniški in fotokopirni papir ter papir za revije in za nekatere vrste kartona.

Izbor procesa je odvisen od vrste in kakovosti zbranega odpadnega papirja ter vrste in kakovosti končnega papirnega oziroma kartonskega izdelka (Surovina [online], 2023d).

Prvi korak v postopku predelave odpadnega papirja in kartona je tvorba suspenzije z namenom ločevanja medsebojno povezanih vlaken (razvlaknjevanje oziroma razpuščanje) v razpuščevalnikih. Odpadni papir se meša z vročo vodo v velikih rezervoarjih, nastalo papirno maso pa prečrpavajo in vodijo v nadaljnje operacije predelave. Zatem iztisnejo iz nje vodo. Ključnega pomena pri tej operaciji je izločanje nevlaknatih snovi (npr. ostankov embaliranega blaga, delcev plastike, kovin, stekla, blata, peska in drugih tujkov). V naslednji operaciji vlaknato papirno maso dodatno čistijo, to je odstranjujejo lepila, sponke, ostanke samolepilnih trakov, les, delce plastike ipd. Odstranjevanje nečistoč temelji na razlikah v fizikalnih lastnostih vlaknin in nečistoč, kot sta velikost delcev ali gostota. Težje snovi se izločajo v spodnjem delu naprave, prečiščena vlakninska suspenzija pa odteka iz čistilnika ločeno. Nato sledi proces razširitve, ki temelji na postopku flotacije in s katerim odstranjujejo tiskarske barve. Ta postopek je zelo pomemben, ko želijo proizvesti recikliran papir visoke kakovosti (beline). Pri postopku flotacije dodajajo kemikalije (NaOH, mila) in mešajo, da se v suspenziji ustvarijo zračni mehurčki, pri čemer se delci črnila ujamejo nanje in izplavajo na površino, kjer jih s posebnim strgalom odstranijo. Izločena gošča iz postopka razsivitve se lahko sežiga ali deponira. Po tej operaciji lahko papirna snov še vedno vsebuje ostanke raznih nečistoč, ki pa so marsikdaj tako dispergirani, da s prostim očesom niso vidni. Glede na zeleno kakovost končnega izdelka se lahko papirovina še beli. Temu sledita zgoščevanje in dispergiranje. Proces se nadaljuje z izločanjem vode iz papirne suspenzije s stiskanjem, nato sledi še sušenje, valjanje, glajenje in navijanje na role. V postopku predelave odpadnega papirja prihaja zaradi razgradnje vlaken in odstranjevanja nečistoč do snovnih izgub, ki pa so odvisne od kakovosti odpadnega papirja in učinkovitosti tehnološkega procesa. Na osnovi nekaterih podatkov ocenjujejo, da iz približno 1 t odpadnega papirja proizvedejo okoli 850 kg recikliranega. Vidimo torej, da pri postopku predelave odpadnega papirja nastajajo sorazmerno velike količine trdnih odpadkov, za katere je potrebno ustrezno poskrbeti (Surovina [online], 2023d).

Poznamo tudi alternativne postopke za predelavo oziroma reciklažo večslojne kartonske embalaže za pijače, sestavljene iz približno 75 % kartona, 5 % aluminija ter več slojev polietilena. Za ekonomsko učinkovito reciklažo mora biti takšna embalaža zbrana ločeno od drugih odpadkov. Odpadno večslojno kompleksno embalažo najprej razrežejo in stisnejo, da izkoristijo transportni prostor. Nato jo v predelovalnem obratu operejo, posušijo in zložijo v sloj zelene debeline, ki ga stiskajo in segrevajo pri 170 °C. Pri takšni temperaturi se polietilen stali in deluje kot vezivo v preostali snovi. Le-to zatem hitro ohladijo in oblikujejo v trdno ploščo, podobno iverki, ki jo je možno po želji oblikovati in iz nje izdelovati razne pohištvene ali druge uporabne drobne izdelke. Tovrstno embalažo pa lahko recikliramo tudi z bolj konvencionalnimi postopki za reciklažo kartona v papirnicah. Iz takšne reciklirane embalaže izdelujejo različne vrste lepenke in kartona, papirnate vrečke ter brisače, pisarniški papir in drugo (Surovina [online], 2023d).

5.6.7 Tehnološko-ekonomske omejitve reciklaže odpadne papirne in kartonske embalaže

V papirnih in kartonskih proizvodih se nahajajo različni deleži recikliranega papirja, in sicer do 60 % v embalažnem papirju, do 70 % v papirnih brisačah in toaletnem papirju ter do 100 % v kartonu in časopisnem papirju (Radonjič, 2008, 209).

Včasih ga uporabljajo tudi kot izolacijski material. Papir in papirni izdelki se ne morejo reciklirati v nedogled, ker se celulozna vlakna pri vsakem dodatnem ciklu krajšajo. To vpliva na slabšanje kakovosti papirnih izdelkov, proizvedenih iz recikliranih vlaken. Takšna embalaža zato zahteva za zeleno trdnost ali druge karakteristike več materiala kot tista iz svežega materiala. Glede na vrste papirja je zato marsikdaj potrebno k recikliranim dodati sveža vlakna. Število ciklov, s katerimi je možno znova in znova reciklirati odpadne papirne in kartonske izdelke, je omejeno in odvisno od vrste papirja. V splošnem se ocenjuje, da je tovrstne izdelke možno ponovno reciklirati 4- do 6-krat. Pri oblikovanju embalaže iz kartona je to bistveno, zato je včasih bolje, da se papir iz recikliranega papirja uporabi za mehansko manj obremenjene sloje oziroma notranje plasti (prav tam).

Recikliran papir je zaradi krajših vlaken praviloma manj porozen, kar je včasih potrebno upoštevati pri izbiri dodatkov in črnil. Kljub temu je dandanes na trgu nemalo papirnih izdelkov iz 100 % recikliranega papirja (Radonjič, 2008, 209).

Največja težava pri predelavi odpadnega papirja je vsebnost nečistoč in tujkov, saj jih je v celoti zelo težko odstraniti, zato je uspešnost reciklaže v veliki meri odvisna od kakovosti zbranega papirja, ki je lahko zelo različna. Bolj kakovosten je po vrstah prebran odpadni papir, ki v manjši meri vsebuje nečistoče in tujke. Zato je zelo pomembno, da se odpadni papir in karton zbirata ločeno ter da se hranita že na izvoru, in to ne le v industriji, temveč tudi v trgovinski dejavnosti in med občani. To je pri občanih možno tudi z odpadno papirno in kartonsko embalažo, ki ni bila v neposrednem stiku s hrano (prav tam).

Dodatki, kot so črnila in barvila, pri ponovni predelavi povzročajo težave. Te lahko povzročajo tudi samolepilni trakovi in nalepke, s plastiko kaširani karton ali karton, premazan z voskom. Obravnava takšnih odpadkov je lahko mnogo težavnejša in dražja kot tista za gošče in druge odtokke pri proizvodnji papirja iz novih celuloznih vlaken. Zaradi higienskih razlogov pa je včasih reciklaža odpadnega papirja in kartona, onesnaženega z ostanki hrane, vprašljiva. Sodobne tehnologije omogočajo predelavo odpadnega papirja in kartona z visoko stopnjo odstranjevanja nečistoč, izbira takšnih tehnologij pa je odvisna tudi od kasnejšega namena uporabe recikliranega papirja (prav tam).

5.6.8 Oznake za reciklažo

Eden od ključnih dejavnikov uspešnosti reciklaže odpadne embalaže je sortna homogenost odpadkov. K temu lahko v veliki meri pripomore čim bolj učinkovito ločevanje odpadkov na izvoru njihovega nastajanja glede na vrsto materiala. Zato mora biti informacija o sestavi embalaže podana že vnaprej, to je pri oblikovanju embalaže. Izdelki na trgu Evropske unije morajo nositi ustrezne znake za okolje tudi zaradi zagotovitve skladnosti s predpisi. Za označevanje embalaže so zato v uporabi mednarodno določene identifikacijske oznake ali reciklažni simboli (JP VOKA SNAGA [online], 2023).

Osnovni namen označevanja embalaže je dati pravilno in nedvoumno informacijo o tem, iz katerega materiala je embalaža proizvedena. Razpoznavanje materialov, ki sestavljajo

različne izdelke, je namreč pogoj za vzpostavljanje reciklažnih tokov (JP VOKA SNAGA [online], 2023).

Pri ravnanju z odpadno embalažo se na primer na ekoloških otokih v zabojniku za embalažo zbirajo različni embalažni izdelki iz zelo različnih materialov. To je še zlasti pomembno za plastične polimerne materiale, kjer mora biti za doseganje primerne kakovosti reciklata zagotovljena visoka stopnja sortne homogenosti. Po prevozu tako zbrane odpadne embalaže se le-ta v obratih za reciklažo namreč pred predelavo najprej velikokrat ročno sortira, pri tem pa so identifikacijske oznake za materiale zelo pomembne (prav tam).

Najbolj razširjeni znak je t. i. Mobiusova zanka. Osnovno oznako predstavlja trikotnik, ki ga sestavljajo tri puščice. Vsak krak Mobiusove zanke (puščica) simbolično predstavlja del verige v sistemu reciklaže: zbiranje, predelavo in ponovno uporabo izdelka iz reciklata. Razvili so ga v ZDA v začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja na pobudo enega večjih proizvajalcev recikliranega papirja. V središčnem polju trikotnika se nahaja identifikacijska številka materiala, pod to oznako pa je večkrat zapisana tudi kratica materiala. V praksi uporabljajo različne grafične rešitve. Mobiusova zanka se uporablja splošno z uporabo različnih tiskarskih tehnik, medtem ko je znak primeren za uporabo pri tisku in pri neposredni gravuri na embalažnem materialu. Včasih se v oziroma ob Mobiusovi zanki zapiše delež uporabljenega recikliranega materiala v izdelku (prav tam).

Za posamezne vrste polimernih materialov, ki se jih ne da ločevati vizualno ali z otipom, je identifikacija še posebej pomembna. Pomembno je poudariti, da embalaže, proizvedene s postopkom vbrizgavanja, ni ustrezno označiti le s številčno oznako, saj se na embalaži velikokrat nahajajo tudi številke kalupov (orodij), kar lahko vodi do zmede pri prepoznavanju materiala. Če prostor na embalaži ne dopušča tiska ali gravure celotne oznake, je bolje uporabiti črkovno oznako kot številčno (prav tam).

V nekaterih državah uporabljajo za označevanje plastenk iz PET poleg omenjene oznake tudi oznako v obliki heksaedra oziroma kroga, znotraj katerega je oznaka PET. Na tem mestu velja omeniti, da v ZDA uporabljajo včasih nekoliko drugačne kratice za polimere kot v Evropi: PETE namesto PET in V namesto PVC, vendar se tudi v Evropi pojavljajo na embalaži različne oznake za iste materiale, predvsem polietilene (npr. LDPE in PE-LD). Večslojne polimerne embalažne materiale oziroma izdelke (npr. koekstrudirane folije)

proizvajalci včasih označijo s črkovno oznako O ter s številom 7 (JP VOKA SNAGA [online], 2023).

Zraven omenjenih znakov je v uporabi še znak, ki prikazuje uporabnika embalaže in koš. Tak znak opozarja, da je embalažo po uporabi potrebno odvreči na primerno mesto. Z vzpostavitvijo sistema za ravnanje z odpadno embalažo je primerno mesto, na primer, ekološki otok. Znak z dvema vzporednima puščicama, ki kažeta v nasprotno smer, uporabljamo za označevanje vračljive embalaže (prav tam).



Slika 9: Različni znaki za embalažo.

Vir: <https://www.bens-consulting.com/blog/292/oznacevanje-embalaznega-materiala-obvezno-od-1-1-2022-naprej-tudi-za-kemikalije>, (2. 6. 2023)

5.7 SEŽIGANJE ODPADNE EMBALAŽE

Eden od možnih načinov ravnanja z odpadno embalažo je tudi njena energetska predelava s sežiganjem (Radonjič, 2008, 227).

Gorljiva odpadna embalaža se uporablja kot sredstvo za pridobivanje energije, skupaj z drugimi odpadki ali brez njih, z neposrednim sežiganjem in izkoriščanjem pridobljene toplotne energije. Energetska predelava se ne šteje za reciklažo odpadne embalaže (prav tam).

Sežiganje odpadkov je tehnološko najzahtevnejši ekotehnični način ravnanja z odpadki, obenem pa zagotovo tudi vprašljiv, saj lahko pri določenih pogojih dejansko pomeni vir nevarnih emisij. Produkta sežiga naj bi bila ogljikov dioksid in vodna para, nastajajo pa tudi trdni ostanki. Glavni možni atmosferski onesnaževalci, ki jih je potrebno odstraniti iz dimnih plinov ali preprečiti njihov nastanek, so dušikovi in žvepovi oksidi ter organske spojine, na primer dioksini ali furani. Glede na sestavo odpadkov, ki jih sežigamo, je potrebno med drugim odstraniti tudi klorirane stranske produkte, benzen in delce težkih kovin. Onesnaževalci lahko nastanejo iz dveh razlogov: kot produkti nepopolnega procesa

zgorevanja (npr. ogljikov monoksid, ogljikovodiki, aldehidi, amini, organske kisline, policiklične organske spojine) ali kot produkti zgorevanja zaradi kemijske sestave nevarnih odpadkov, ki jih sežigamo. Pri optimalno konstruiranih in izdelanih sežigalnicah in pri pravilnem vodenju procesa zgorevanja glede na vrste odpadkov, ki jih sežigamo, se nastajanju nevarnih snovi oziroma njihovem izpustu lahko ognemo oziroma nastajajo le-ti v sledovih. Zato je kemijska analiza odpadkov odločilnega pomena. Sežigati je možno različne tokove odpadkov, embalaža pa zavzema med njimi le določen delež, največkrat pomešan z drugimi vrstami odpadkov. Še posebej to velja za komunalne odpadke. Zaradi navedenega se problematika toplotne obdelave odpadne embalaže ne more obravnavati ločeno od sežiga drugih (komunalnih) odpadkov (Radonjič, 2008, 227).

V prid sežiganju odpadkov govori naglo zmanjševanje deponijskega prostora za odlaganje vse večjih količin odpadkov ter vse hitrejšo naraščanje cen za deponiranje. Sodobne sežigalnice prav tako izkoriščajo v procesu sproščeno toplotno energijo za ogrevanje ali za procesno energijo in s tem prispevajo k manjši porabi primarnih energijskih virov. Pripomniti velja, da je po novih evropskih predpisih uporaba odpadne toplote pri tovrstnem sežigu že obvezna (Radonjič, 2008, 228).

Največja pomanjkljivost sežigalnic odpadkov je nevarnost nastanka škodljivih emisij, kar zahteva drage kontrole ter koncentriranje toksičnih negorljivih snovi v pepelu, za katerega je prav tako potrebno ustrezno ravnanje oziroma odlaganje. V sodobnejših sežigalnicah ločujejo gorljive od negorljivih snovi in s tem tudi povišujejo kurilno vrednost. Takšno ločevanje posledično vodi tudi do 45 % zmanjševanja nastajanja pepela in bistveno nižjih emisij svinca, kroma, živega srebra, arzena, kompleksnejših ogljikovodikov ipd. (Radonjič, 2008, 228).

Odkvisno od sestave odpadkov in vodenja procesa sežiga lahko predstavlja nastali pepel nevaren odpadek, ki zahteva resno rokovanje pri transportu in odlaganju, saj v nasprotnem primeru dekompenziramo uspehe sodobnih sežigalnic glede bistvenega zmanjšanja emisij v zrak. Med pomanjkljivostmi energetske predelave s sežiganjem velja omeniti tudi dejstvo, da so takšni objekti investicijsko izjemno zahtevni, pa tudi obratovalni stroški niso majhni. Prav tako se pojavljajo operativni problemi zaradi heterogenosti sestave in količin odpadkov, zahtevnega tehničnega vzdrževanja, povezanega s čistilnimi napravami za čiščenje dimnih plinov, ter zaradi čiščenja izpiralnih raztopin. Marsikdaj je problem tudi lokacija za takšne

objekte, ki so (še posebej) v slovenski javnosti oziroma med lokalnimi skupnostmi nepopularni (Radonjič, 2008, 228).

Embalaža, dana na trg, mora izpolnjevati določene zahteve, da bi bila kasneje primerna za sežig oziroma da bi se postopek energetske predelave vršil optimalno. Optimizacija energetske predelave odpadne embalaže vključuje ne le doseganje primernih fizikalno-kemijskih lastnosti embalaže, temveč tudi sistem zbiranja, priprave, skladiščenja in optimalno voden postopek sežiga (prav tam).

V praksi prevladujeta dva načina zbiranja in priprave odpadne embalaže za sežig. Kadar je embalažni odpad zbran skupaj z drugimi komunalnimi odpadki za neposreden sežig, zahteva to veliko predhodne priprave (Radonjič, 2008, 229).

Nekateri embalažni materiali, predvsem plastična embalaža, imajo zelo visoko kurilno vrednost (v območju nekaterih naftnih derivatov). Nižje kurilne vrednosti imajo les, papirna in kartonska embalaža. Steklena in kovinska embalaža nista gorljivi in v sežigalnicah prispevata k povečanim količinam neželenih negorljivih ostankov. Zaradi tega v nekaterih obratih jekleno embalažo ločujejo iz skupnih tokov komunalnih odpadkov s pomočjo elektromagnetnih separatorjev, za aluminijasto in stekleno embalažo pa je mnogo ugodnejše, da se ločuje že pri izvoru (Radonjič, 2008, 230).

Sežigalnice so investicijsko izjemno dragi objekti z visokimi obratovalnimi stroški, ki zahtevajo neprestan dotok odpadkov za sežig in zato po mnenju nasprotnikov sežigalnic takšen način ne vzpodbuja ukrepov za zmanjšanje odpadkov na izvoru, temveč njihovo dodatno nastajanje. Dejanski problem sežiganja odpadkov predstavlja možni izpust nevarnih snovi v okolje, predvsem težkih kovin (svinec, kadmij, arzen, živo srebro, krom), ki se koncentrirajo v pepelu ali se izločajo v ozračje kot drobni delci. V takšnem primeru, ko odpadki oziroma ostanki, ki za reciklažo zaradi tehničnih in ekonomskih razlogov niso primerni, bi bilo morda še najbolj smotrno izkoristiti njihov energetski potencial, da s kontroliranim popolnim sežigom zmanjšamo njihove količine, hkrati pa pridobimo toplotno energijo s prihrankom primarnih energijskih virov (Radonjič, 2008, 232).

6 VRAČLJIVA EMBALAŽA

Vračljiva embalaža je tista embalaža, za katero je zagotovljeno nadzorovano kroženje ob plačilu kavcije ali brezplačno, tako da je v največji možni meri po vsakokratni vrnitvi znotraj nadzorovanega kroženja vračljive embalaže zagotovljena njena ponovna uporaba. Za vračljivo embalažo se štejejo tudi lesene standardizirane palete, ki so kot transportna embalaža označene z znakom EUR, ki ga izdaja Mednarodna železniška zveza, in znakom EPAL, zapisanima v ovalih (Radonjič, 2008, 215).

Nevračljiva embalaža pa je namenjena le za enkratno uporabo, kljub temu pa pri sistemih vračljive embalaže opredeljuje tudi t. i. nadzorovano in zaprto kroženje vračljive embalaže. Nadzorovano kroženje vračljive embalaže pri tem pomeni kroženje vračljive embalaže v sistemu nadzorovane ponovne uporabe in distribucije embalaže, tako da se doseže najvišja mogoča stopnja vračanja embalaže v sistem kroženja, iz njega pa se sme embalaža izločevati le po posebnem nadzorovanem postopku. Zaprto kroženje pa pomeni kroženje vračljive embalaže v nadzorovanem kroženju vračljive embalaže, v katerem reciklirani material za proizvodnjo embalaže v največji možni meri izvira iz odpadne embalaže, ki nastaja v sistemu nadzorovanega kroženja vračljive embalaže, tako da je dodajanje zunanjega materiala v proizvodnjo nove embalaže omejeno na najmanjšo možno potrebno ali tehnično nujno količino (Radonjič, 2008, 215).

Tipični primeri vračljive prodajne embalaže so predvsem steklenice in plastenke. Področje vračljive prodajne embalaže je v glavnem v domeni industrije pijač in le v manjši meri v drugih živilskih sektorjih v različnih državah Evropske unije (prav tam).

Na področju vračljive embalaže v svetu sta zaznavni predvsem dve smeri: po eni gre za delno nadomeščanje steklene embalaže z nevračljivimi plastenkami, po drugi pa za vedno večjo rast uporabe nevračljive embalaže, to pa potiska uporabo vračljive embalaže na področje prodaje na drobno, hotelirstva in restavracij (Radonjič, 2008, 216).

Poudariti velja, da je potrebno ločevati med pojmom vračljive embalaže in vračanjem embalaže. Vračanje embalaže prodajalcu proti izplačilu kavcije (depozit) je namenjeno tudi embalaži za pijače za enkratno uporabo, in ne le posebej konstruirani ter oblikovani vračljivi embalaži (prav tam).

Naklonjenost oziroma nenaklonjenost trgovine do aktivnega sodelovanja v sistemih vračljive embalaže pomembno vpliva na njeno uveljavljanje v praksi. Trgovinski posredniki v sistemu se namreč soočijo z večjim obsegom dela zaradi ravnanja s prazno embalažo, kar je posledica obračunavanja kavcije, prevzema prazne embalaže, sortiranja, skladiščenja ipd. Sistem vračljive embalaže povečuje tudi potrebo po skladiščnem prostoru. Oboje povzroča povišanje razpečevalnih stroškov, predvsem v trgovini na drobno, pa tudi v trgovini na veliko, zato je pri trgovskih posrednikih včasih opaziti razmeroma velik odpor do vračljive embalaže (Radonjič, 2008, 219).

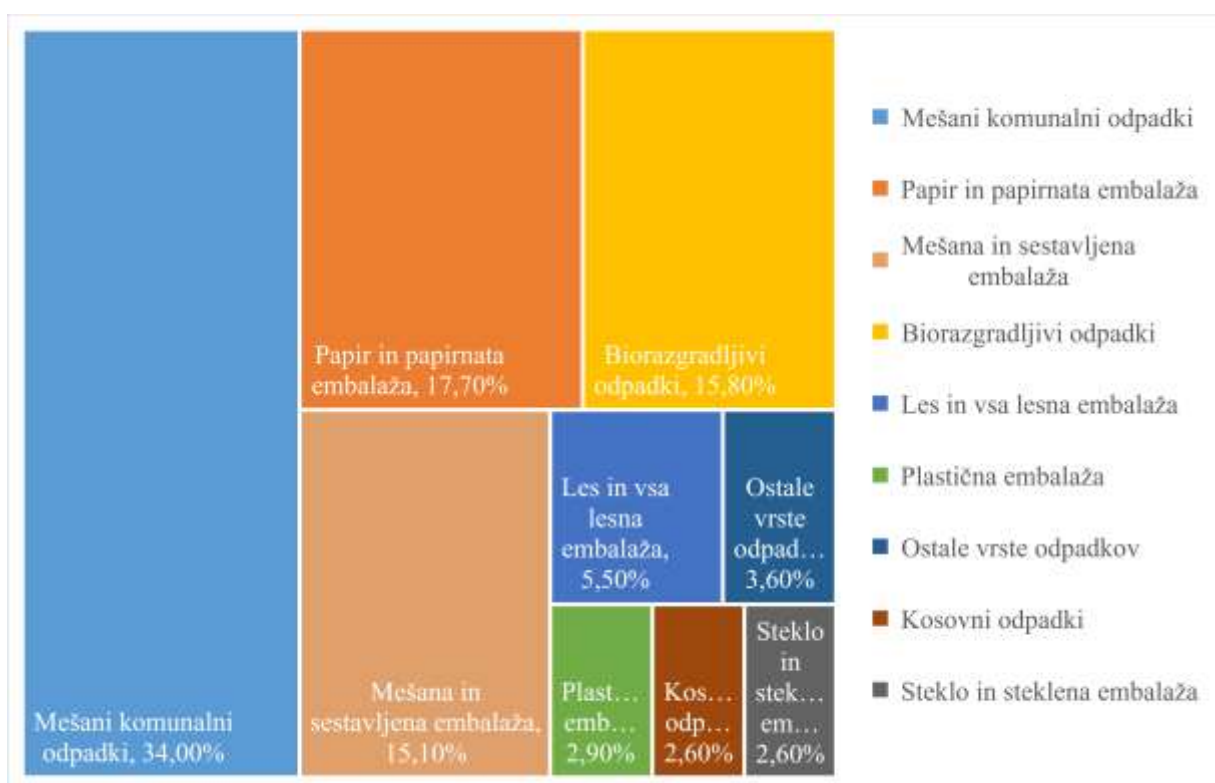
Na uspešnost delovanja sistema vračljive embalaže vplivajo tudi razni netehnični dejavniki, ki jih je pri načrtovanju sistema vračljive embalaže zraven tehničnih podatkov (fizikalnih in kemičnih lastnosti) potrebno poznati in upoštevati, na primer razvitost mreže vračljive embalaže, razdalja med mestoma pakiranja in porabe pakiranega izdelka, povečana diferenciacija pakiranega blaga ter odziv porabnikov (prav tam).

Ena od možnosti je, da podjetje individualno uvede sistem vračljive embalaže samo za lastno embalažo brez sodelovanja drugih embalerjev. To sicer omogoča večjo diferenciacijo embalaže glede njene oblike in barve, vendar ima jasno omejitvev pri njenem vračanju trgovcem, saj je le-to omejeno samo na tiste, ki prodajajo blago (predvsem pijačo), pakirano prav v tovrstno embalažo (Radonjič, 2008, 220).

Mnoga živila (npr. kruh, zelenjava, pijače) nujno potrebujejo tudi transportno embalažo (zaboji, nosilke, palete ipd.). Tudi zahtevni tehnični izdelki ali deli za njih se neredko pakirajo v posebno oblikovano vračljivo transportno embalažo. Vračljivo embalažo uporabljajo tudi v kemični industriji. Za razliko od sistemov vračljive prodajne embalaže v takšnih sistemih dosegajo mnogo višje stopnje vračanja, prav tako pa večinoma ni pomemben zunanji izgled embalaže, kot je to pri prodajni embalaži (prav tam).

7 DELEŽ ZBRANIH KOMUNALNIH ODPADKOV IN EMBALAŽE V SLOVENIJI

Tudi v Sloveniji skrbimo za zbiranje komunalnih odpadkov, količina le-teh pa iz leta v leto narašča in lahko postane še večji problem, zato imamo vzpostavljen sistem prave organizacije, ki skrbi za vzdrževanje komunalnih odpadkov in za to, da ti odpadki ne onesnažujejo okolja, ne ogrožajo zdravja ljudi in zagotavljajo varen prostor vsem živim bitjem (Statistični urad Republike Slovenije [online], 2023).



Graf 1: Delež zbranih komunalnih odpadkov in embalaže v Sloveniji v 1. četrtnetu 2023.

Vir: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/11103> (3. 6. 2023)

Graf prikazuje delež komunalnih odpadkov in embalaže v Sloveniji v 1. četrtnetu v letu 2023. Iz grafa je jasno razvidno, da predstavljajo največji problem mešani komunalni odpadki, medtem ko je delež kosovnih odpadkov, stekla in steklene embalaže ter plastične embalaže najnižji (Statistični urad Republike Slovenije [online], 2023).

7.1 PREDSTAVITEV STATISTIČNIH PODATKOV ZBRANIH ODPADKOV

Procentualno stanje odpadkov je sicer sledeče (Statistični urad Republike Slovenije [online], 2023):

- mešani komunalni odpadki – 34,0 %
- papir in papirna embalaža – 17,7 %
- biorazgradljivi odpadki – 15,8 %
- mešana in sestavljena embalaža – 15,1 %
- les in lesna embalaža – 5,5 %
- drugo – 3,6 %
- plastika in plastična embalaža – 2,9 %
- kosovni odpadki – 2,6 %
- steklo in steklena embalaža – 2,6 %

Sama količina zbranih komunalnih odpadkov je bila skoraj enaka kot lani (243.000 ton) (Statistični urad Republike Slovenije [online], 2023).

V primerjavi s 1. četrtletjem 2022 so pa podatki sledeči:

- za 14 % več je skupno zbranih odpadkov,
- za 18 % več je zbranih gradbenih odpadkov,
- za 39 % več je zbranih mešanih komunalnih odpadkov,
- za 10 odstotnih točk je manjši delež ločeno zbranih komunalnih odpadkov,
- za 83 % več je odloženih komunalnih odpadkov.

Skupno je bilo zbranih skoraj 2,4 milijone ton odpadkov, kar pomeni za 14 % več kot v istem obdobju lani (Statistični urad Republike Slovenije [online], 2023).

7.2 STATISTIKA EMBALAŽE V EVROPI ZA OBDOBJE(JANUAR-JUNIJ) 2023

Po zbranih podatkih statističnega urada so aktualni podatki sledeči (Statistični urad Republike Slovenije [online], 2023):

- Nastalih komunalnih odpadkov (skupno) je 1.091.177 t
- Nastalih komunalnih odpadkov na prebivalca je 518 kg
- Nastalih nevarnih komunalnih odpadkov (skupno) je 7.545 t
- Nastalih nevarnih komunalnih odpadkov na prebivalca je 3,6 kg
- Delež ločeno zbranih komunalnih odpadkov 74,2%
- Odloženi komunalni odpadki na prebivalca 27 kg
- Predelava odpadkov 8.083 1.000 t
- Odstranjevanje odpadkov 404 1.000 t
- Delež odloženih komunalnih odpadkov 5,2%.

Teh odpadkov je v realnosti več ker so bili samo zapisane zbrane količine odpadkov v posamezni kategoriji, pravega števila ne moremo natanko določiti zaradi tega ker je nemogoče izbrati vseh nastalih odpadkov po Sloveniji (Statistični urad Republike Slovenije, [online] 2023).

8 SKLEP

V diplomskem delu je predstavljenih več vrst različnih odpadnih embalaž, ki se uporabljajo tako v Sloveniji kot v svetu. Vrste embalaže so se skozi zgodovino spreminjale, zaradi negativnega vpliva na naravo, ki ga povzroča odlaganje odpadne embalaže na neustrezna mesta, pa se ves čas iščejo rešitve za ustrezno ravnanje z vedno večjimi količinami odpadne embalaže oziroma za zmanjšanje količine le-te.

Pri tem je izjemno pomembna ozaveščenost slehernega posameznika, kakšne negativne posledice lahko ima nepravilno ravnanje z odpadno embalažo – poleg onesnaževanja prsti in vode lahko vpliva tudi na globalno segrevanje zaradi toplogrednih plinov, ki nastajajo pri segrevanju ali preperevanju le-te.

Pravilno ravnanje z odpadno embalažo omogoča nam in našim potomcem človeku in naravi prijazno življenjsko okolje – manj onesnažen zrak, čiste podtalne vode in neonesnažena zemlja, na kateri pridelujemo in bomo pridelovali hrano.

Za doseg oz. uresničitve tega moramo odpadno embalažo ustrezno ločevati in tudi po uporabi z njo ravnati pravilno, torej brez prevelikih negativnih vplivov na okolje, za kar je pomembno tudi to, da odpadno embalažo obdelujemo in/ali predelujemo tako, da pri tem ne izpuščamo v zemljo ali zrak kemikalij in ostalih plinov oz. škodljivih snovi, kar lahko dosežemo s prefiltriranjem ali z zagotavljanjem ustreznih prostorov, v katerih se tovrstna embalaža termično obdeluje.

Za učinkovito delo zbirnih in predelovalnih centrov je potrebno odpadno embalažo pred predelavo pravilno sortirati in jo nato porazdeliti po centrih, v katerih se bodo odpadki ponovno predelali ali izrabili za proizvodnjo energije. Vzdrževanje takšnih krajev po regulacijah ni enostavno, saj morajo vzdrževati določene naravovarstvene standarde, ki preprečujejo prekomerno onesnaževanje.

Zanemarjanje problematike neustreznega ravnanja z odpadno embalažo je prav gotovo posledica slabe ozaveščenosti prebivalcev, ki pa lahko ogromno doprinesejo k izboljšanju stanja na tem področju.

Kljub že opaznim posledicam in povzročeni škodi zaradi neustreznega ravnanja z odpadno embalažo oz. odpadki pa se čedalje več posameznikov ali podjetij ukvarja z iskanjem novih rešitev oz. izboljšav, ki lahko zmanjšajo tovrstno onesnaževanje in pripomorejo k bolj zdravemu, varnejšemu in udobnejšemu življenju.

VIRI, LITERATURA

- 1) Bens consulting [online]. *Označevanje embalažnega materiala*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://www.bens-consulting.com/blog/292/oznacevanje-embalaznega-materiala-obvezno-od-1-1-2022-naprej-tudi-za-kemikalije>
- 2) Eco & beyond [online]. *Migracija škodljivih snovi, problematika odpade embalaže, vpliv na okolje zaradi proizvodnje embalaže*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://www.ecoandbeyond.co>
- 3) Energy central [online]. *Embalaža in energija, vplivi embalaže na okolje v dobavni verigi blaga*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://energycentral.com/about>
- 4) Interzero [online]. *Pomen oznak na odpadnih embalažah*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://www.interzero.si/storitve/ravnanje-z-odpadnimi-produkti/reciklirna-plastika/pomen-oznak-na-embalazi/>
- 5) JP VOKA SNAGA [online]. *Ekološke oznake s področja ravnanja z odpadno embalažo*. (Dostopno 21. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://www.vokasnaga.si/ekoloske-oznake-s-podrocja-ravnanja-z-odpadno-embalazo>
- 6) National Waste & Recycling Association.[online]. *Razvrščanje s pomočjo zraka, razvrščanje na vrtilne tokove, magnetno sortiranje, optično razvrščanje, avtomatsko razvrščanje, ročno razvrščanje, ločevanje odpadne embalaže*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://wasterecycling.org>
- 7) PISRS [online]. *Uredba o embalaži in odpadni embalaži*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED8057>
- 8) PISRS [online]. *Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o odpadkih*. (Dostopno 23. 8. 2023a). Dosegljivo na naslovu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED8121>
- 9) PISRS [online]. *Zakon o varstvu okolja (ZVO-2)*. (Dostopno 23. 8. 2023b). Dosegljivo na naslovu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8286>

- 10) Radonjič, G. *Embalaža in varstvo okolja: Zahteve, smernice in podjetniške priložnosti*. Maribor: Založba Pivec, 2008.
- 11) Recikel [online]. *Embalaža*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://recikel.si/embalaza/kaj-je-embalaza/>
- 12) Recikel [online]. *Kovinska embalaža*. (Dostopno 23. 8. 2023č). Dosegljivo na naslovu: <https://recikel.si/embalaza/kovinska-embalaza/>
- 13) Recikel [online]. *Lesena embalaža*. (Dostopno 23. 8. 2023e). Dosegljivo na naslovu: <https://recikel.si/embalaza/lesena-embalaza/>
- 14) Recikel [online]. *Papirna in kartonska embalaža*. (Dostopno 23. 8. 2023c). Dosegljivo na naslovu: <https://recikel.si/embalaza/papirna-in-kartonska-embalaza/>
- 15) Recikel [online]. *Plastična embalaža*. (Dostopno 23. 8. 2023d). Dosegljivo na naslovu: <https://recikel.si/embalaza/plasticna-embalaza/>
- 16) Recikel [online]. *Steklena embalaža*. (Dostopno 23. 8. 2023b). Dosegljivo na naslovu: <https://recikel.si/embalaza/steklena-embalaza/>
- 17) Recikel [online]. *Vračljiva embalaža*. (Dostopno 23. 8. 2023a). Dosegljivo na naslovu: <https://recikel.si/embalaza/vracljiva-embalaza/>
- 18) Statistični urad Republike Slovenije [online]. *Delež komunalnih odpadkov v Sloveniji, statistični podatki zbranih podatkov, statistika embalaže v Evropi (2023)*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/11103>
- 19) Surovina [online]. *Jekleni odpad*. (Dostopno 23. 8. 2023c). Dosegljivo na naslovu: <https://www.surovina.si/materiali/jekleni-odpad-1>
- 20) Surovina [online]. *Materiali: odpadni materiali*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://www.surovina.si/materiali/odpadna-embalaza>
- 21) Surovina [online]. *Odkup aluminija*. (Dostopno 23. 8. 2023č). Dosegljivo na naslovu: <https://www.surovina.si/odkup/odkup-aluminija>
- 22) Surovina [online]. *Odkup papirja in cena odpadnega papirja*. (Dostopno 23. 8. 2023d). Dosegljivo na naslovu: <https://www.surovina.si/odkup/odkup-papirja>

- 23) Surovina [online]. *Odpadna plastika*. (Dostopno 23. 8. 2023a). Dosegljivo na naslovu: <https://www.surovina.si/prevzem/odpadna-plastika>
- 24) Surovina [online]. *Odpadno steklo*. (Dostopno 23. 8. 2023b). Dosegljivo na naslovu: <https://www.surovina.si/prevzem/odpadno-steklo>
- 25) United States Environmental Protection Agency [online]. *Embalaza in okolje, večplastnost okoljske problematike embalaže*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://www.epa.gov>
- 26) Waste Management World [online]. *Funkcija embalaže*. (Dostopno 23. 8. 2023). Dosegljivo na naslovu: <https://waste-management-world.com>

SEZNAM SLIK

SLIKA 1: ODPADKI V NARAVI, KI SO SE KOPILI VEČ LET.....	31
SLIKA 2: RAZLIČNI ODPADKI IZ PLASTIKE, POBRANI IZ VODE	35
SLIKA 3: DOMAČI IZDELKI IZ STEKLA, KI SE UVRSČAJO MED STEKLENO EMBALAŽO	43
SLIKA 4: IZDELKI IZ KOVINSKE EMBALAŽE	45
SLIKA 5: JEKLENI ODPADKI V POSTOPKU RECIKLAŽE NA ZBIRALIŠČU ODPADKOV SUROVINA	46
SLIKA 6: ODPADKI IZ ALUMINIJA, PRIPRAVLJENI ZA NADALJNO PREDELAVO	48
SLIKA 7: PAPIRNATI ODPADKI, ODVRŽENI ZARADI NEUPORABNOSTI	49
SLIKA 8: KARTONSKA EMBALAŽA.....	50
SLIKA 9: RAZLIČNI ZNAKI ZA EMBALAŽO.....	55

SEZNAM GRAFIKONOV

GRAF 1: DELEŽ ZBRANIH KOMUNALNIH ODPADKOV IN EMBALAŽE V SLOVENIJI V 1. ČETRLETJU 2023.	60
---	----