

# Utjecaj plastike na okoliš

---

**Mandžukić, Ines**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:186:764516>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-27**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
Sveučilišni preddipomski studij politehnike

Završni rad  
**UTJECAJ PLASTIKE NA OKOLIŠ**

Rijeka, rujan 2018.

Ines Mandžukić

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
Sveučilišni preddipomski studij politehnike

Završni rad  
**UTJECAJ PLASTIKE NA OKOLIŠ**  
Mentor: Prof. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger, dipl. ing.

Rijeka, rujan 2018.

Ines Mandžukić

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
STUDIJ POLITEHNIKE

Povjerenstvo za završne i diplomske ispite

Sveučilište u Rijeci Odsjek za politehniku	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur. Broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: Ines Mandžukić

Mat.broj:

Naslov: Utjecaj plastike na okoliš

Opis zadatka: Analizirati životni vijek plastičnih proizvoda u širokoj uporabi od dobivanja sirovine, proizvodnje (opis tehnoloških postupaka) do zbrinjavanja, s posebnim naglaskom na utjecaj svakog od tih stadija na okoliš. Sve potom prikazati na primjeru plastične boce za vodu.

Zadatak zadao: Lidija Runko Luttenberger

Rok predaje rada:

Predsjednik povjerenstva:

Doc. dr. sc. Damir Purković



## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	II
SAŽETAK.....	III
1. UVOD.....	1
2. POLIMERI .....	2
2.1. Sirovine .....	2
2.2. Struktura polimera.....	2
2.3. Karakteristike polimera.....	4
2.4. Proizvodni procesi.....	7
2.5. Najznačanije vrste plastike.....	11
2.6. Zbrinjavanje .....	13
3. UTJECAJ NA OKOLIŠ .....	14
3.1. Utjecaj na ljude .....	14
3.2. Utjecaj proizvodnih procesa na okoliš .....	15
3.2.1. Vađenje nafte .....	15
3.2.2. Rafiniranje nafte.....	16
4. PRIMJER ŽIVOTNOG VIJEKA PLASTIČNE BOCE.....	17
5. ZAKLJUČAK.....	19
LITERATURA.....	20

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Struktura monomera i polimera.....	3
Slika 2.	Shema stroja za ekstruziju.....	7
Slika 3.	Shema stroja za injektivno oblikovanje.....	8
Slika 4.	Prikaz procesa oblikovanja upuhavanjem.....	9
Slika 5.	Shema stroja za rotacijsko oblikovanje.....	10
Slika 6.	Tablica sa najznačajnijim vrstama plastike.....	12

## **SAŽETAK**

U ovom završnom radu analizira se životni vijek jednog plastičnog proizvoda. Opisuju se polimeri, tj. sirovina koja čini plastiku, njihova struktura, glavne karakteristike te najznačajnije vrste plastike u svakodnevnoj uporabi.

Opisuju se četiri najpoznatija proizvodna procesa, zbrinjavanje gotovih proizvoda i u konačnici, utjecaj na okoliš. Sve se prikazuje na primjeru plastične boce kroz njezin cijeli životni ciklus, od samog dobivanja materijala pa sve do zbrinjavanja iskorištenog proizvoda.

Podizanjem javne svijesti o važnosti zdravog okoliša i mogućnostima recikliranja plastike, uvelike bi smanjili izloženost zdravlja ljudi i ekosustava toksičnim tvarima te time pomogli sami sebi, a pogotovo narednim generacijama.

Ključne riječi: polimer, plastika, životni ciklus, utjecaj na okoliš, zbrinjavanje otpada, gospodarenje otpadom



## **ENVIRONMENTAL EFFECTS OF PLASTICS**

### **SUMMARY**

This bachelor's thesis analyses the lifecycle of a plastic product. Description is made of polymers – chemical compounds from which plastics are made, their structure, main characteristics as well as the most frequently used types of plastics in everyday life.

Analysis is also made of the four best known production processes, finished products disposal and environmental effects. All is presented on an example of a plastic bottle throughout its entire lifecycle, from raw materials provision to disposal of used product.

By raising public awareness of the importance of healthy environment and plastic recycling options the exposure of human health and ecosystems to toxic substances would be greatly reduced, thereby we would help ourselves, especially future generations.

Keywords: polymer, plastics, lifecycle, environmental effects, waste disposal, waste management

## **1. UVOD**

Jedan od globalnih problema današnjice je utjecaj, odnosno onečišćenje okoliša plastikom. Plastika ima mnogo vrijednih namjena. Jeftina je i izdržljiva, no kemijska struktura čini ju otpornom na mnoge prirodne procese degradacije i samim time i spore razgradnje. Ova dva čimbenika, dovela su do velike prisutnosti plastičnog onečišćenja u okolišu.

Diljem svijeta se svake minute kupuju milijuni plastičnih boca, a godišnje se iskoristi i do pet trilijuna jednokratnih plastičnih vrećica. Gledajući sveukupno, 50% plastike koju koristimo je jednokratno iskorištena, a trećina plastične ambalaže ne uđe niti u sustav sakupljanja.

Onečišćenje plastikom može ugroziti tlo, rijeke i oceane. Živi organizmi, osobito morske životinje, mogu trpjeti štetu bilo od mehaničkih učinaka kao što su zaplitanje u plastične predmete ili problema vezanih za gutanje plastičnog otpada, ili izloženost kemikalijama iz plastike koje ometaju njihovu fiziologiju. Ljudi su također pogođeni plastičnim onečišćenjem koje može uzrokovati i poremećaje različitih hormonalnih mehanizama.

U nastavku rada je objašnjen životni vijek jednog plastičnog proizvoda, od dobivanja sirovine, njegove strukture, glavnih karakteristika i nekih najznačajnijih vrsta plastike s kojima se svakodnevno susrećemo, pa sve do proizvodnih procesa, zbrinjavanja i konačnici, utjecaja na okoliš.

## 2. POLIMERI

### 2.1. Sirovine

Nafta i prirodni plin glavne su sirovine za proizvodnju plastike. Proces proizvodnje plastike često počinje tretiranjem komponenata sirove nafte ili prirodnog plina u "procesu krekiranja". Ovaj proces dovodi do pretvorbe spomenutih komponenata u ugljikovodične monomere kao što su etilen i propilen. Daljnja obrada daje širi raspon monomera kao što su stiren, vinil klorid, etilen glikol, tereftalna kiselina i mnogi drugi. Ti monomeri se zatim kemijski vezuju u lance koji se nazivaju polimeri. Različite kombinacije monomera daju plastici širok raspon svojstava [1].

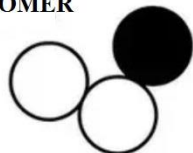
### 2.2. Struktura polimera

Najjednostavnija definicija polimera je kemikalija načinjena od mnogih ponavljajućih jedinica. Polimer može biti trodimenzionalna mreža (ponavljajuće jedinice povezane lijevo i desno, sprijeda i straga, gore i dolje) ili dvodimenzionalna mreža (ponavljajuće jedinice povezane lijevo, desno, gore i dolje u list) ili jednodimenzionalna mreža (ponavljajuće jedinice koje su povezane lijevo i desno u lancu).

Svaka ponavljajuća jedinica je "-mer" ili osnovna jedinica s "polimerom" što znači mnoge ponavljane jedinice. Ponavljajuće jedinice se često sastoje od ugljika i vodika, a ponekad i kisika, dušika, sumpora, klora, fluora, fosfora i silicija. Kako bi se napravio lanac, mnoge veze ili "-mers" kemijski su spojeni ili polimerizirani zajedno [2]. Monomer je mala molekula, a polimer je dug lanac molekula stvorenih od ponavljajućih obrazaca monomera kao što je prikazano na slici 1.

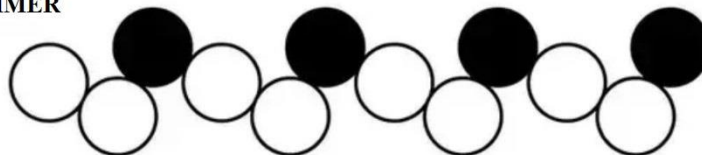
## STRUKTURA MONOMERA I POLIMERA

### MONOMER



Monomer je mala molekula.

### POLIMER



Polimer je dug lanac molekula stvorenih od ponavljajućih obrazaca monomera

**Slika 1. Struktura monomera i polimera [3].**

### **2.3. Karakteristike polimera**

Većina polimera ima specifične karakteristike i sljedeće atribute:

1. Otpornost na kemikalije
2. Toplinska i električna izolacija
3. Vrlo su lagani, a imaju značajnu čvrstoću i izdržljivost
4. Mogućnost obrade na različite načine
5. Polimeri su materijali s naizgled neograničenim rasponom svojstava i boja
6. Obično su načinjeni od nafte, ali ne uvijek

Plastika je podijeljena u dvije različite skupine: termoplaste i duromere. Većina plastike je termoplastična, što znači da jednom kada se formira plastična masa može se grijati i preoblikovati više puta. Ovo svojstvo omogućuje jednostavnu obradu i olakšava recikliranje. Druga grupa, duromeri, ne može se ponovno oblikovati. Nakon što se ova plastika formira, ponovno zagrijavanje uzrokuje raspadanje materijala, a ne topljenje [4].

**Termoplast** je polimer u kojem se molekule drže zajedno pomoću slabih sekundarnih veznih sila koje omekšavaju kada su izložene toplini i vraćaju se u prvobitno stanje kada se ohlade na sobnu temperaturu. Kada se termoplast omekša toplinom, tada se može oblikovati ekstruzijom, oblikovanjem ili prešanjem. Ovaj proces se može ponoviti nekoliko puta.

Termoplastika nudi svestranost i širok raspon primjena. Obično se koristi u pakiranju hrane jer se može brzo i ekonomično oblikovati u bilo koji oblik koji je potreban za ispunjenje funkcije pakiranja. Primjeri uključuju napitke za mlijeko i boce s gaziranim bezalkoholnim pićem [5].

Primjeri primjene termoplasta su:

Polietilen:

- Ambalaža
- Električna izolacija
- Mlijeko i boce za vodu
- Pakiranje filma

Polipropilen:

- Vlakna tepiha
- Automobilski branici
- Mikrovalne posude
- Vanjske proteze

Polivinil klorid (PVC):

- Zakrpe za električne kabele
- Podne i zidne obloge

**Duromer** je polimer koji se učvršćuje ili "skuplja" nepovratno kada se zagrije, odnosno jednom kada očvrstne, ne može se opet omekšati. Duromeri su cijenjeni zbog izdržljivosti i čvrstoće, a koriste se u velikim količinama u automobilima i građevini, uključujući primjene kao što su ljepila, tinte i premazi. Najčešći duromer je kamionska i automobilska guma [5].

Neki primjeri korištenja duromer plastike i njihove primjene u proizvodima su:

Poliuretani:

- Madraci
- Jastuci
- Izolacija

Nezasićeni poliesteri:

- Trupovi broda
- Kada i tuš kada
- Namještaj

Epoksi:

- Ljepila
- Premazi za električne uređaje
- Lopatice helikoptera i mlaznog motora

Fenol formaldehid:

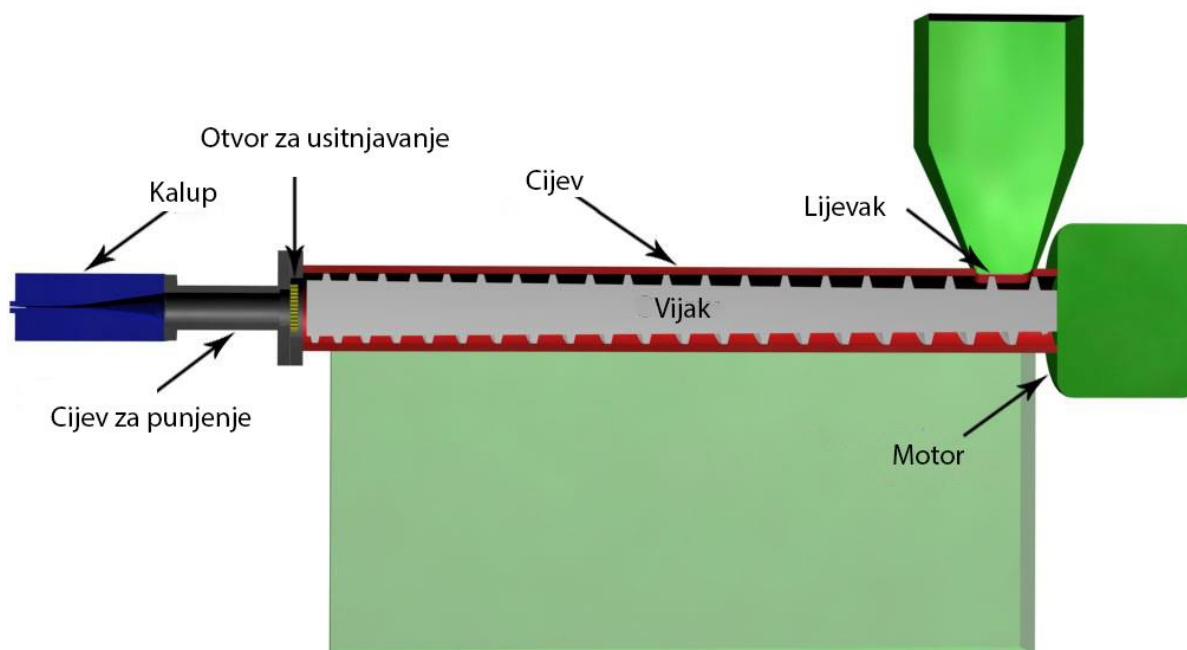
- Električni uređaji

## 2.4. Proizvodni proces

Postoji nekoliko različitih tehnoloških metoda koje se koriste za izradu plastičnih proizvoda. Dolje navedene su 4 glavne metode obrade plastike koje se koriste u svrhu izrade gotovog plastičnog proizvoda kao što je folija, boca, vrećica i slično [6].

### Ekstruzija

Plastične kuglice ili granule utovaruju se u lijevak, te nakon toga u ekstruder, koji je duga grijana komora, kroz koju se plastične granule neprestano miču. Plastika se topi kombinacijom topline samog mehaničkog rada uređaja i one toplog metala koji se nalazi sa strane. Na kraju ekstrudera, istopljena plastika prolazi kroz mali otvor kako bi se formirao konačni proizvod. Pri izlazu iz otvora proizvod se hladi. Ova metoda koristi se za izradu plastičnih folija i vrećica. Slika 2. prikazuje shemu stroja za proces ekstruzije.

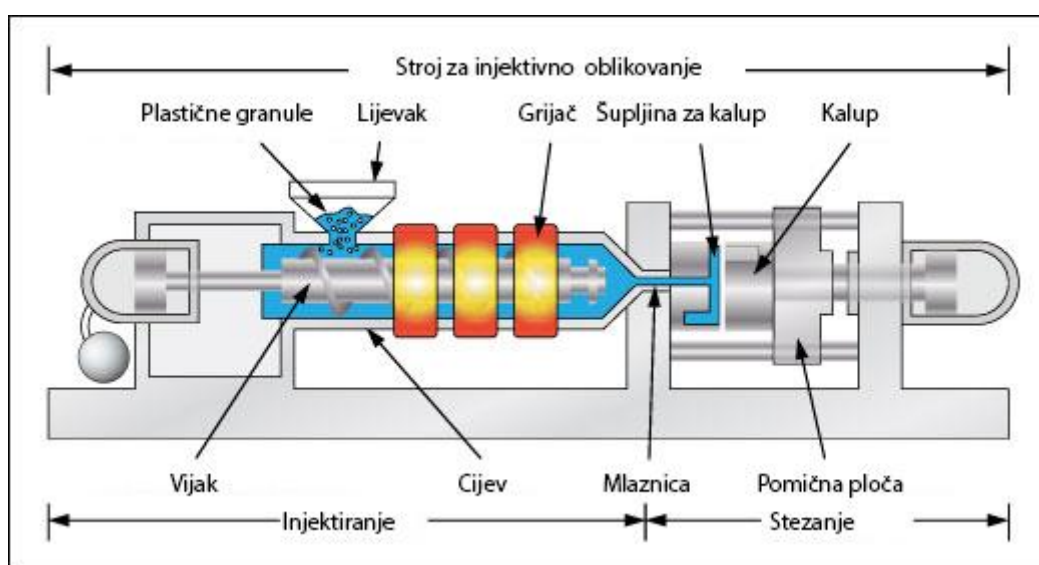


Slika 2. Shema stroja za ekstruziju [7].



## Injektivno oblikovanje

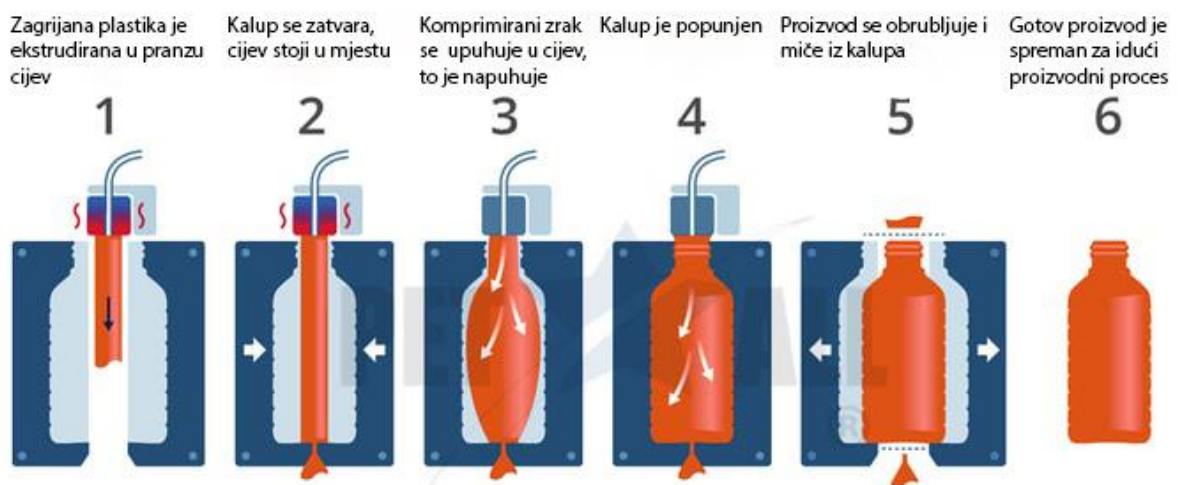
Plastične kuglice ili granule utovaraju se u lijevak u grijanu komoru. Ekstruzijski vijak miče plastiku kroz grijanu komoru, gdje materijal omekšava do tekućeg stanja. Isto kao i u prošlom primjeru, mehanički rad i grijani metal sa strane proizvode toplinu koja topi plastiku. Na kraju komore, "smola" se pod visokim pritiskom ulijeva u ohlađeni, zatvoreni kalup. Jednom kada se plastika stisne, kalup se otvara i proizvod je gotov. Na ovaj način proizvode se posudice za jogurte, plastične cijevi i slično. Shema stroja za injektivno oblikovanje prikazana je na slici 3.



Slika 3. Shema stroja za injektivno oblikovanje [8].

## Oblikovanje upuhavanjem

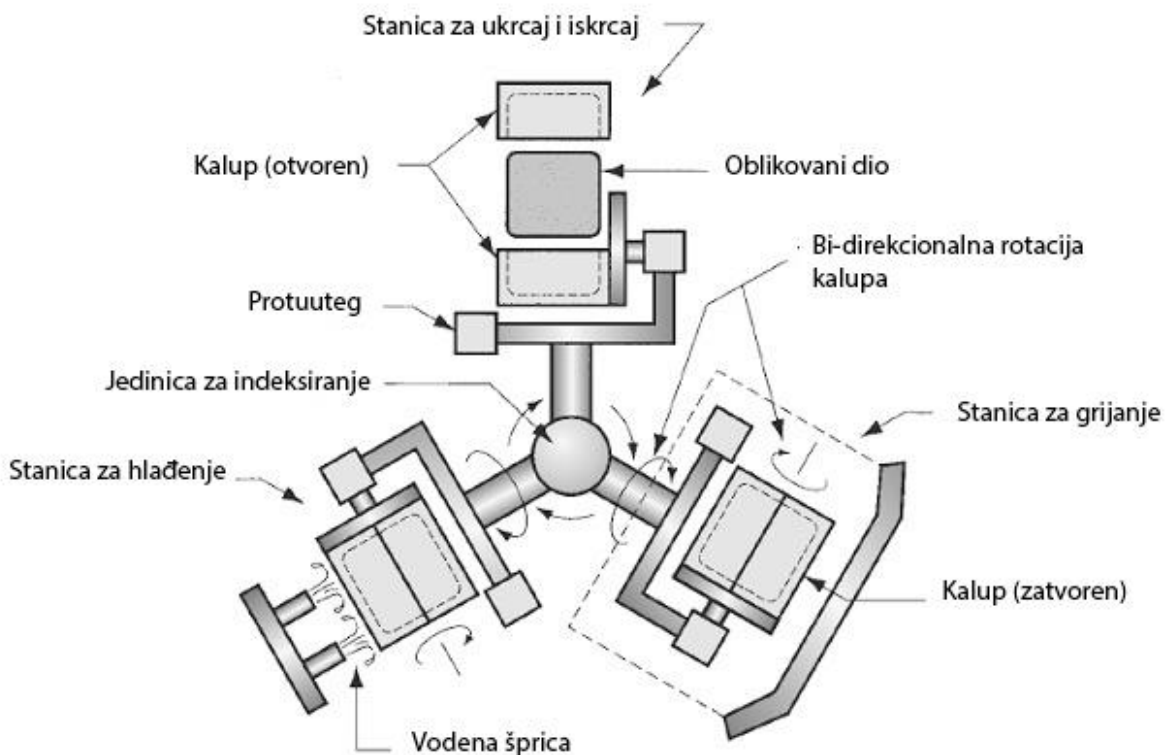
Ovaj proces koristi se skupa sa injektivnim oblikovanjem i ekstruzijom. Cilj procesa je dobiti homogenu smjesu, formirati je u cijev sa željenim presjekom te nakon toga "ispuhati" smjesu u točan oblik proizvoda. Ovaj proces koristi se za proizvodnju šupljih plastičnih proizvoda. Na slici 4. su prikazani koraci proizvodnog procesa plastike upuhavanjem.



Slika 4. Prikaz procesa oblikovanja upuhavanjem [9].

## Rotacijsko oblikovanje

Rotacijsko oblikovanje sastoji se od zatvorenog kalupa koji je spojen na stroj koji ima omogućenu rotaciju na obje osi istovremeno. Plastične granule stavljaju se u kalup, koji je onda zagrijan u peći kako bi se plastika istopila. Rotacija oko obje osi raspoređuje istopljenu plastiku u homogen sloj na unutrašnjosti kalupa dok se sve skupa ne ohladi kao što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Shema stroja za rotacijsko oblikovanje [10].

## 2.5. Najznačajnije vrste plastike

### **PETE**

Polietilen tereftalat (PET ili PETE) je proziran, čvrst materijal koji čini dobru zračnu i plinsku barijeru što ga čini idealnim materijalom za pakiranje pića i hrane.

### **HDPE**

Polietilen visoke gustoće (HDPE) često se koristi u svrhu pakiranja. Ima visoku kemijsku otpornost te otpornost na vlagu. U obliku filma, HDPE se koristi za pakiranje proizvoda kao što su žitarice, a može se koristiti i za pakiranje mlijeka i mliječnih proizvoda. Također, zbog spomenute visoke kemijske otpornosti, koristi se za pakiranje raznih industrijskih kemikalija kao što su deterdženti, izbjeljivači i slično.

### **PVC**

Polivinil klorid (PVC) je proziran, kemijski otporan, stabilan materijal sa dobrom otpornošću na atmosferske prilike. Proizvodi od PVC-a mogu se podijeliti na čvrste i fleksibilne materijale. Zbog otpornosti na većinu kemikalija i velike čvrstoće, čvrst oblik PVC-a najviše se koristi u građevinskoj industriji, pa tako imamo PVC cijevi, prozore i slično. Fleksibilni PVC koristi se kao obloga za žice i kablove, izolaciju, proizvode od umjetne kože kao i u neke medicinske svrhe.

### **LDPE**

Polietilen niske gustoće (LDPE) pretežno se koristi kao film zbog svoje čvrstoće, fleksibilnosti i transparentnosti. LDPE ima nisku točku topljenja, što ga čini popularnim za primjenu gdje je potrebna toplinska izolacija. LDPE se koristi za proizvodnju fleksibilnih filmova kao što su oni koji se koriste za proizvodnju vrećica. LDPE se također koristi za proizvodnju nekih fleksibilnih poklopaca i bočica, a široko se koristi u žičanim i kabelskim aplikacijama zbog stabilnih električnih svojstava i svojstava obrade.















**PP**

Polipropilen ima visoku kemijsku otpornost i također se primjenjuje kao materijal za pakiranje. Ima visoku temperaturu topljenja, što ga čini idealnim za vruće materijale ili tekućine. Ima široko polje primjene, od ambalaže za hranu do dijelova za automobilsku industriju.

**PS**

Polistiren (PS) je vrsta plastike za različite namjene koja može biti čvrsta ili u obliku pjene. Polistiren je proziran, čvrst, ali i krhak materijal. Primjenu nalazi u raznim vrstama ambalaže i laboratorijskoj opremi. Ekspandirani polistiren (EPS) se istisće u obliku filma te se kasnije toplinski oblikuje u ambalažu koju koristimo za pakiranje mesa, ribe i slično [11].

Na slici 6. je prikazana tablica sa najznačajnijim vrstama plastike.

 PETE	 HDPE	 PVC	 LDPE	 PP	 PS	 OTHER
Polietilen teraftalat	Polietilen visoke gustoće	Polivinil klorid	Polietilen male gustoće	Polipropilen	Polistiren	Ostale vrste plastike
Boce za sokove, vodu, ulje	Deterdženti, sredstva za ciscenje, samponi	Folije za hranu, omoti za slatkise	Vrećice za trgovinu, omoti	Igračke, bijela tehnika	Igračke, ambalaža za cd	Ostala plastika, npr. akril, najlon, pleksiglas
						

**Slika 6. Tablica sa najznačajnijim vrstama plastike [12].**

## **2.6. Zbrinjavanje**

Jako je važno spomenuti problem koji prati proizvodnju i korištenje plastike, a to je problem zbrinjavanja otpada. Većina plastike nikada se ne može u cijelosti razgraditi. Postoje biorazgradive vrste plastike koje to mogu, ali to se događa u posebnim postrojenjima. Rješenje za taj problem je reciklaža, a primjena reciklirane plastike raste iz dana u dan. Reciklirana plastika može se ponovno koristiti u proizvodnji skupa sa plastikom koja prije nije bila obrađivana. Za plastiku koja se ne reciklira, postoje WTE (Waste-to-energy) sistemi koji kontroliranjem izgaranjem plastike proizvode toplinsku energiju, koja se dalje može pretvoriti u električnu energiju. U 2005., 13,6% plastičnog otpada u SAD-u, prošlo je kroz WTE sistem. Najveći dio plastičnog otpada, 54,3%, odlaze se na deponije. Na dna deponija, postavljaju se posebni slojevi plastike pomoću kojih se nastoji spriječiti bilo kakvo zagađenje okoliša i podzemnih voda kod ove vrste odlaganja.

Potrebno je identificirati otpad koji je zaslužan za najviše onečišćenja kako bi se prioritizirale specifične mjere protiv onečišćenja. Prioritizacija bi trebala biti temeljena na razini štete uzrokovane u okolišu, kao i ekonomske i društvene štete, sve kako bi se poduzele najisplativije mjere zaštite [13].

### 3. UTJECAJ NA OKOLIŠ

#### 3.1. Utjecaj na ljude

U skupini članaka iz 2009., gdje je više od 60 znanstvenika dalo svoje mišljenje, sagledan je utjecaj plastike na okoliš i ljudsko zdravlje. Od početka proizvodnje plastike 1940. godine, plastika je postala dio ljudske svakodnevnice. U današnje vrijeme, godišnje se proizvede više od 300 milijuna tona plastike i plastičnih proizvoda.

Dokazano je da neki od kemijskih spojeva koje čine plastiku toliko svestranu štetno utječu na okoliš i ljudsko zdravlje.

Neki od primjera:

- ljudsko tijelo absorbira neke od kemikalija koje se dodaju plastici
- plutajući "otoci" plastike, koji u moru mogu ostati tisućama godina, štete životinjama i služe kao sredstvo transporta invazivnih vrsta koje mogu naškoditi staništima životinja
- plastika zakopana na odlagališta može ispuštati štetne kemikalije u podzemne vode

Ljudi su izloženi kemikalijama iz plastike na dnevnoj bazi kroz zrak, prašinu, vodu. Bisphenol A (BPA), koji postoji u bocama za piće, može ispustiti kemikalije u hranu i piće. Istraživanje je pokazalo da 93% populacije SAD-a ima mjerljivu razinu BPA u urinu. Ljudi sa viskom razinom BPA imaju povećane rizike od srčanih bolesti i dijabetesa. Testiranje na životinjama također je otkrilo potencijal za oštećivanje mozga i reproduktivnog sustava.

Istraživanja su pokazala da BPA utječe na sposobnost razmnožavanja svih životinjskih vrsta, a posebno utječe na razvoj morskih životinja.

Više od jedne trećine plastičnog otpada su pakiranja kao što su boce i vrećice, od kojih većina završe u prirodi. Poznato je više od 180 životinjskih vrsta koje će progutati plastični otpad.

Industrija plastike jedan je od većih potrošača fosilnih goriva tako da 8% svjetske proizvodnje nafte otpada na proizvodnju plastike. Budući da je proizvodnja plastike u stalnom rastu, treba poraditi na njenoj održivosti. Jedno od potencijalnih rješenja je tretirati plastiku kao ponovno iskoristivi materijal umjesto jednokratnog materijala koji se olako baca.

Još jedna opcija je povećati dostupnost biorazgradive plastike od obnovljivog materijala koji se izrađuje [14].

## **3.2. Utjecaj proizvodnih procesa na okoliš**

### **3.2.1. Vađenje nafte**

Operacije istraživanja i bušenja u svrhu pronalazanja nafte ometaju kopnene i vodene ekosisteme. Seizmička ispitivanja tla koja se vrše radi otkrivanja nafte u podmorju mogu imati štetne posljedice za ribe i ostale morske životinje. Na kopnu, bušenje također zahtjeva da se površina očisti od vegetacije. U današnje vrijeme, sa naprednijom tehnologijom, postoje metode koje smanjuju utjecaj istraživanja nafte na okoliš. Sateliti, razni senzori, 3-D te 4-D seizmičke tehnologije omogućuju pronalazak nafte uz smanjeni broj naftnih bušotina, a time i manjim štetnim djelovanjem na okoliš.

Jedna od tehnika koja se koristi za vađenje nafte iz škriljca i ostalih sličnih geoloških nakupina je hidraulično frakiranje. Spomenuta tehnika ima negativan utjecaj na okoliš: lomljenje kamena zahtjeva velike količine vode i koristi potencijalno otrovne kemikalije da odvoji naftu od kamenog sloja. U nekim područjima, velika potrošnja vode za bušenje može smanjiti dostupnost vode za druge svrhe i također utjecati na vodena staništa. Neispravna konstrukcija ili rukovanje bunarima mogu prouzročiti curenje tekućina koje se koriste za lomljenje kamena. Isto tako, hidraulično bušenje proizvodi veliku količinu otpadnih voda koja sadrži otopljene kemikalije i druge štetne tvari koje bi trebalo tretirati prije odlaganja. Otpadne vode obično se odlažu na način da se injektiraju u duboke bunare, najčešće vodospreme slane vode. Injektiranje može prouzrokovati i manje potrese.

Crpilišta nafte zatvaraju se kada postanu neisplativa, a područje oko crpilišta moguće je obnoviti. Stare naftne platforme se ruše i ostavljaju na dnu mora kao dio "Rigs-to-reefs" programa. Kroz duži period, koralji i ostale morske životinje nastane platformu. Ti umjetni "grebeni" privlače ribe te na taj način povećavaju njihovu populaciju [15].



### 3.2.2. Rafiniranje nafte

Rafiniranje nafte je jedna od većih industrija i jedan od ključnih dijelova svjetske ekonomije. Ipak, taj proces ima mnogobrojne štetne utjecaje na okoliš. Rafiniranje nafte se može definirati kao proces kojim se sirova nafta pretvara u neki od naftnih prerađevina kroz niz fizičkih i kemijskih tehnika separacije. Tehnike uključuju frakcioniranje, kreiranje, hidriranje, postupak kombinacije i miješanja te proizvodnju i transport.

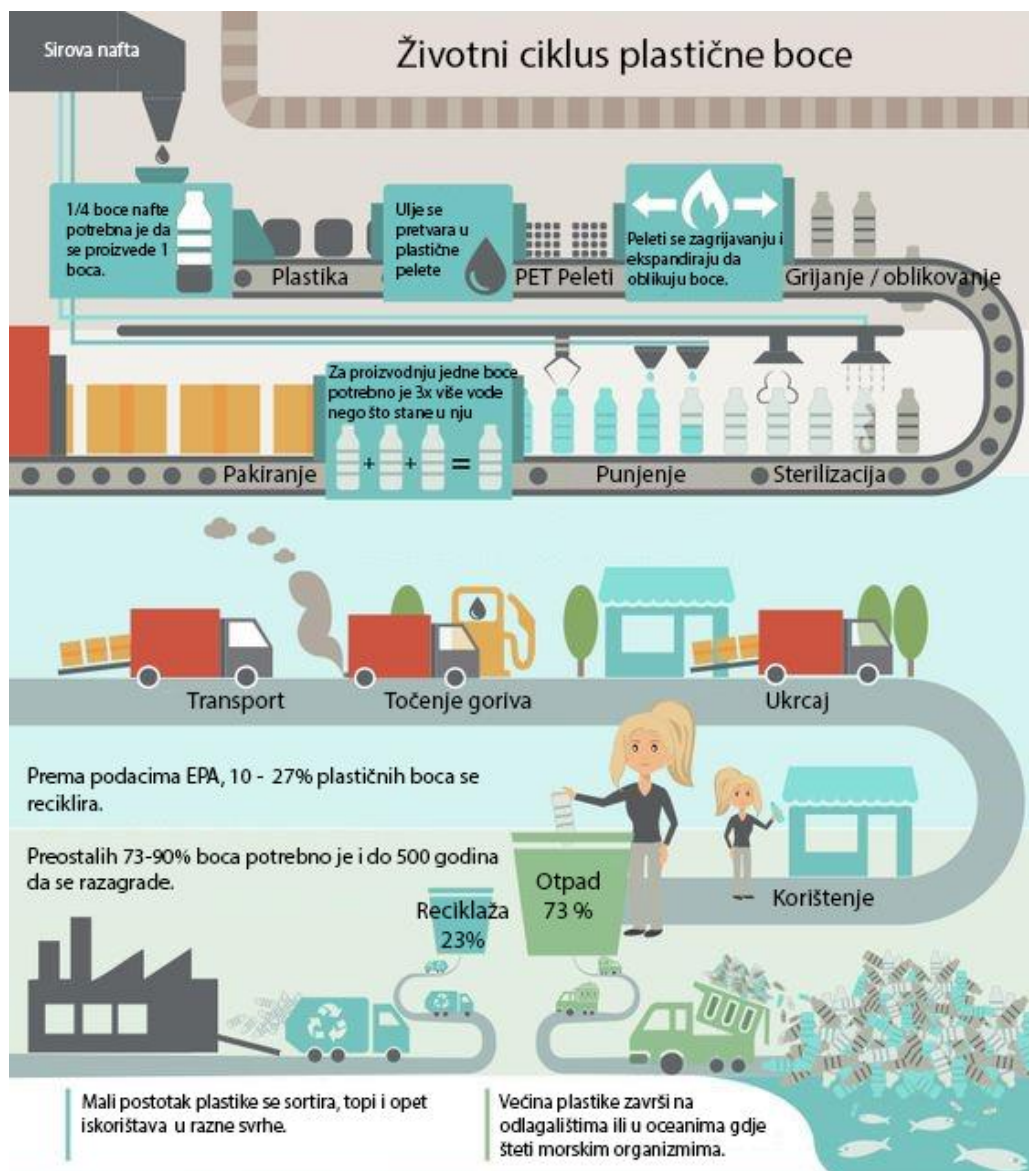
Rafinerije su jedan od glavnih izvora štetnih i toksičnih onečišćivala kao što su BTEX mješavina (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen). Također, tu su i dušični oksidi ( $\text{NO}_x$ ), ugljični monoksid (CO), vodik sulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ) i sumporni dioksid ( $\text{SO}_2$ ). Rafinerije ispuštaju i drugi toksični otpad, kao što je prirodni plin (metan). Neke od kemikalija koje se ispuštaju u procesu rafiniranja su poznate kao kancerogene tvari, odgovorne za probleme u razvoju i reprodukciji. Isto tako, neke od njih mogu pogoršati neke respiratorne probleme, kao što je npr. astma. Ispuštanje štetnih tvari u zrak u rafineriji dolazi iz mnogih izvora, ali primarno iz visoko-temperaturnih izgaranja i izgaranja goriva. Kombinacija hlapljivih ugljikovodika i oksida dušika doprinosi i stvaranju ozona, jednog od najvećih problema onečišćenja zraka danas.

Osim zraka, rafinerije uvelike doprinose onečišćenju podzemnih, ali i površinskih voda. Primarni onečišćivači su otpadne vode koje se odlažu u duboke bunare u tlu, ali neke od njih završe i u površinskim vodama. Budući da dolazi u kontakt sa puno štetnih tvari jer se koristi u mnogim procesima rafiniranja, ta voda je veoma zagađena i štetna za okoliš iako se reciklira i prolazi kroz mnoge faze pročišćavanja prije ispuštanja. Uvedeni su propisi kojima je ograničena količina sulfida, amonijaka, suspendiranih čestica i drugih spojeva koji mogu biti prisutni u otpadnim vodama, ali to ne može utjecati na značajno onečišćenje i štetu od ispuštanja otpadnih voda u prošlosti.

Tlo se osim čestog nekontroliranog istjecanja nafte iz spremnika i cjevovoda najčešće kontaminira odlaganjem otrovnog otpada, potrošenih katalizatora, koksne prašine i raznih otpadnih materijala iz proizvodnog procesa [16].

#### 4. PRIMJER ŽIVOTNOG VIJEKA PLASTIČNE BOCE

Životni ciklus plastične boce, slika 7., uključuje velik broj proizvodnih procesa koji koriste puno energije. Boce se prevoze u više navrata, što dodatno povećava potrošnju goriva i ispuštanje stakleničkih plinova.



Slika 7. Životni ciklus plastične boce [17].

Temeljem prikazanog na slici 7. se u nastavku navode svi stadiji životnog ciklusa plastične boce – od samog dobivanja materijala, odnosno sirovine, broja krugova otpremništva koja sudjeluju u proizvodnji boce vode, a svaka od tih faza zahtjeva prijevoz vozilima koja tijekom pogona ispuštaju štetne i stakleničke plinove i stvaraju otpad, do konačnog odlaganja iskorištene plastične boce.

#### Proizvodnja:

1. Sirova nafta i prirodni plin izvlače se iz zemlje ekstrakcijom.
2. Pretovar 1: Sirova nafta se otprema u rafineriju.
3. Rafinerija zatim destilira naftu u potrebne komponente, tj. plin, loživo ulje, itd. Jedna četvrtina boce nafte potrebna je da se proizvede 1 plastična boca.
4. Pretovar 2: Frakcije se isporučuju u tvornicu plastike.
5. U tvornici plastike, frakcije se kemijski vežu sa plinskim molekulama kako bi se stvorili monomeri. Monomeri se podvrgavaju kemijskim procesima koji ih vežu skupa u polietilen tereftalat (PET), polimer od kojih je izrađena većina plastičnih boca.
6. PET mješavina je u ovoj fazi u obliku sitnih peleta. U tvornici se ti peleti tope i mješavina se ubacuje u kalupe. U ovom koraku boca dobiva svoj oblik.
7. Pretovar 3: Nakon oblikovanja slijedi sterilizacija boca te se prazne plastične boce otpremaju u postrojenje za punjenje boca.
8. Postrojenje za punjenje puni bocu vodom te se boce pakiraju. Za proizvodnju jedne boce potrebno je 3 puta više vode nego što stane u nju.

#### Distribucija:

9. Pretovar 4: Boce za vodu potom se zapakirane šalju u trgovine gdje se slažu na police.
10. Pretovar 5: Kupac kupuje bocu vode i odvozi ih iz trgovine.
11. Na kraju se prazna boca baca u smeće ili daje u reciklažu.

#### Odlaganje:

12. Pretovar 6: Boce odvoze službe za odlaganje otpada. Oko 73 – 90% boca odlazi direktno na odlagališta otpada, gdje im treba oko 500 godina da se raspadnu.
13. Ostalih 10 – 27% boca se reciklira. U reciklažnim centrima boce se sortiraju, tope te iskorištavaju u izradi drugih proizvoda.

## **5. ZAKLJUČAK**

Već prilikom odabira teme završnog rada, bila sam u velikoj mjeri upoznata s problemom utjecaja plastike na naše okruženje. Naime, plastika je izvrstan materijal s brojnim prednostima koje doprinose održivom razvoju, koje ju čine prvim izborom za mnoge primjene. Nažalost, sve dobre strane plastike istovremeno zasjenjuju upravo njezina svojstva, široka uporaba i negativan imidž zbog problema zbrinjavanja otpada koji je izrazito vidljiv i sveprisutan. Krivo je prije svega, neprikladno i loše postupanje ljudi s plastičnim otpadom.

Autorica smatra da bi se trebala podizati svijest javnosti o zagađenju okoliša jer uz stvaranje javne svijesti o važnosti zdravog okoliša, mehanizama kontrole proizvodnje otpada, alternativnih načina odlaganja te postrojenja za recikliranje plastike, pomogli bi sami sebi, a pogotovo narednim generacijama. Time bi se smanjila izloženost zdravlja ljudi i ekosustava toksičnim tvarima i povećala vjerojatnost za postizanje zdravijeg društva i čistog okoliša.

## LITERATURA

- [1] Lifecycle of a Plastic Product, Polymerization: Raw Materials, American Chemistry Council  
<https://plastics.americanchemistry.com/Life-Cycle/>  
01.07.2018.
- [2] The Basics: Polymer Definition and Properties, American Chemistry Council  
<https://plastics.americanchemistry.com/The-Basics/>  
01.07.2018.
- [3] What's the difference between a monomer and a polymer?, 07.09.2017.  
<https://www.quora.com/Whats-the-difference-between-a-monomer-and-a-polymer>  
10.07.2018
- [4] Lifecycle of a Plastic Product, Polymerization: Characteristics of Plastics, American Chemistry Council  
<https://plastics.americanchemistry.com/Life-Cycle/>  
10.07.2018.
- [5] How Plastics Are Made, The Two Plastic Types, American Chemistry Council  
<https://plastics.americanchemistry.com/How-Plastics-Are-Made/>  
02.07.2018.
- [6] Lifecycle of a Plastic Product, Production Processes: Processing Methods, American Chemistry Council  
<https://plastics.americanchemistry.com/Life-Cycle/>  
11.07.2018.
- [7] The Extrusion Thermoforming Process Made Easy, Senadheera Jayakody, 06.01.2011.  
[https://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/77254-the-extrusion-thermoforming-process-made-easy/#imgn\\_1](https://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/77254-the-extrusion-thermoforming-process-made-easy/#imgn_1)
- [8] Injection Molding an IC into a Connector or Consumable Item, Stephen Unruh, 03.08.2010.  
<https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/4717>
- [9] Why Choose PET All Manufacturing for Blow Molding Machines?, 17.07. 2018.  
<https://www.petallmfg.com/blog/why-choose-pet-all-manufacturing-for-blow-molding-machines/>

- [10] Blow & Rotational Molding  
<https://www.sinotech.com/resources/tutorials/blow-rotational-molding/>  
28.07.2018.
- [11] Lifecycle of a Plastic Product, 7 Major Plastics, American Chemistry Council  
<https://plastics.americanchemistry.com/Life-Cycle/>  
28.07.2018.
- [12] Plastic Coding System Guide For Resin Types, 02.08.2017.  
<http://www.polychem-usa.com/plastic-coding-system/>
- [13] Top Marine Beach Litter Items in Europe, Anna Maria Addamo, Perrine Laroche, Georg Hanke, JRC Technical Reports 2017.  
<http://mcc.jrc.ec.europa.eu/dev.py?N=41&O=441>
- [14] Plastic Not-So-Fantastic: How the Versatile Material Harms the Environment and Human Health, Jessica A. Knoblauch, Environmental Health News, 2. srpnja 2009.  
<https://www.scientificamerican.com/article/plastic-not-so-fantastic/>  
28.07.2018.
- [15] U.S. Energy Information Administration, Oil: Crude and Petroleum Products, Oil and the Environment  
[https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=oil\\_environment](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=oil_environment)  
12.08.2018.
- [16] The Hazardous Substance Research Centers/South & Southwest Outreach Program, Environmental Impact of Petroleum Industry, srpanj 2003.  
[https://cfpub.epa.gov/ncer\\_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.files/fileID/14522](https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.files/fileID/14522)
- [17] The Life Cycle of a Plastic Water Bottle, 14.06.2017.  
<https://angelwater.com/blog/life-cycle-plastic-water-bottle/>

## **PRILOZI**

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija