

# Proizvodnja polimerne ambalaže za medicinske proizvode

---

**Glavaš, Kristina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:228259>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-27**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
TEHNIČKI FAKULTET

Prijediplomski sveučilišni studij strojarstva

Završni rad

**PROIZVODNJA POLIMERNE AMBLAŽE ZA MEDICINSKE  
PROIZVODE**

Rijeka, rujan 2024.

Kristina Glavaš

0069088379

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Prijediplomski sveučilišni studij strojarstva

Završni rad

**PROIZVODNJA POLIMERNE AMBLAŽE ZA MEDICINSKE  
PROIZVODE**

Mentor: Prof. dr. sc. Roko Dejhalla

Rijeka, rujan 2024.

Kristina Glavaš

0069088379

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**TEHNIČKI FAKULTET**  
**POVJERENSTVO ZA ZAVRŠNE ISPITE**

Rijeka, 28. studenoga 2023.

Zavod: **Zavod za brodogradnju i inženjerstvo morske tehnologije**  
Predmet: **Zaštita okoliša**  
Grana: **2.16.01 inženjerstvo okoliša**

## ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: **Kristina Glavaš (0069088379)**  
Studij: Sveučilišni prijediplomski studij strojarstva

Zadatak: **PROIZVODNJA POLIMERNE AMBALAŽE ZA MEDICINSKE PROIZVODE /  
PRODUCTION OF POLYMER PACKAGING FOR MEDICAL PRODUCTS**

**Opis zadatka:**

U radu je potrebno provesti općeniti pregled o vrstama i upotrebi polimera, uz poseban osvrt na ambalažu za medicinske proizvode. Opisati postupke i procese kod proizvodnje takve ambalaže. Obraditi vrste medicinskog otpada, te metode njegovog zbrinjavanja, uz analizu utjecaja na čovjeka i okoliš. Osvrnuti se na ambalažu za odlaganje medicinskog otpada. Prikupljene podatke analizirati i prikazati odgovarajućom metodom, te iznijeti zaključna razmatranja.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

Zadatak uručen pristupniku: 20. ožujka 2023.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

Prof. dr. sc. Roko Dejhalla

---

Izv. prof. dr. sc. Samir Žic

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Ja, Kristina Glavaš, izjavljujem da sam rad pod nazivom „Proizvodnja polimerne ambalaže za medicinske proizvode“ izradila samostalno koristeći se navedenom literaturom i znanjem stečenim kroz dosadašnje obrazovanje te konzultacijama s mentorom.

Rijeka, rujan 2024.

Kristina Glavaš



## Sadržaj

1. UVOD .....	7
2. OPĆENITO O POLIMERIMA .....	8
2.1 Podjela polimera .....	9
2.2 Upotreba polimera .....	11
2.3 Proizvodnja polimera .....	13
3. POLIMERNA AMBALAŽA ZA MEDICINSKE PROIZVODE.....	16
3.1 Medicinski proizvodi koji zahtjevaju polimernu ambalažu .....	16
3.2 Postupci izrade polimerne ambalaže za medicinske proizvode.....	19
4. MEDICINSKI OTPAD I UTJECAJ NA ČOVJEKA I OKOLIŠ.....	23
4.1 Medicinski otpad .....	24
4.2 Ambalaža za odlaganje medicinskog otpada.....	28
4.3 Utjecaj na čovjeka i okoliš .....	31
4.4 Upravljanje medicinskim otpadom Kliničkog bolničkog centra Rijeka .....	34
5. ZAKLJUČAK.....	41
Literatura .....	43
Popis slika.....	46
Popis tablica.....	47
Sažetak.....	48
Summary.....	49

## 1. UVOD

U svijetu se premalo vodi briga o okolišu. Poznato je da su oceani, rijeke, šume, livade krcate otpadom jer se čovjek ne brine dovoljno o okolišu. Ako se ne brine dovoljno o zaštiti okoliša tada se dovodi u opasnost zdravlje čovjeka. Čovjek je svakodnevno u kontaktu s raznim materijalima, a veliki dio tih materijala čine polimeri. Polimeri se upotrebljavaju u svim granama industrije, graditeljstvu, proizvodnji ambalaže, medicini, poljoprivredi. Proizvodnja polimera u svijetu je u porastu, proizvedu se milijuni tona proizvoda načinjenih od polimera.

Zbog dobre kemijske otpornosti na kemikalije polimeri su odličan izbor za izradu raznih vrsta ambalaža u medicini. Samo neki od primjera primjene polimera su razne vrste epruveta, šprice, posude, jednokratne rukavice, jednokratni pribor za jelo, sustavi za infuziju, vrećice za krv i urin, višenamjenske mjerne posude i ambalaža za sterilizirane medicinske instrumente. Zbog široke rasprostranjenosti polimera postavlja se pitanje što s tim predmetima kada oni postanu otpad? Ako se otpad ne skladišti na pravi način tada dolazi do onečišćenja okoliša koje ima loše djelovanje na zdravlje ljudi, životinja i cijelog ekosustava.

Kako bi se količine otpada smanjile potrebno je reciklirati što je moguće više. Vrlo bitno je reciklirati samo ono što neće ostaviti posljedice na čovjeka. Tako se većina otpada koji je nastao u medicinskim ustanovama ne može reciklirati. Sustavi za infuziju, šprice i sličan jednokratni materijal izrađen od polimera nikako se ne smije reciklirati kako ti proizvodi ne bi uzrokovali infekcije. Zato svi proizvodi izrađeni od polimera koji se koriste tijekom pružanja njege i zaštite čovjeku spadaju u infektivni medicinski otpad kojim se upravlja i skladišti na poseban način. U odnosu na proizvode koji se koriste u medicini, razne boce, pribor za jelo, čaše, posude za skladištenje hrane i vrećice moguće je reciklirati. Potrebno je posvjestiti da se uporaba jednokratnih proizvoda može smanjiti uporabom drugih proizvoda koji se mogu koristiti dugotrajnije. Tako na primjer umjesto skladištenja hrane u polimerne posude hrana se može skladištiti u staklenim posudama, plastične boce se tako mogu zamijeniti uporabom staklenih boca, itd.

U ovom radu navedena je ambalaža za medicinske proizvode koja je izrađena od polimera, postupci izrade ovakve ambalaže te zbrinjavanje medicinskog otpada. Opisani su i utjecaji medicinskog otpada na okoliš te načini zbrinjavanja medicinskog otpada.



## 2. OPĆENITO O POLIMERIMA

Na samom početku prvo će se nešto reći o polimerima, njihovoj proizvodnji, njihovoj podjeli i njihovoj uporabi. Riječ polimer sastoji se od dvije grčke riječi „poly“ što u prijevodu znači mnoštvo, puno i „meros“ što u prijevodu znači dio. Polimeri su tvari koje su nastale kemijskim povezivanjem monomera (malih molekula) u makromolekule (velike molekule), a postupak nastajanja polimera naziva se polimerizacijom. Procesom polimerizacije dobiva se polimerizat koji se rijetko kao takav koristi, pa se podvrgava postupcima oplemenjivanja.

Jedni od prvih materijala s kojima je čovjek bio upoznat su prirodni organski polimeri kao što su vlakna životinjskog i biljnog porijekla, koža i drvo. Početkom 20. stoljeća otkriveni su sintetički polimeri i zatim je počela njihova primjena.

Polimeri imaju mnogo povoljnih svojstava što je razlog njihovoj raširenoj uporabi. Polimeri imaju visoku čvrstoću, niske gustoće, lako se proizvode, jeftini su, lako se oblikuju, pojedini polimerni materijali pogodni su za masovnu proizvodnju, vrlo dobra toplinska i električna izolacijska svojstva te postojanost na djelovanje agresivnih medija.

Nedovoljna toplinska postojanost polimernih materijala je glavni nedostatak koji njihovu primjenu ograničava. Toplinska postojanost je sposobnost zadržavanja oblika pri izlaganju povišenim temperaturama. Prilikom izlaganja pri povišenim temperaturama duromerima se smanjuje masa, a plastomeri brzo omekšavaju te im se gubi početna funkcija i oblik. Drugi važan nedostatak polimera je niska tvrdoća pa se polimeri rijetko koriste pri izradi konstrukcija koje su izložene povišenim površinskim pritiscima. Neki od nedostataka koje imaju neki polimeri su upijanje tekućina i bubrenje. [2]

Kako bi se osnovna svojstva polimera poboljšala i modificirala dodaju se pojedini dodatci koji zatim polimer čine prikladnim za primjenu. Mnogo je dodataka, a mogu se svrstati u dvije skupine dodatke za poboljšavanje preradljivosti i dodatke za poboljšavanje svojstava. Dodatci mogu biti [1]:

- modifikatori površinskih svojstava: antistatici, dodatci za smanjivanje neravnina na površini, regulatori adhezivnosti, vanjska maziva,

- modifikatori površinskih svojstava: punila, omekšavala, prijanjala, dodatci za povišenje žilavosti, ojačavala,
- modifikatori optičkih svojstava: pigmenti, strukturizatori, bojila,
- za produljenje postojanosti proizvoda: antioksidansi, svjetlosni stabilizatori, biocidi (tvari koje sprječavaju rast mikroorganizama), antistatici,
- reakcijske tvari: umrežavala, dodatci za smanjenje gorivosti, pjenila,
- ostali dodatci polimerizatu: dezodoransi, parfemi, upijala vlage,
- za poboljšanje preradljivosti: regulatori viskoznosti, maziva, punila, odvajala.

## 2.1 Podjela polimera

Polimeri se mogu podijeliti na nekoliko načina: prema postanku, s obzirom na uređenost njihove strukture, s obzirom na kemijski sastav ili s obzirom na ponašanje pri povišenoj temperaturi. Neke od podjela polimera navedene su u nastavku.[1]

Polimeri prema postanku mogu biti:

- prirodni (prirodni kaučuk),
- sintetski (polivinil kloridni polimerizat).

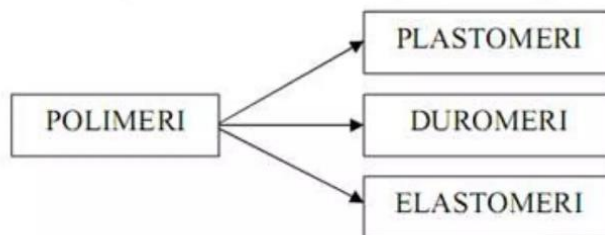
S obzirom na uređenost njihove strukture polimeri mogu biti:

- amorfni,
- kristalasti,
- kristalani.

S obzirom na kemijski sastav polimeri se mogu podijeliti na:

- organske,
- anorganske.

S obzirom na ponašanje pri povišenoj temperaturi polimeri se mogu podijeliti na: plastomere, duromere i elastomere. Na slici 2.1 prikazana je podjela polimera s obzirom na ponašanje pri povišenoj temperaturi.



Slika 2.1 Podjela polimera s obzirom na ponašanje pri povišenoj temperaturi [16]

Prilikom zagrijavanja plastomera dolazi do njihovog omekšavanja. Daljnjim povećanjem temperature tale se zatim su pogodni za praoblikovanje. Hlađenjem plastomeri opet prelaze u čvrsto stanje i zadržavaju svojstva koja su imali prije samog zagrijavanja. Ovaj proces može se više puta ponavljati što olakšava rad i proizvodnju. Plastomere karakterizira velika čvrstoća i mogu se lako oblikovati. Zato su plastomeri pogodni za izradu kompliciranih proizvoda. Neki od najzastupljenijih plastomera u proizvodnji i primjeni su: polivinil klorid, polietilen, polistiren, polipropilen. Plastomeri su najzastupljeniji u ukupnoj proizvodnji u odnosu na druge vrste polimera.

Uslijed pregrijavanja duromeri se degradiraju, njihova postojeća struktura se razara i početna svojstva se gube. Uslijed ohlađivanja duromeri se ne vraćaju u slično onome prije početka zagrijavanja. Duromeri nakon ohlađivanja imaju drugačija svojstva u odnosu na svojstva prije zagrijavanja. Zbog tog duromeri imaju svojstvo postojanosti oblika i dimenzija pri povišenim temperaturama. Duromeri su zastupljeni u proizvodnji plovila, kućišta raznih uređaja, raznih dijelova u zrakoplovnoj industriji. Neki od najzastupljenijih duromera u proizvodnji su razne vrste smola, a neke od njih su poliesterske, epoksidne, fenol formaldehidne i poliuretanske smole.

Elastomeri su vrsta polimera koji imaju svojstva velike elastičnosti, male čvrstoće, sposobnost vraćanja u prvobitni oblik i dobru podatljivost. Sile svojim djelovanjem uzrokuju elastične deformacije do određene granice. Zbog svojih svojstava elastomeri su vrlo zastupljeni za izradu

elemenata koji služe za prigušivanje vibracija, buke, za razne zaštitne obloge i za pneumatiku vozila.  
[2]

## 2.2 Upotreba polimera

Danas se polimeri upotrebljavaju u gotovo svim područjima čovjekovog života. Mnogo je proizvoda izrađenih od polimera koji se koriste svakodnevno, poput raznih pakiranja, vrećica i posuda za skladištenje hrane. Vrećice za pakiranje hrane jedan su od primjera uporabe polimera gotovo svakodnevno. Na slici 2.2 prikazani su vrećice izrađene od polietilena koje služe za pakiranje hrane.



*Slika 2.2 Vrećice za pohranu hrane [15]*

Polietilen je polimer kristalne strukture. Polietilen koji ima nisku molekularnu masu ima visoku tecivost i pogodan je za preradu injekcijskim prešanjem. Polietilen koji ima visoku molekularnu masu ima nisku tecivost i pogodan je za preradu toplim oblikovanjem i ekstrudiranjem. Prednost polietilena je u tome što su neutralni na utjecaj kemikalija te su pogodni za izradu raznih ambalaža u medicinske svrhe. Velika prednost polietilena je u tome što imaju dobra električna svojstva, nisku cijenu, dobra mehanička svojstva i jednostavno se prerađuju. Zbog svih navedenih prednosti polietilen je dobar izbor kod proizvodnje raznih pakiranja poput jednokratnih vrećica za pohranu hrane, jednokratnih

rukavica, medicinskih bočica s kapaljkom i šprice. Polietilen koristi se i u izradi medicinske opreme. [6] Na slici 2.3 prikazana je primjena polietilen tereftalata u proizvodnji raznih boca i posuda.



*Slika 2.3 Razne vrste boca i posuda napravljene od polietilen tereftalata [17]*

Stiren/akrilonitril ima amorfnu strukturu. Njegove prednosti su u tome što je postojan, proziran i netoksičan. Stiren/akrilonitril je u odnosu na polistiren tvrdi i otporniji na organska otpala. Jedan od primjera primjene stiren/akrilonitrila je i njihova primjena u proizvodnji čaša, pribora za jelo, dijelova hladnjaka, raznih posuda i dijelova drugih aparata. [2] Na slici 2.4 prikazane su čaše i pribor za jelo izrađeni od stiren/akrilonitrila.



*Slika 2.4 Čaše i pribor za jelo izađeni od stiren/akrilonitrila [18]*

Polimeri se primjenjuju i u izradi kanalizacijskih cijevi, cijevi dobro podnose visoke temperature i agresivne otpadne vode. Polimeri imaju jako široku primjenu kao što se moglo vidjeti u navedenim primjerima. Još neka od područja gdje se primjenjuju polimeri su: proizvodnja igračaka, spremnici za kemikalije, vodu, gorivo, dijelovi kućanskih aparata, prozorski okviri, izolacija električnih kabela, izrada raznih kućišta, dijelovi ležajeva, zupčanika, itd. [2]

### **2.3 Proizvodnja polimera**

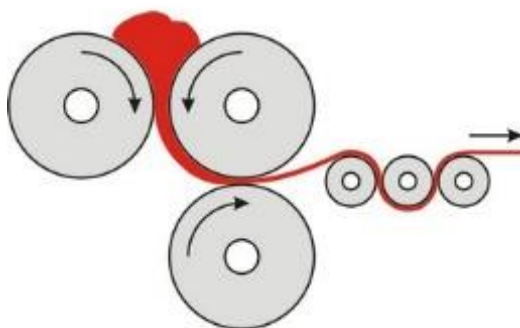
Polimerizati, proizvodi polimerizacije rijetko se upotrebljavaju izravno za izradu gotovih proizvoda. Polimerizati se podvrgavaju postupcima oplemenjivanja. Postupak oplemenjivanja je postupak u kojem se polimerizat modificira i miješa s različitim dodacima. Modificiranjem i mješanjem s različitim dodacima dobiva se tehnički upotrebljiv polimerni materijal. Dodatci koji se koriste pri oplemenjivanju su: punila, ojačivači, maziva, omekšivači. Samo neki od postupaka oplemenjivanja materijala su: miješanje, usitnjavanje, sušenje, doziranje. [1]

Različitim postupcima prerade vrši se praoblikovanje polimera. S obzirom na trajanje postupaka praoblikovanja polimera razlikuju se dvije vrste postupaka, kontinuirani postupci (kaladiranje,

prevlačenje, ekstrudiranje) i ciklički postupci (lijevanje, rotacijsko kalpljenje, prešanje). U nastavku opisati će se neki od postupaka proizvodnje. [6]

### *Kalandriranje*

Kalandriranje je jedan od kontinuiranih postupaka praoblikovanja. Ovaj postupak praoblikovanja temelji se na propuštanju prethodno izmješanog i zagrijanog visokoviskoznog polimera između nekoliko parova međusobno suprotno rotirajućih čeličnih valjaka postavljenih horizontalno. Uslijed rotacije i prijanjanja za valjak taljevina se prenosi na sljedeći valjak. Taljevina se tako prenosi s jednog para valjaka sve do posljednjeg para valjka koji oblikuju kalandrirani trak i konačne izmjere. [1] Na slici 2.5 prikazan je raspored valjaka i proces kalandriranja.

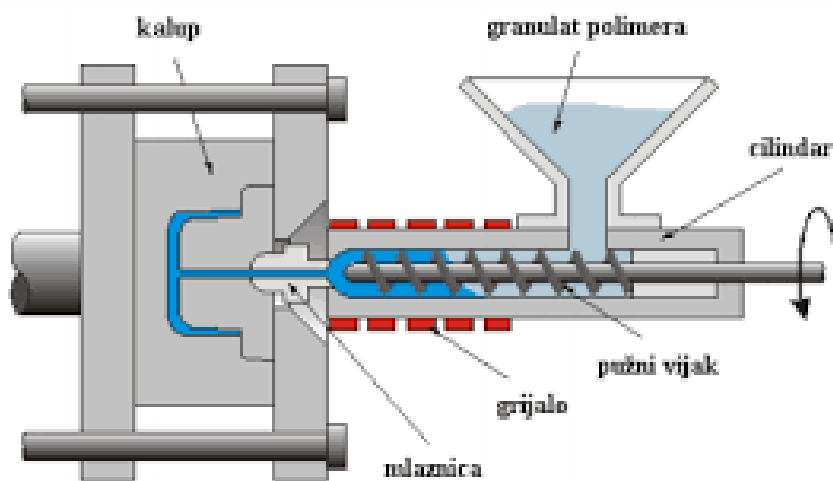


*Slika 2.5 Kalandriranje [20]*

### *Injekcijsko prešanje*

Injekcijsko prešanje jedan je od najvažnijih i najusavršenijih cikličkih postupaka proizvodnje polimera. Oprema koja je potrebna za ovaj postupak su ubrizgavalica, kalup i temperiralo kalupa. Ubrizgavalica ima zadaću pripreme taljevine te ju zatim ubrizgava u kalupnu šupljinu. Kalup se sastoji od dva dijela koji su pomični, a kada su zatvoreni čine šupljinu koja definira geometriju proizvoda. Temperatura stijenke kalupne šupljine treba se održavati u određenim granicama kako bi se spriječila razgradnja polimera ili njegova prerana polimerizacija. Zato je potrebno kalup temperirati vodom ili uljem. Voda ili ulje cirkuliraju kroz izrađene kanale i provrte. Postupak se odvija

tako da se po zatvaranju kalupa u kalupnu šupljinu ubrizga polimerna taljevina iz ubrizgavalice, u količini koja je dovoljna se šupljina kalupa napuni. Nakon vremena koje je potrebno za ohlađivanje i skrućivanje kalup se otvara, a proizvod se izbacuje van kalupa pomoću posebnih izbacivala. [1] Na slici 2.6 prikazana je shema ubrizgavalice.



Slika 2.6 Shematski prikaz ubrizgavalice [22]

Samo neki od vodećih tvrtki u proizvodnji raznih proizvoda od polimera u svijetu su tvrtka Amcor i tvrtka Berry Global Group. Ove tvrtke jedne su od 500 vodećih tvrtki u svijetu po proizvodnji polimerne ablaža za razne proizvode.

Australska tvrtka Amcor je jedan od svjetskih proizvođača ambalaže za razne proizvode poput ambalaže za piće, hranu, medicinske proizvode, farmaceutske proizvode i mnoge proizvode za osobnu njegu. U 2023. godini Amcor je za proizvodnju koristio čak 2.915.000 tona sirovine. Od ukupne količine sirovine udio polimera je 75%. U razdoblju od 2022. do 2023. godine ova tvrtka u proizvodnji koristila je 40.000 tona recikliranog materijala. [27]

Američka tvrtka Berry Global Group je jedan od svjetskih proizvođača i trgovaca ambalažnim proizvodima izrađenim od plastike. Samo neki od proizvoda koje ova tvrtka proizvodi su razne vrste boca, posuda, cijevi, čaša za piće i vreće. U 2023. godini ova tvrtka reciklirala je 160.000 tona plastike. Tijekom 2023. godine ova tvrtka proizvela je 296 vrsta proizvoda čiji je opseg proizvodnje 3.600.000 tona. [28]



### **3. POLIMERNA AMBALAŽA ZA MEDICINSKE PROIZVODE**

Zbog kemijske inertnosti, postojanosti na koroziju, dezinfekcijska sredstva i sterilizirajuće uvjete, polimeri se u velikoj mjeri koriste u medicinskoj industriji. U medicinskoj industriji godišnje se troši oko 4 milijuna tona polimera, a godišnja stopa rasta je oko 7,5%. U medicini sve više se koristi jednokratna oprema. Niz je različitih tvari koje utječu na rad endokrinog sustava, među tim tvarima su i polimeri stoga je potrebno pažljivo birati materijal za proizvodnju ambalaže za proizvode u medicini. [3] Lako gospodarenje otpadom i sterilnost pakovanja samo su neki od razloga široke primjene polimernih materijala u medicini. Polimeri se tako na primjer koriste u izradi medicinskih rukavica, plastičnih vrećica za krv, ambalaža za sterilne instrumente, intravenskih cjevčica. [4]

#### **3.1 Medicinski proizvodi koji zahtjevaju polimernu ambalažu**

Zbog svojih dobrih svojstava polimeri su jako rašireni u proizvodnji raznih ambalaža za medicinske proizvode. Razlog primjene polimera je ta što su polimeri poput polietilena i stiren/akrilonitrila neutralni na kemikalije te su sigurni za uporabu u medicinske svrhe. U medicini bitno je da se koristi ambalaža koja je otporna na kemikalije kako ne bi došlo do otpuštanja toksina iz ambalaže kada ambalaža dođe u kontakt s nekim od lijekova. Mnogo je medicinskih proizvoda koji zahtjevaju polimernu ambalažu, neki od njih navest će se u nastavku. [29]

Polietilen se koristi u proizvodnji ambalaže za sterilizacijske proizvode. Ambalaža za sterilizacijske proizvode ima zadaću štititi proizvod od onečišćenja sve do njegove primjene. Proizvod mora biti sterilan tijekom skladištenja i transporta pa sve do korištenja. Vanjski sloj ambalaže treba služiti kao i zaštita od vanjskih utjecaja. Pakiranja štite medicinske instrumente od oštećenja, vlage i onečišćenja. [29] Na slici 3.1 prikazana je polimerna ambalaža za sterilizirane instrumente.



*Slika 3.1 Polimerna ambalaža za sterilizirane instrumente [21]*

Mnogo je vrsta plastomera koji su nastali na osnovi vinil klorida. Čisti polivinil klorid je krhak i krut, a dodavanjem raznih vrsta i količina omekšavala njegova svojstva se modificiraju. Najpoznatiji od svih tipova polivinil klorida su savitljivi i kruti. Kruti polivinil klorid je žilav, tvrd, postojan na utjecaj kemikalija, proziran, postojan na vlagu i vodu, slabo gori i ima dobra električna svojstva. Savitljivi polivinil klorid manje je postojan na utjecaj topline i ima slabija mehanička svojstva u odnosu na kruti polivinil klorid. Savitljivi polivinil klorid lagan je za preradu.

Polivinil klorid koristi se u izradi raznih ploča, folija, izolacija električnih kabela i cijevi. Polivinil klorid jedan je od najčešće upotrebljivanih polimera, zadovoljio je zdravstvena ispitivanja i zbog tog se upotrebljava za steriliziranu medicinsku opremu, proizvodnju vrećica za urin i proizvodnju vrećica za krv. [6] Na slici 3.2 prikazana je vrećica za krv izrađena od polivinil klorida.



*Slika 3.2 Vrećica za krv izrađena od polivinil klorida [23]*

Polipropilen je plastomer koji ima kristalnu strukturu. Polipropilen je postojan na kemijske utjecaje, ima dobra mehanička svojstva i električna svojstva. Njegova svojstva pogodna su za izradu raznih medicinskih proizvoda, dijelova kućanskih aparata, raznih spremnika, cijevi i cijevnih spojeva. [6]

Kriocijev je cijev koja se u medicini koristi za pohranu bioloških uzoraka. Ovakve cijevi izrađuju se od polipropilena, mogu izdržati temperature do  $-187\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Zato su kriocijevi pogodne za uzorke koje je potrebno zamrzavati. Unutar čepa nalazi se silikonski jastučić koji osigurava brtvljenje i onemogućava curenje sadržaja. Razne mjerne posude i razni tipovi epruveta napravljene su od polipropilena. Na slici 3.3 prikazane su kriocijevi izrađene od polipropilena. [24]



*Slika 3.3 Kriocijev izrađena od polipropilena [24]*

Spremnici za urin, sterilne centrifugalne epruvete, pipete, nastavci za pipete, stožaste sterilne epruvete, boce za skladištenje raznih kemikalija, višenamjenske mjerne posude, sterilne mikrocentrifugalne cijevi, sterilne ploče za kulturu tkiva samo su neki od proizvoda koji su napravljeni od polimera, a jako su bitni u medicini.

### **3.2 Postupci izrade polimerne ambalaže za medicinske proizvode**

Mnogim reakcijskim i nereakcijskim postupcima polimerne tvari i polimerni materijali se pretvaraju u polimerne tvorevine. Kod proizvodnje polimernih tvorevina naglasak je na postupcima pri kojima se povezuju čestice, preradbi (praoblikovanju). Postupci koje obuhvaća proizvodnja polimernih tvorevina su: postupci povezivanja, oplemenjivanja, praoblikovanja, preoblikovanja i obrade polimernih priprema. [1]

U nastavku će se ukratko opisati postupci koji se koriste za izradu polimerne ambalaže za medicinske proizvode.

## *Toplo oblikovanje*

Toplo oblikovanje je jedan od cikličkih postupaka praoblikovanja polimera. Tijekom ovog postupka oblikovanja mijenja se oblik pripremkama bez odvajanja čestica. Plastomeri koji su prikladni za toplo oblikovanje su polistiren, polietilen, polivinil klorid, akrilonitril/butadien/stiren. Folije, filmovi ili ploče isječene iz kalandriranih ili ekstrudiranih trakova koriste se kao pripremkama za toplo oblikovanje. U ovom postupku najčešće se koristi otvoreni kalup, a površina kalupa definira krajnji proizvod. Pripravak oblika ploče upinje se u okvir stola te se zagrijava kako bi omekšao. Zatim se ploča djelovanjem stlačenog zraka potiskuje u šupljinu kako bi poprimila potreban oblik.

Neki od nedostataka ovog postupka su nužno naknadno odrezivanje viška materijala, neujednačena debljina stjenke proizvoda, te točnost izmjera samo na dijelovima koji su u dodiru sa stijenkom kalupa. Zbog sporog zagrijavanja i hlađenja ulaznog materijala proizvodnost postupka je niska. Zbog niskih temperatura, sila, pritiska i jednostavnosti oprema i kalup su jeftiniji. Na slici 3.4 prikazan je postupak toplog oblikovanja stlačenim zrakom u matrici. [2]



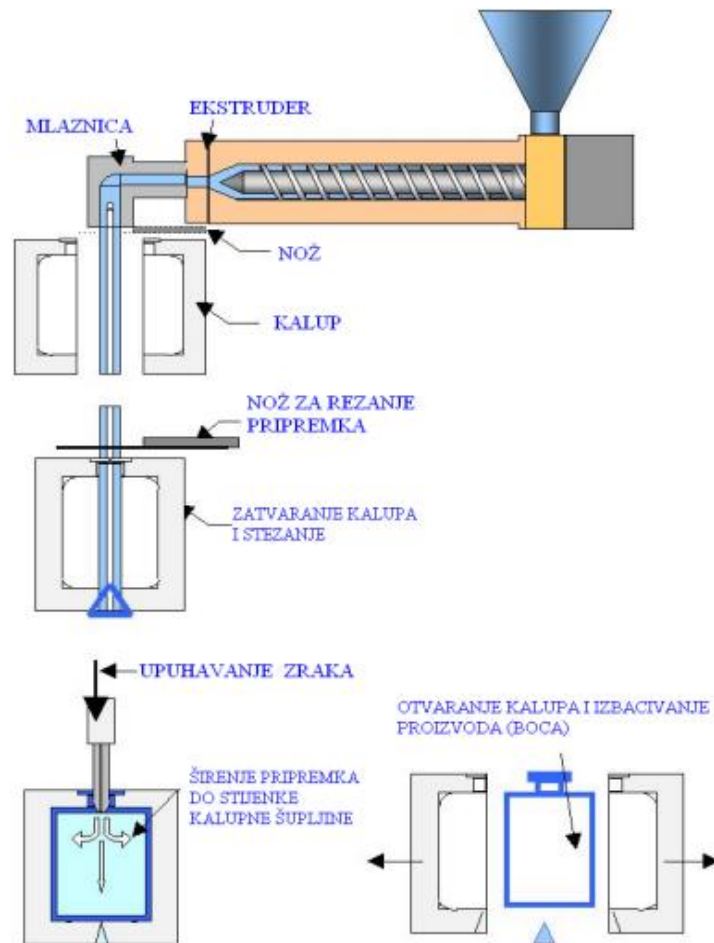
Slika 3.4 Postupak toplog oblikovanja stlačenim zrakom u matrici [7]

## *Ekstruzijsko puhanje*

Ekstruzijsko puhanje je jedan od najraširenijih postupaka puhanja šupljih tijela, a jedan od razloga je taj što je geometrija puhanog komada gotovo neograničena. Ovaj postupak je jedan od cikličkih postupaka preoblikovanja pripremkama. Ovaj postupak u medicini najčešće se koristi za proizvodnju raznih medicinskih bočica.

Ekstruzijsko puhanje dijeli se na dva osnovna postupka: diskontinuirano ekstruzijsko puhanje i kontinuirano ekstruzijsko puhanje. Tijekom diskontinuiranog postupka pripremak se ekstrudira velikom brzinom nakon izbacivanja iz kalupa. Ovaj postupak koristi se pri izradi velikih spremnika. Tijekom kontinuiranog postupka pripremak oblikuje se jednakom brzinom oblikovanja, vađenja i hlađenja. Ovaj postupak pogodan je kod izrade pakovanja.

Tijekom prve faze ekstruzijskog puhanja poluproizvod je pripremak dobiven u obliku gipke cijevi iz ekstrudera, zatim se pripremak stavlja u kalup. Potom se kalup zatvara, obično se donji kraj prignječi kalupom i zavari, gornji dio se odreže, u taj dio ulazi puhalo i oblikuje grlo proizvoda. Potom se kroz puhalo upuhuje zrak (1 MPa). Djelovanjem zraka pripremak se širi i potiskuje do stijenki kalupa. Nedugo zatim proizvod se hladi i izbacuje iz kalupa. Na slici 3.5 prikazan je shematski prikaz ekstruzijskog puhanja. [1]

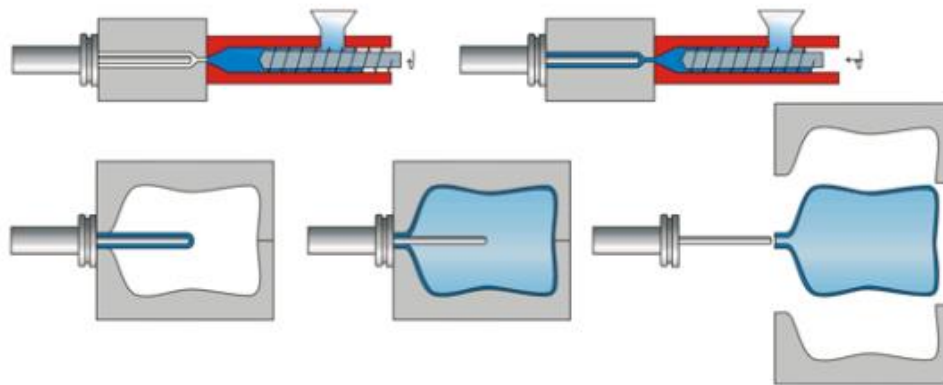


Slika 3.5 Ekstruzijsko puhanje [7]

## *Injekcijsko puhanje*

Injekcijsko puhanje je postupak namjenjen za izradu šupljih tijela koji imaju kvalitetnu površinu i nepropusni su za plinove. Proizvodi dobiveni injekcijskim puhanjem upotrebljavaju se u kozmetici i medicini. Ovim postupkom izrađuju se i razna pakovanja.

Ovaj postupak sastoji se od dvije faze, u prvoj fazi izrađuje se pripremak injekcijskim prešanjem. Rastaljeni materijal se potom ubrizgava u kalupnu šupljinu, na jezgreno puhalo. Topao pripremak se zatim prenosi u kalup za puhanje, potom se upuhuje stlačeni zrak kroz jezgru puhalo, pripremak se proširuje do stijenki kalupa, što uzrokuje hlađenje proizvoda. Tijekom postupka injekcijskog puhanja se ne stvara otpad i nema srha, te nema niti otisaka od kidanja srha, zbog toga proizvodi imaju kvalitetnu površinu. [1] Na slici 3.6 prikazan je postupak injekcijskog puhanja.



*Slika 3.6 Postupak injekcijskog puhanja [7]*

CNWTC (Chongqing New World Trading Company) je specijalizirana tvornica za laboratorijske proizvode izrađene od polimera i izradu medicinskih proizvoda izrađenih od polimera za jednokratnu uporabu. Ova tvornica izrađuje preko 200 vrsta proizvoda kao što su spremnici za krv, razne tipove epruveta, kriovijalne cijevi, vrećice za krv i urin, vakuumske epruvete za prikupljanje krvi. [24]

## 4. MEDICINSKI OTPAD I UTJECAJ NA ČOVJEKA I OKOLIŠ

Otpad je svaka stvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora baciti. (Narodne novine 84/21) Ako se otpadom ne gospodari na pravi način, otpad predstavlja veliku opasnost za okoliš. Svakim danom količine otpada rastu te se svaka država suočava s problemom kako pravilno ekološki odlagati otpad i kako pravilno gospodariti otpadom. [8]

Prema svojstvima otpad se dijeli na:

- Neopasan otpad je otpad koji nema jedno od svojstava koje ga čine opasnim.
- Opasan otpad je otpad koji ima jedno ili više svojstava koji ga čine opasnim. Neka od svojstava koje opasan otpad sadrži su: reaktivan, nadražujući, infektivan, zapaljiv, kancerogen, štetan, korozivan i slično.
- Inertni otpad je otpad koji nije podložan znatnim biološkim, fizičkim ili kemijskim promjenama, ovaj tip otpada ne reagira na bilo koje kemijske ili fizikalne načine, nije zapaljiv, nije topiv i ne utječe na zdravlje ljudskog, životinjskog i biljnog svijeta.
- Komunalni otpad je otpad koji potječe iz kućanstva, uslužne i proizvodne djelatnosti, koji je po sastavu i svojstvima sličan komunalnom.
- Proizvodni otpad je otpad koji se razlikuje po sastavu i svojstvima od komunalnog otpada, a nastaje u obrtima ili proizvodnom procesu u industriji. [12]

Od ključne važnosti je dobro upravljanje otpadom kako bi se spriječili negativni utjecaji na čovjeka i okoliš. Aditivi koji se koriste u mnogim proizvodima mogu uzrokovati opasnosti kada takav proizvod nije skladišten na pravi način te se mogu akumulirati u vodi, životinjama, tlu, biljkama ili zraku. Razna svojstva kao što su nadražujuća svojstva, kancerogenost i toksičnost pogubne su za okoliš te je jako bitno da tvari koje sadrže ova svojstva ne dospiju u okoliš.

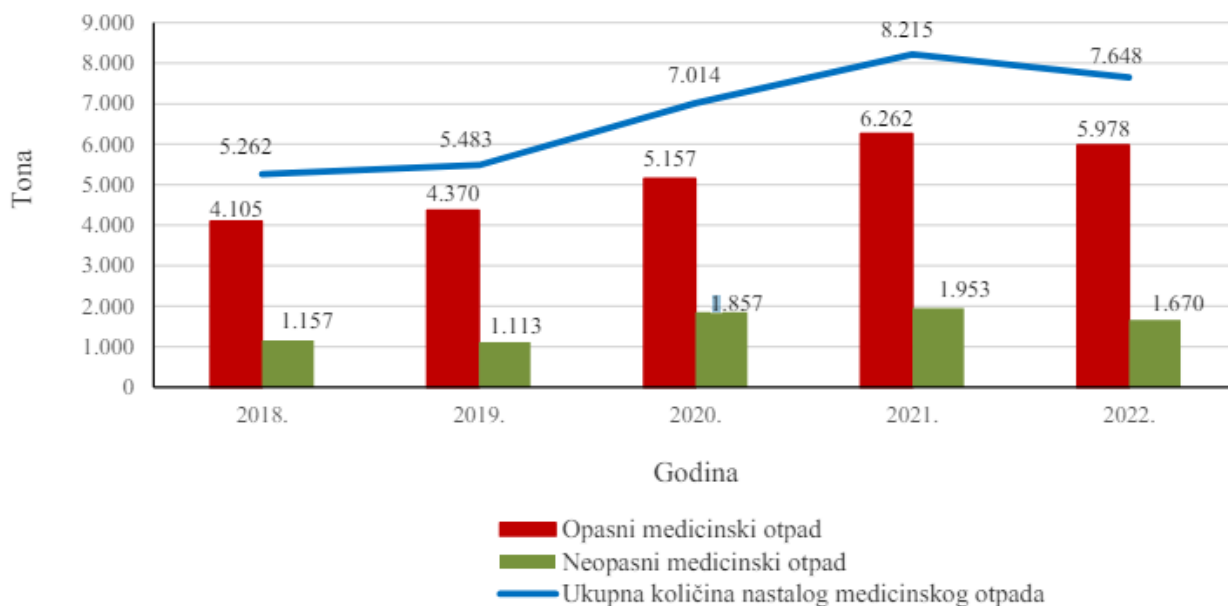


## 4.1 Medicinski otpad

„Medicinski otpad je otpad nastao prilikom pružanja njege, zaštite i očuvanja zdravlja ljudi i/ili životinja, otpad nastao u istraživačkim djelatnostima kao i otpad nastao prilikom pružanja različitih usluga kod kojih se dolazi u kontakt s krvlju i/ili izlučevinama ljudi i/ili životinja“ (Narodne novine 50/15).

U Republici Hrvatskoj u 2022. godini nastalo je 7648 tona medicinskog otpada. Od 7648 tona otpada obrađeno je 7637 tona otpada dok je 11 tona privremeno neobrađeno skladišteno kod obrađivača. Udio opasnog medicinskog otpada (medicinske igle, mikrobiološki otpad, medicinski infektivni materijal, štapići za uzimanje brisa, slično) iznosio je 5569 tona što je 78% ukupnog medicinskog otpada. Ostalih 1670 tona je količina neopasnog otpada (posteljina, zavoji od gipsa, platno, odjeća za jednokratnu uporabu, pelene i slično) što je 22% ukupnog medicinskog otpada.

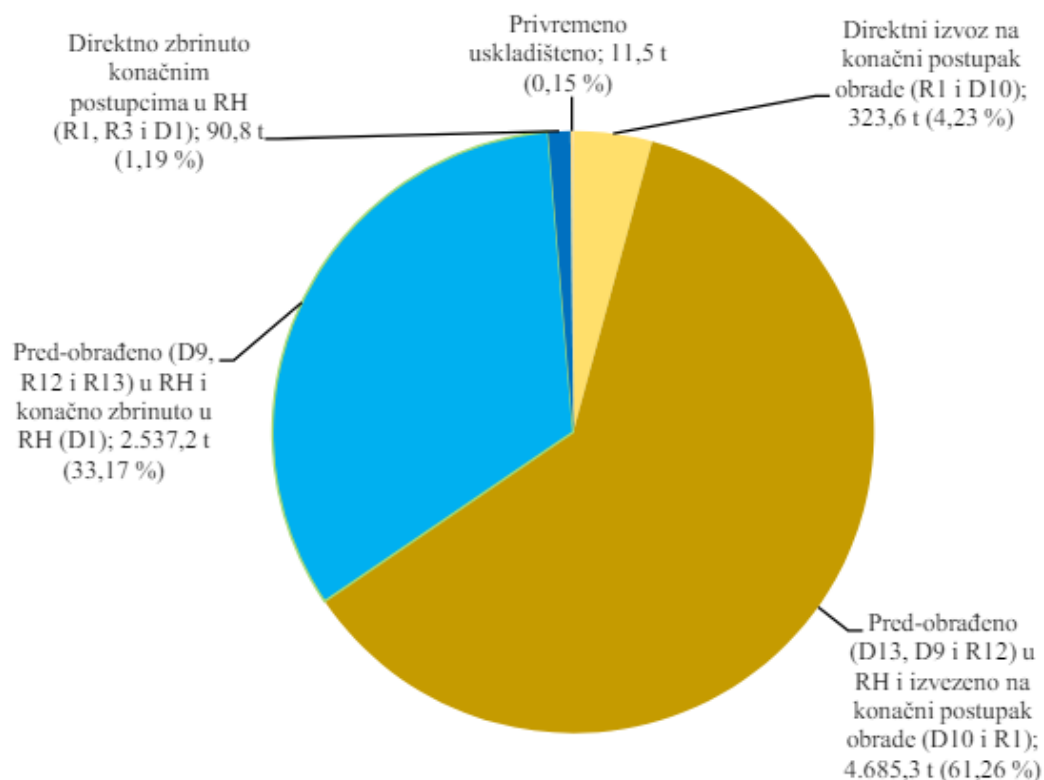
Na slici 4.1 prikazan je graf količine nastalog otpada u razdoblju od 2018. do 2022. godine.



Slika 4.1 Grafički prikaz količine nastalog otpada od 2018. do 2022. godine [9]

Od ukupne količine medicinskog otpada u Republici Hrvatskoj 2628 tona obrađeno je u Republici Hrvatskoj konačnim postupcima, što je oko 34% ukupnog otpada. 4685 tona od ukupnog otpada preobrađeno u Republici Hrvatskoj i potom izvezeno u druge zemlje na konačnu obradu, što je oko 61% od ukupne količine nastalog medicinskog otpada. Bez preradbe izvezeno je 324 tone otpada na konačne postupke obrade što je oko 4% ukupne količine nastalog otpada, a 11 tona otpada uskladišteno je privremeno kod obrađivača što je oko 1% od ukupnog otpada. [9]

Na slici 4.2 prikazani su udjeli medicinskog otpada po konačnom postupku obrade za 2022. godinu.



Slika 4.2 Prikaz udjela medicinskog otpada po konačnom postupku obrade za 2022. godinu [9]

Opasni medicinski otpad sadrži karakteristike koje su opasne za okoliš i ljudsko zdravlje te zato i nosi naziv opasni. Od ukupne količine otpada opasni otpad čini 10-25%. [11]

Opasan medicinski otpad dijeli se na:

- Patološki otpad (dijelovi ljudskog tijela);
- Kemijski otpad (odbačene kemikalije koje se upotrebljavaju u medicini);
- Farmaceutski otpad (lijekovi, kemikalije);
- Citotoksični i citostatski otpad (tvari s citostatskim i citotoksičnim efektom);
- Infektivni otpad (dijelovi opreme, materijal i pribor koji je došao u kontakt s krvlju);
- Oštri otpad (igle, skalpeli, štrcaljke);
- Ostali opasni otpad (posude pod tlakom);

U ovom radu naglasak je stavljen na infektivni i citotoksični i citostatski otpad jer u ove dvije vrste otpada spadaju plastične epruvete, pribor za jednokratnu uporabu, rukavice, sustavi za infuziju, vrećice za krv, vrećice za urin, ambalaža. Svi prethodno navedeni predmeti načinjeni su od polimera te je posebno važan način njihova skladištenja.

„Infektivni otpad je otpad koji sadrži patogene biološke agense koji zbog svog tipa, koncentracije ili broja mogu izazvati bolesti u ljudi koji su im izloženi – kulture i pribor iz mikrobiološkog laboratorija, dijelovi opreme, materijal i pribor koji je došao u dodir s krvlju ili izlučevinama infektivnih bolesnika ili je upotrebljen pri kirurškim zahvatima, previjanju rana i obdukcijama, otpad iz dijela za izolaciju bolesnika, otpad iz odjela za dijalizu, sustavi za infuziju, rukavice i drugi pribor za jednokratnu uporabu te otpad koji je došao u dodir s pokusnim životinjama kojima je inokuliran zarazni materijal, itd.“ (Narodne novine 50/00).

„Citotoksični i citostatski otpad je opasni medicinski otpad koji nastaje zbog primjene, proizvodnje i pripravljanja farmaceutskih tvari s citotoksičnim i citostatskim efektom, uključivo primarnu ambalažu i sav pribor korišten za pripremu i primjenu takvih tvari“ (Narodne novine 50/15).

Posebnu pažnju potrebno je posvetiti kad je riječ o infektivnom otpadu te citotoksičnom i citostatskom otpadu jer se lošim gospodarenjem ovog otpada može izazvati bolesti ljudskog, životinjskog i biljnog svijeta. Sustav za infuziju, vrećice za krv i urin, plastične epruvete, bočice za doziranje, pribor za jednokratnu uporabu dolaze u kontakt s krvlju, infektivnim izlučevinama ili u kontakt s citotoksinima i citostaticima te tako postaju opasni za čovjeka i okoliš. Zato je potrebno

ovakvim tipom otpada upravljati na drugačiji način u odnosu na jednokratan pribor za jelo ili vrećice za pohranu hrane koje se koriste svakodnevno.

Infektivni otpad u RH obrađuje se sterilizacijom ili suhom sterilizacijom otpada. Sterilizacijom se uklanjaju ili uništavaju svi oblici mikroorganizama, uključujući bakterijske endospore s instrumenata, materijala i predmeta u toj količini da se ne mogu dokazati na medijima za kultiviranje. Suha sterilizacija je proces izlaganja otpada pri onoj temperaturi i pri onom vremenu koje je potrebno da bi se cjelokupna količina medicinskog otpada sterilizirala. U RH nema konačnog zbrinjavanja infektivnog otpada, već se izvozi na energetska oporabu ili spaljivanje. Potrebno je napomenuti da energetska oporaba uvijek ima prednost. [12]

Spaljivanje ima negativan utjecaj na okoliš. Ako se u otpadu nalazi veća količina polivinil klorida tada nastaju štetni plinovi, dioksini i furani koji su opasni za ljudsko zdravlje. Tokom energetske oporbe tvorevine i otpadni materijal se spaljuju uz dobivanje korisne toplinske energije. [1]

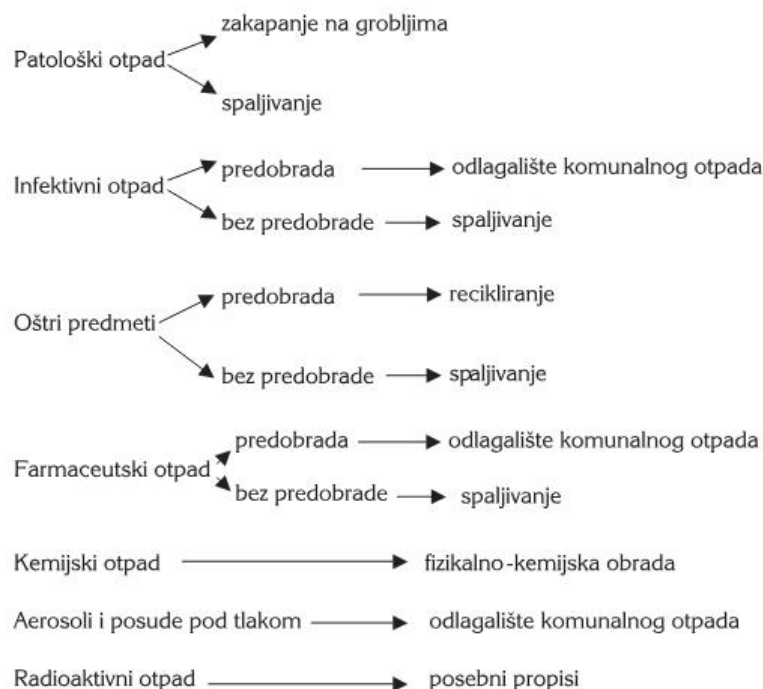
Metode koje se koriste kod obrade ili zbrinjavanja otpada:

- Dezinfekcija (kemijska, toplinska, zračenjem ili biološka),
- Mehanički proces (uništavanje),
- Kapsuliranje (skrućivanje),
- Ukop (sanitarna odlagališta, rovovi, jame).

Postupkom dezinfekcije/sterilizacije zaustavlja se djelovanje patogenih mikroorganizama. Tijekom kemijske dezinfekcije medicinskog otpada u otpad se dodaje kemijska aktivna tvar te se na taj način uništavaju mikroorganizami. Dezinfekciju je moguće provesti i parnom sterilizacijom. Kod ove vrste dezinfekcije otpad se u tlačnoj posudi izlaže zasićenoj pari pod tlakom.

Mehanički postupak obrade otpada je mljevenje. Kod ove vrste obrade otpada otpad se usitnjava. Potrebno je napomenuti da se tijekom ovog procesa ne uništavaju patogeni mikroorganizmi.

U RH je zabranjeno odlaganje medicinskog otpada, a nije dozvoljeno niti odlaganje obrađenog infektivnog otpada. Smije se odlagati samo neopasni obrađeni medicinski otpad. [12] Na slici 4.3 prikazani je shematski prikaz mogućnosti zbrinjavanja opasnog medicinskog otpada.



Slika 4.3 Shema mogućnosti zbrinjavanja medicinskog otpada [13]

U RH je zabranjeno odlaganje opasnog otpada, a nije dozvoljeno niti odlaganje obrađenog infektivnog otpada. Smije se odlagati samo neopasni obrađeni medicinski otpad. [12]

## 4.2 Ambalaža za odlaganje medicinskog otpada

Kako bi se pravilno rukovalo s otpadom potrebno je kontrolirano i oraganizirano odvajanje pojedinih vrsta otpada, a posebno opasnog otpada. Zbog toga je važna i ambalaža u koju se svaka vrsta otpada pakira. Kako bi se određena vrsta otpada na pravo mjesto odlagala veliku ulogu ima i vizualno razlikovanje pojedinih vrsta otpada. Zakonom je propisano da se žutom bojom označava ambalaža za kemijski otpad, crvenom bojom s crnim pojasom patološki otpad, zelenom bojom farmaceutski otpad, crvenom infektivni otpad te plavom i crnom bojom komunalni otpad. Na ambalaži za skladištenje otpada obavezno je naznačiti natpis „opasni medicinski otpad“. Potrebno je označiti na kontejnerima da služe za pohranu opasnog otpada te je potrebno da svaka ustanova ima

poseban prostor koji je odijeljen i služi za odlaganje i prikupljanje opasnog otpada. Prostor bi trebao biti dostupan osobama koje rukuju otpadom te se brinu o njegovom skupljanju i pravilnom sortiranju. [13]

Vreće za skladištenje medicinskog otpada izrađene su od polietilena, a ovakva vrsta ambalaže za medicinski otpad zadovoljava epidemiološke i sanitarne uvjete te omogućava sigurno odlaganje ovakvog tipa otpada. Na slici 4.4 prikazana je vreća izrađena od polietilena, a služi za pohranu infektivnog medicinskog otpada.



*Slika 4.4 Ambalaža za odlaganje infektivnog medicinskog otpada [25]*

Za skladištenje medicinskog otpada koriste se i razne vrste kanti i kontejnera. Kontejneri i kante dizajnirani su u ovisnosti o vrsti otpada koja se skladišti u njima. Važno je da ove vrste spremnika osiguravaju zbrinjavanje, skladištenje i transport opasnog medicinskog otpada. Na slici 4.5 prikazan je spremnik za prikupljanje krutog opasnog medicinskog otpada kao što su igle, rukavice za jednokratnu uporabu, štrcaljke itd. Ovakva vrsta spremnika treba ispunjavati sve mehaničke, sanitarne i higijenske uvjete. Spremnik je izrađen od polietilena visoke gustoće, a poklopac je izrađen od polipropilena. Poklopac ima dva otvora koji omogućavaju odvajanje igle od štrcaljke i odvajanje drške od oštrica. Vrlo je važno da je spremnik otporan na probijanje kako bi se izbjegao kontakt sadržaja

spremnika i okoline. Otporan je na UV zračenje, mehaničke deformacije, kemikalije, etilni i formalni alkohol. [32]



*Slika 4.5 Spremnik za medicinski otpad [32]*

Potrebno je da svaki spremnik ima naljepnicu na kojoj su ispisani podatci o vrsti i količini otpada. Spremnici mogu biti različitih veličina ovisno o potrebama proizvođača otpada. Za prikupljanje i transport infektivnog otpada i oštih predmeta najčešće se koristi kanta od 20l. Spremnici za medicinski otpad najčešće se dobiju od distributera. Spremnici mogu biti raznih veličina od 0,5l, 2l i 5l. Spremnici manjih veličina namijenjeni su proizvođačima medicinskog otpada koji nemaju puno otpada. Otpad poput maski i rukavica može se skladištiti u vreće za infektivni medicinski otpad. Ovakav tip ambalaže siguran je za transport krutog opasnog medicinskog otpada.

Potrebno je napomenuti da se nakon zatvaranja poklopca spremnik više ne smije otvarati. Sadržaj unutar spremnika nikako se ne smije gurati nogama ili rukama jer može doći do ozljede i infekcije što je opasno po zdravlje čovjeka. Ambalaža za kruti medicinski otpad nikako se ne smije koristiti za transport tekućeg medicinskog otpada jer može doći do istjecanja sadržaja iz spremnika. Zato se za tekući medicinski otpad koristi ambalaža s čepom koja osigurava hermetičko zatvaranje. Kako bi se spremnici za tekući infektivni otpad i tekući kemijski otpad razlikovali koriste se različite boje

čepova. Tako se za tekući infektivni otpad koristi crveni čep, dok se za tekući kemijski otpad koristi žuti čep.[33]

### 4.3 Utjecaj na čovjeka i okoliš

Svojim aktivnostima čovjek utječe na okoliš: na čistoću vode, zemlje i zraka, koncentraciju stakleničkih plinova. Svaka stvar kada se prestane koristiti ili prestane služiti svojoj svrsi postaje otpad. Kod nelegalnog odlaganja otpada zagađuje se okoliš te se na taj način lakše šire zarazni mikroorganizmi koji su štetni za vodu i tlo. Osobe koje su u kontaktu s medicinskim otpadom izložene su raznim rizicima. Osobe koje su zadužene za sakupljanje i razvrstavanje otpada, prijevoznici, osobe koje proizvode otpad, osobe koje obrađuju otpad. Štetnost spaljivanja medicinskog otpada ovisi o sastavu otpada, ako je u otpadu uočena veća količina polivinil klorida ili ako se medicinski otpad spaljuje ispod temperature od 800°C dolazi do stvaranja štetnih plinova. Ako se u otpadu nalazi veća količina metala spaljivanjem nastaju teški metali. Kako ne bi došlo do ovakve vrste onečišćenja okoliša potrebno je voditi brigu o pravilnom sortiranju medicinskog otpada.

U pet osnovnih kategorija moguće je podijeliti rizike od medicinskog otpada kojima su izloženi ljudi i okoliš [14]:

- rizik od zaraze (infekcije),
- rizik od radioaktivnosti,
- rizik od traume,
- rizik od požara ili eksplozije,
- kemijski rizik,

#### *Rizici od traume i zaraze (infekcije)*

Osoba koja je u doticaju s opasnim medicinskim otpadom koji je kontaminiran mikroorganizmima može se inficirati putem ozljede, doticajem kože ili sluznicom, gutanjem. Infektivni medicinski otpad je najopasniji jer je kontaminiran mikroorganizmima koji su opasni za ljude i okoliš.



Svjetska zdravstvena organizacija procijenila je 2000. godine da je na svjetskoj razini uzrokovano 66.000 infekcija virusom Hepatitisa B, 16.000 zaraza Hepatitisom C te 200-5.000 zaraza HIV-om koje su uzrokovane ubodom na oštre medicinske predmete. [14]

U tablici 4.1 navedeni su samo neki od primjera moguće infekcije opasnim medicinskim otpadom, mnoge od ovih infekcija su jako opasne za ljudsko zdravlje.

Tablica 4.1 Primjer infekcija medicinskim otpadom [14]

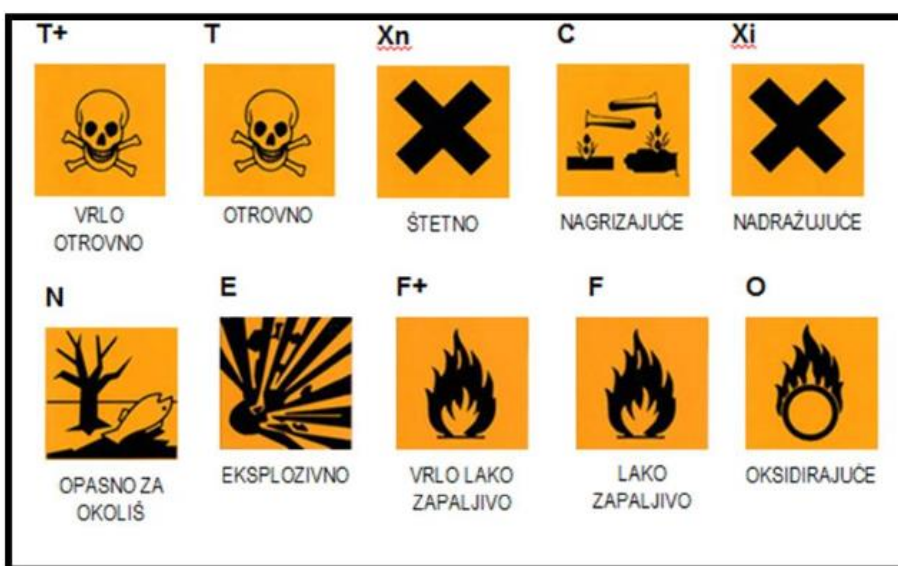
Tip infekcije	Uzrok infekcije	Transmisija
Gastrointestinalna infekcija	Enterobakterija ( <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> )	Proljevi, povraćanje
Respiratorna infekcija	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> , SARS virus (teški akutni respiratorni sindrom)	dišne izlučevine
Infekcija oko očiju	Herpes virus	očni sekret
Infekcija kože	<i>Streptococcus</i>	kožni sekret
Antraks (bedrenica)	<i>Bacillus anthracis</i>	Kožne promjene
Meningitis	<i>Neisseria meningitidis</i>	cerebro-spinalne tekućine
AIDS	Ljudska imunodeficijencija- virus (HIV)	krv, spolne izlučevine i sekreti, ostale tjelesne izlučevine
Hemoragična groznica	Lassa, E bola, Marburg i Junin virus	krv i tjelesne izlučevine
Virusni hepatitis A	Virus hepatitisa A	proljevi

Virusni hepatitis B i C	Virus hepatitisa B i C	krv i ostale biološke izlučevine
Virus ptičje gripe	H5N1 virus	krv, proljev

### *Kemijski rizik*

Zbog svojstava kao što su kancerogenost, nadražujuće svojstvo ili toksičnost razni kemijski proizvodi mogu dovesti do zdravstvenog rizika ili rizika za okoliš. Iako se kemijski proizvodi koriste u zdravstvene svrhe, mnogi od njih su opasni za okoliš. Ljudi se na razne načine izlažu kemijskim tvarima udisanjem plina i gutanjem. U zdravstvenim ustanovama u velikoj mjeri koriste se proizvodi za čišćenje (dezinficijensi), a ovakvi proizvodi imaju nadražujuća i korozivna svojstva.

Citotoksici i citostatici su vrste lijekova i koriste se kod autoimunih bolesti i za liječenja tumora. Ako se ne rukuje na pravi način s ovakvim tipom lijekova može doći do negativnog utjecaja za ljude i okoliš jer ovakva vrsta lijekova uništava stanice u ljudskom tijelu. Na slici 4.6 prikazani su znakovi opasnosti za opasne kemikalije. [14]



Slika 4.6 Znakovi opasnosti za opasne kemikalije [26]

#### **4.4 Upravljanje medicinskim otpadom Kliničkog bolničkog centra Rijeka**

Klinički bolnički centar Rijeka (KBC Rijeka) utemeljen je 1984. godine. KBC Rijeka smješten je na dva lokaliteta Rijeka i Sušak, a sastoji se od 18 klinika, 7 samostalnih zavoda i 6 kliničkih zavoda. U nastavku ovog rada opisati će se upravljanje medicinskim otpadom u Kliničkom bolničkom centru Rijeka. Kako bi se na pravi način rukovalo otpadom Upravno vijeće KBC-a Rijeka donijelo je Pravilnik o postupanju s otpadom u KBC-u Rijeka. [19]

##### *Opće odredbe*

Pravilnik o postupanju s otpadom odnosi se na sve lokalitete. Potrebno je napomenuti da se odredbe iz pravilnika ne odnose na postupanje s radioaktivnim medicinskim otpadom i postupke sterilizacije opreme, tkiva i uzgojenih mikroorganizama koji su dio redovitog procesa mikrobioloških i sličnih laboratorija. Upravljanje medicinskim otpadom podrazumijeva sakupljanje i prijevoz medicinskog otpada. U pravilniku su utvrđene vrste otpada te način postupanja s otpadom koji je nastao tijekom pružanja njege.

Bitno je razlikovati komunalni i medicinski otpad. Komunalni otpad je otpad koji nije nastao tijekom procesa liječenja i njege, ova vrsta otpada nastala je tijekom čišćenja poslovnih prostora, bolesničkih soba, parkova i kuhinje. U odnosu na komunalni otpad medicinski otpad nastao je prilikom pružanja njege i zaštite ljudima, ovakav tip otpada nastao je u istraživačim djelatnostima.

KBC Rijeka smatra se proizvođačem medicinskog otpada jer se bavi istraživačkim djelatnostima koje su vezane za zdravstvenu zaštitu ljudi, pruža razne usluge koje dolaze u kontakt s izlučevinama i/ili krvlju ljudi i pruža zdravstvenu zaštitu. Ako se na jednoj lokaciji proizvede više od 200 kilograma opasnog medicinskog otpada godišnje tada se proizvođač otpada smatra velikim izvorom medicinskog otpada. [5]

##### *Obveze proizvođača otpada*

S obzirom na količine otpada koji je proizveden u KBC-u Rijeka, KBC Rijeka se smatra velikim izvorom otpada. KBC Rijeka imenovao je povjernika za otpad čija je zadaća nadzirati provedbu propisa. Na mjestima gdje se pruža zdravstvena zaštita otpad se razvrstava te se otpad privremeno

skladišti u privremena skladišta na svim lokalitetima. Potrebno je da se u svakom prostoru pružanja zdravstvene zaštite nalazi odgovarajuća posuda za prikupljanje otpada.

Opasni medicinski otpad potrebno je odvojiti od ostalog otpada. Skladište u koje se skladišti medicinski otpad mora biti natkriveno i zaključano. Skladište mora biti odvojeno od osnovne djelatnosti i onemogućen dotok oborinskih voda. Prostor za privremeno skladištenje moraju biti opremljeni vodom i kanalizacijom, nedostupni životinjama a posebno glodavcima, pticama i kukcima, dobro osvijetljen i ventiliran, opremljen vodom i kanalizacijom.

Zarazni medicinski otpad smije se skladištiti najdulje 15 dana pri temperaturi od +8°C. Zarazni medicinski otpad smije se skladištiti najdulje 8 dana ako je temperatura u rasponu od +8°C do +15°C. Ako se zarazni otpad ne može skladištiti na pravi način potrebno je u roku od 24h predati zarazni otpad na obradu ako je temperatura okoline veća od 20°C, a ako je temperatura okoline u rasponu od 15°C i 20°C potrebno je predati otpad na obradu unutar 72h. Svaki proizvođač medicinskog otpada dužan je pakirati medicinski otpad sukladno propisima pakiranja medicinskog otpada.

Zaposlenici KBC-a Rijeka trebaju se educirati o vrstama medicinskog otpada, važnosti postupanja s otpadom, načinima razvrstavanja i odlaganja otpada. Zaposlenici koji sudjeluju u procesu zbrinjavanja medicinskog otpada a to su čistačice, medicinski radnici i radnici na održavanju trebaju se educirati o opasnostima koje se mogu odviti tijekom procesa zbrinjavanja otpada i o mjerama zaštite koje se trebaju primjeniti. U procesu zbrinjavanja otpada zaposlenici trebaju koristiti zaštitna sredstva poput radne odjeće, maske i jednokratnih rukavica. Brigu o pravilnom postupanju s otpadom na odjelima i djelatnostima trebaju voditi voditelji odjela nemedicinskih službi i glavne sestre bolničkih djelatnosti.

Osoba koja je odgovorna za postupanje s otpadom treba voditi kontrolu o poštivanju odredbi, koordinira i organizira predaju otpada, izdaje deklaracije o kemijskim i fizičkim svojstvima otpada, pratiti sve Transporte i ispunje listi. Odgovorna osoba treba sudjelovati u izradi Plana gospodarenja otpadom te u izradi Plana zbrinjavanja medicinskog otpada. [5]

### *Postupanje s otpadom*

Tijekom procesa pakiranja otpada postoji niz stavki koje je potrebno poštivati kako bi se na siguran način skladištio medicinski otpad. Spremnici koji se koriste pri sakupljanju opasnog medicinskog otpada moraju dobro podnositi promjene tlaka, temperature, vlažnosti i vibracije koje su uobičajene tijekom prijevoza i postupanja s otpadom. Spremnici moraju biti otporni na agresivne kemikalije, na probijanje i pucanje i na djelovanje opasnih svojstava otpada. Spremnici moraju na sebi imati natpis o vrsti otpada, osnovnim informacijama o odjelu i ustanovi te datum predaje otpada.

Infektivni medicinski otpad mora se sakupljati u hermetički zatvorenim spremnicima na mjestu nastanka. Hermetički spremnici moraju biti otporni na istjecanje tekućina iz njih i probijanje. Infektivni otpad u privremeno skladište se prevozi bez premještanja i sortiranja u druge spremnike. Tako se sprječava izlaganju opasnosti osoba koje rukuju ovi tipom otpada.

Kada se rukuje s oštrim medicinskim otpadom potrebna je prevencija od ozljeda i zaraze tijekom rukovanja ovom vrstom otpada. Sakupljanje i obrađivanje ove vrste otpada provodi se odvojeno od drugog medicinskog otpada. Ukoliko su oštri predmeti došli u kontakt s krvlju i/ili drugim ljudskim izlučevinama prilikom pružanja njege i zaštite ljudima tada se njima mora gospodariti kao sa infektivnim medicinskim otpadom. Tijekom sakupljanja i transporta u vozilima infektivni medicinski otpad ne smije se izlagati temperaturama višim od +15°C. Infektivni medicinski otpad tijekom isporuke se ne smije razvrstavati naknadno i ne smije se premještati u druge spremnike. [5]

Na tablici 4.2 prikazan je infektivni medicinski otpad po odjelima KBC-a Rijeka. Iz tablice se može vidjeti da većinu infektivnog medicinskog otpada po odjelima čine šprice, sistemi za infuziju i transfuziju, vrećice za krv, vrećice za urin, kutije s uzorcima, rukavice, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu, igle, sklapeli za jednokratnu uporabu, pelene, vrećice s kateterima i stomama, razne vrste epruveta i jednokratna zaštitna sredstva za pacijente i osoblje pri operativnom zahvatu. Svi navedeni predmeti smatraju se infektivnim medicinskim otpadom jer su prilikom pružanja njege i zaštite ljudima bili u kontaktu s krvlju i/ili izlučevinama ljudi.

Tablica 4.2 Infektivni medicinski otpad prikazan po odjelima KBC-a Rijeka [5]

Organizacijska jedinica	SPECIFIKACIJA POTENCIJALNO INFEKTIVNOG I INFEKTIVNOG OTPADA 18 01 03*	
Klinika za infektivne bolesti	Šprice	
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu	
	Sistemi za infuziju i transfuziju	
	Vrećice za krv	
	Vrećice s kateterima i stomama	
	Sonde, kateteri	
	Sanitetski materijal	
	Pelene	
	PVC kutije s ostacima stolice	
	PVC rukavice	
	Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu	
Klinika za pedijatriju	Šprice	
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu	
	Sistemi za infuziju i transfuziju	
	Vrećice za krv	
	Vrećice s kateterima i stomama	
	Sonde, kateteri	
	Sanitetski materijal	
	Pelene	
	PVC rukavice	
	Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu	
	Klinika za dermatovenerologiju	Šprice
Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu		
Sanitetski materijal		
PVC rukavice		
Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu		
Klinika za neurologiju	Šprice	
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu	
	Sistemi za infuziju i transfuziju	
	Vrećice za krv	
	Vrećice s kateterima i stomama	
	Sonde, kateteri	
	Sanitetski materijal	
	Pelene	
	PVC rukavice	
	Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu	
Klinika za internu medicinu	Šprice	
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu	
	Sistemi za infuziju i transfuziju	
	Klinika za bolesti srca i krvnih žila	Vrećice za krv
		Vrećice s kateterima i stomama
Sonde, kateteri		
Sanitetski materijal		

	Pelene
	PVC rukavice
	Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu
	Filteri za dijalizu
	Krvne linije za dijalizu
<b>Klinika za psihijatriju</b>	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Sistemi za infuziju
	PVC rukavice
	Sanitetski materijal
<b>Klinika za ginekologiju i porodništvo</b>	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Sistemi za infuziju i transfuziju
	Vrećice za krv
	Vrećice s kateterima i stomama
	Sonde, kateteri
	Sanitetski materijal
	Pelene
	PVC rukavice
	Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i pacijente pri op. zahvatu, porodu i pregledu
	Higijenski ulošci
<b>Klinika za ORL</b>	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Sistemi za infuziju i transfuziju
	Vrećice s kateterima i stomama
	Vrećice za krv
	Sonde, kateteri
	Sanitetski materijal
	PVC rukavice
	Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i pacijente pri op. zahvatu
<b>Klinika za oftalmologiju</b>	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Sistemi za infuziju
	Zaštitne rukavice
	Sanitetski materijal
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i pacijente pri op. zahvatu
<b>Klinika za kirurgiju</b>	Šprice
<b>Klinika za neurokirurgiju</b>	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
<b>Klinika za urologiju</b>	Sistemi za infuziju i transfuziju
<b>Klinika za dječju kirurgiju</b>	Vrećice za krv
<b>Odjel operacijske sale sa sterilizacijom</b>	Vrećice s kateterima i stomama
	Sonde, kateteri
	Sanitetski materijal
	Zaštitne rukavice
	Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i pacijente pri op. zahvatu
<b>Klinika za anesteziologiju,</b>	Šprice

<b>intenzivnu medicinu i liječenje boli</b>	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Sistemi za infuziju i transfuziju
	Vrećice za krv
	Vrećice s kateterima i stomama
	Sonde, kateteri
	Sanitetski materijal
	Pelene
	Zaštitne rukavice
	Posteljina, odjeća i obuća za jednokratnu uporabu
	PVC maske za kisik
	Centralni venski kateteri
	Filteri respiratora i anestizoloških aparata
	Orotrahealni tubusi, trahealne kanile
	<b>Klinički zavod za laboratorijsku dijagnostiku</b>
Zaštitne rukavice	
Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu	
<b>Klinički zavod za kliničku mikrobiologiju</b>	
<b>Klinički zavod za transfuzijsku medicinu</b>	PVC epruvete s ostacima krvi
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Šprice
	Zaštitne rukavice
	Plastični laboratorijski pribor za jednokratnu uporabu s ostacima krvi
	Ostaci laboratorijskih testova
<b>Klinika za radioterapiju i onkologiju</b>	Vrećice za krv
	Šprice, PVC epruvete i plastični pribor za jednokratnu uporabu s ostacima tjelesnih tekućina
	Zaštitne rukavice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
<b>Klinički zavod za nuklearnu medicinu</b>	Šprice, PVC epruvete i plastični pribor za jednokratnu uporabu s ostacima tjelesnih tekućina
	Zaštitne rukavice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
<b>Klinički zavod za patologiju i citologiju</b>	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Zaštitne rukavice i maske
<b>Zavod za podvodnu medicinu i hiperbaričnu medicinu</b>	Jednokratna zaštitna sredstva
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
<b>Klinika za maksilofacijalnu kirurgiju</b>	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
<b>Klinika za dentalnu medicinu</b>	Sistemi za infuziju
	Zaštitne rukavice
	Jednokratna dentalna oprema
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i pacijente pri op. zahvatu
<b>Zavod za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu</b>	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu



	Sistemi za infuziju
	Zaštitne rukavice
	Pelene
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i pacijente
Objedinjeni hitni bolnički prijam	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Sistemi za infuziju
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i aparaturu pri rdg pretragama
	Zaštitne rukavice
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i aparaturu pri rdg pretragama
Klinički zavod za radiologiju	Šprice
	Oštri predmeti: igle, mandreni, skalpeli za jednokratnu uporabu
	Sistemi za infuziju
	Set za rdg pretrage
	Zaštitne rukavice
	Jednokratna zaštitna sredstva za osoblje i aparaturu pri rdg pretragama

Razna ambalaža koja je onečišćena opasnim tvarima ili sadrži ostatke opasnih tvari predaje se ovlaštenom sakupljaču te se izvozi radi spaljivanja. Otpad koji je radi prevencije potrebno podvrgnuti specijalnim zahtjevima predaje se sakupljaču na obradu u specijalno postrojenje i spaljivanje. Sav otpad koji je bio u kontaktu s citotoksicima i citostaticima predaje se ovlaštenom sakupljaču te se izvozi radi spaljivanja. Otpad koji nije podvrgnut specijalnim zahtjevima radi prevencije infekcije kao što su zavoji i odjeća za jednokratnu uporabu predaje se ovlaštenom sakupljaču te se izvozi radi spaljivanja. Laboratorijske kemikalije koje u svom sastavu imaju opasne tvari uključujući i mješavine laboratorijskih kemikalija predaju se ovlaštenom sakupljaču te se izvoze radi spaljivanja.

Kutije, vrećice i posude koje sadrže razvrstani otpad ne smiju se ponovno razvrstavati i otvarati. Ambalaža koja se koristi za skladištenje kemijskog otpada mora biti zatvorena i neoštećena. Sav prikupljeni otpad skladišti se na lokacijama KBC-a Rijeka u priručna skladišta. Skladišni prostor sadrži spremnike koji su namijenjeni za infektivni i citostatski otpad, u ove spremnike ne smiju se odlagati druge vrste medicinskog otpada. Prilikom rukovanja s kemijskim, citostatskim, kemijskim i infektivnim otpadom potrebno je koristiti maske, rukavice i uniformu zaštititi pregačom. Po završetku zaštitna sredstva skinuti te ih odložiti u skladištu u poseban spremnik i dezinficirati ruke. [5]

## 5. ZAKLJUČAK

Polimerni materijal je materijal s kojim čovjek dolazi u doticaj svakodnevno. Neki od proizvoda koji se koriste svakodnevno, a izrađeni su od polimera su pribor za jelo, čaše, boce, posude za hranu, razne vrećice za pohranu hrane. Osim u prehrambenoj industriji polimeri u širokoj su primjeni i u medicinskoj industriji. Razni polimerni proizvodi koriste se u medicini, a samo neki od njih su vrećice za krv i urin, razne bočice, jednokratne rukavice, sustav za infuziju, polimerne vreće za skladištenje medicinskog otpada, razne epruvete, šprice i još mnogo toga. Ovi proizvodi u medicini koriste se za jednokratnu uporabu. Zbog jednostavne i jeftine proizvodnje polimeri su idealan izbor za jednokratne proizvode koji se koriste u medicini. Ovi proizvodi ne smiju se koristiti više puta kako ne bi došlo do zaraza. Tijekom pružanja njege i zaštite ljudima ovi proizvodi su u kontaktu s krvi i/ili izlučevinama ljudi te se smatraju infektivnim otpadom.

Potrebno je istaknuti da se svaka osoba koja rukuje medicinskim otpadom mora educirati o svim pravilima i načinima zbrinjavanja i odvajanja otpada. Kako tijekom skladištenja otpada ne bi došlo do miješanja infektivnog otpada s patološkim otpadom potrebno je da svaki spremnik ima oznake za koju vrstu otpada je namijenjen. Potrebno je infektivni otpad odvajati na mjestu nastanka jer se nakon zatvaranja spremnik sa sortiranim otpadom ne smije ponovno otvarati i sortirati. Osoba koja upravlja medicinskim otpadom treba koristiti sva zaštitna sredstva kako bi se spriječio kontakt s otpadom i zaraza. Spremnici koji se koriste za skladištenje medicinskog otpada moraju biti otporni na probijanje i istjecanje tekućine te na vlažnost i vibracije tijekom transporta.

Čovjek se tijekom rukovanja medicinskim otpadom izlaže raznim rizicima kao što su rizici od traume, rizici od zaraze, kemijski rizik, rizik od radioaktivnosti te rizik od požara i eksplozije. Zbog svih navedenih rizika potrebno je na pravi način skladištiti medicinski otpad te prilikom rukovanja koristiti sva zaštitna sredstva. Kancerogenost, toksičnost i nadražujuća svojstva samo su neki od svojstava koje sadrži medicinski otpad a koji su štetni za čovjeka i okoliš. Neke od najopasnijih tvari koje medicinski otpad sadrži su citotoksici i citostatici koji se koriste u liječenju tumora te je njihova zadaća da razaraju stanice u ljudskom tijelu.

Jedan od najvećih izazova danas je onečišćenje proizvodima napravljenim od polimera. Onečišćenje koje je uzrokovano proizvodima izrađenim od polimera uzrokuje veliku štetu ljudskom zdravlju i cijelom ekosustavu. Zbog porasta stanovništva i gospodarstva očekuje se i porast uporabe polimernih proizvoda. Porast uporabe polimernih proizvoda također prati i porast polimernih proizvoda koji završavaju na odlagalištima. Najveći dio polimernog otpada čine ambalaže, razni proizvodi za jednokratnu uporabu, tekstil i razne komponente vozila. Proizvodnja polimera i gospodarenje otpadom dovode do emisije stakleničkih plinova. Porastom proizvodnje polimernih proizvoda dolazi i do značajnog povećanja polimernog otpada u rijekama i oceanima. Polimerni otpad godišnje na svjetskoj razini iznosi i do nekoliko milijuna tona.

Potrebno je istaknuti da se puno proizvoda načinjenih od polimera ne reciklira i završava na odlagalištima koja nisu predviđena za ovakvu vrstu otpada. Te se na taj nači onečišćuje okoliš što ima negativne posljedice za čovjeka i cijeli ekosustav. Zato je potrebno educirati posebno djecu i mlade o važnosti odvajanja otpada na mjestu nastanka. Zbrinjavanje otpada je skupo no osim zbrinjavanja otpad se izvozi i zbrinjava u drugim državama što je i skuplje od zbrinjavanja.

## Literatura

- [1] Čatić, I.: Proizvodnja polimernih tvorevina, Društvo za plastiku i gumu, Zagreb, 2006.
- [2] Šercer, M., Križan, B., Basan R.: Konstruiranje polimernih proizvoda, Sveučilište u Zagrebu-Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2009.
- [3] Jambrak, T.: Utjecaj polimera na zdravlje čovjeka, Završni rad, Zagreb, 2009.
- [4] Pilipović, J.: Plastični i gumeni proizvodi, Polimeri, 34,38, Zagreb, 2013.
- [5] Pravilnik o postupanju s otpadom u KBC-u Rijeka, Statut Kliničkog bolničkog centra Rijeka članak 14. i 15., 2020.
- [6] Rogić, A., Čatić, I., Godec, D., Polimeri i polimerne tvorevine, Društvo za plastiku i gumu, Zagreb, 2008.
- [7] Govorčin Bajsić, E.: Prerada polimera, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, 2017.
- [8] Bošnjak, A.,: Utjecaj medicinskog otpada na okoliš i način upravljanja medicinskim otpadom u Sveučilišnoj kliničkoj bolnici Mostar, Diplomski rad, Prirodoslovni matematički fakultet Zagreb 2019
- [9] Pregled podataka o gospodarenju medicinskim otpadom za 2022. godinu, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb, prosinac 2023.
- [10] Zakon o gospodarenju otpadom, Narodne novine 84/21 [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_07\\_84\\_1554.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_07_84_1554.html)
- [11] Mick, A.: Zbrinjavanje medicinskog otpada na području Šibensko – Kninske županije, Diplomski rad, Zagreb 2014.
- [12] Šincek, M.: Medicinski otpad od postanka do zbrinjavanja, Završni rad, Čakovec, 2017.

- [13] Marković N.: Zbrinjavanje medicinskog otpada- zakonodavstvo i njegova provedba, Zagreb 2005.
- [14] ICRC (International Committee of Red Cross), Medical Waste management, Geneva, 2011.  
<https://www.icrc.org/eng/assets/files/publications/icrc-002-4032.pdf>
- [15] Slika preuzeta s interneta, Onlinestores  
<https://onlinestores.2024fashions.com/category?name=plasti%C4%8Dne%20vre%C4%87ice%20za%20med> 20. lipnja 2024.
- [16] Preuzeto s interneta slideshare, <https://www.slideshare.net/slideshow/xi-terminppt/258129635> 21. travnja 2024.
- [17] Slika preuzeta s interneta, CENEX, Reciklaža PET i upravljanje plastičnom ambalažom, [https://www.cenexrs.cenexdoo.mycpanel.rs/novosti/novosti/reciklaza\\_pet\\_upravljanje\\_plasticnom\\_ambalazom](https://www.cenexrs.cenexdoo.mycpanel.rs/novosti/novosti/reciklaza_pet_upravljanje_plasticnom_ambalazom) 21.kolovoza 2024.
- [18] Slika preuzeta s interneta, Njuskalo, <https://katalozi.njuskalo.hr/akcija/plasticni-pribor-za-jelo-81948> 21. travnja 2024.
- [19] S interneta, KBC-Rijeka, <https://kbc-rijeka.hr/>, 20. srpnja 2024.
- [20] Slika preuzeta s i interneta, Kemijski rječnik,  
<https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=kalandriranje> 23. travnja 2024.
- [21] Slika preuzeta s interneta, Recolo, <https://recolo.hr/autoklav-medicinski-sterilizator-detaljnovodic/> 26. travnja 2024.
- [22] Godec D., Utjecaj parametara injekcijskog prešanja na rastrznu čvrstoću spajanja pri preradi amorfnih i kristalastih plastomera, Diplomski rad, Zagreb 2018.
- [23] Slika preuzeta s interneta, CNWTC, <https://hr.cnwtc.com/laboratory-plastic-disposables/medical-disposable-250ml-350ml-450ml-500ml.html> 26. travnja 2024.
- [24] CNWTC, s interneta, <https://hr.cnwtc.com/> 18. lipnja 2024.

- [25] Slika preuzeta s interneta, <https://hr.starrypacking.com/medical-bags/biohazard-waste-bags/medical-biohazard-waste-bags.html> 18. lipnja 2024.
- [26] Slika preuzeta s interneta, Vodič za proizvodnju kozmetičkih proizvoda, Zagreb, 2016. <https://zdravlje.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Tekstovi%20razni/16.12.%20VODI%C4%8C%20ZA%20PROIZVODNJU%20KOZMETI%C4%8CKIH%20PROIZVODA%202016.pdf> 18. lipnja 2024.
- [27] S interneta, Amcor, <https://www.amcor.com/> 23. srpnja 2024.
- [28] S interneta, Berry Global Group, <https://www.berryglobal.com/en/> 25. srpnja 2024.
- [29] Enko, M. T., Pakiranje materijala za sterilizaciju, WFHSS, 2009.
- [30] Naputak o postupanju s otpadom koji nastaje pri pružanju zdravstvene zaštite, Narodne novine 50/00 [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2000\\_05\\_50\\_1119.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2000_05_50_1119.html)
- [31] Pravilnik o gospodarenju medicinskim otpadom, Narodne novine 50/15 [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_05\\_50\\_989.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_50_989.html)
- [32] S interneta, Vedrisana, <https://vedrisana.hr/trgovina/kontejner-za-medicinski-otpad-2l-crveni> 29. kolovoza 2024.
- [33] S interneta, Recolo, <https://recolo.hr/kanta-za-infektivni-otpad/> 29. kolovoza 2024.

## Popis slika

Slika 2.1 Podjela polimera s obzirom na ponašanje pri povišenoj temperaturi [16] .....	10
Slika 2.2 Vrećice za pohranu hrane [15] .....	11
Slika 2.3 Razne vrste boca i posuda napravljene od polietilen tereftalata [17] .....	12
Slika 2.4 Čaše i pribor za jelo izađeni od stiren/akrilonitrila [18] .....	13
Slika 2.5 Kalandriranje [20] .....	14
Slika 2.6 Shematski prikaz ubrizgavalice [22] .....	15
Slika 3.1 Polimerna ambalaža za sterilizirane instrumente [21] .....	17
Slika 3.2 Vrećica za krv izrađena od polivinil klorida [23] .....	18
Slika 3.3 Kriocijev izrađena od polipropilena [24] .....	19
Slika 3.4 Postupak toplog oblikovanja stlačenim zrakom u matrici [7] .....	20
Slika 3.5 Ekstruzijsko puhanje [7] .....	21
Slika 3.6 Postupak injekcijskog puhanja [7] .....	22
Slika 4.1 Grafički prikaz količine nastalog otpada od 2018. do 2022. godine [9] .....	24
Slika 4.2 Prikaz udjela medicinskog otpada po konačnom postupku obrade za 2022. godinu [9] .....	25
Slika 4.3 Shema mogućnosti zbrinjavanja medicinskog otpada [13] .....	28
Slika 4.4 Ambalaža za odlaganje infektivnog medicinskog otpada [25] .....	29
Slika 4.5 Spremnik za medicinski otpad [32] .....	30
Slika 4.6 Znakovi opasnosti za opasne kemikalije [26] .....	33

## **Popis tablica**

Tablica 4.1 Primjer infekcija medicinskim otpadom [14] .....	32
Tablica 4.2 Infektivni medicinski otpad prikazan po odjelima KBC-a Rijeka [5] .....	37



## Sažetak

Zbog jednostavne i jeftine proizvodnje polimeri su svakim danom sve rašieniji u uporabi. Zbog dobre otpornosti na kemikalije polimeri su zastupljeni i u proizvodnji ambalaže za razne medicinske proizvode. Samo neki od proizvoda koji su napravljeni od polimera, a koriste se u medicini su: jednokratne rukavice, sistemi za infuzije, vrećice za krv, vrećice za urin, razne vrste epruveta i šprice. Jedan od najvećih ekoloških izazova je onečišćenje polimerima. Kako bi se spriječilo onečišćenje koje može uzrokovati veliku štetu ljudskom zdravlju i ekosustavima potrebno je pravilno rukovati otpadom. U ovom radu opisane su vrste i uporaba polimera, ambalaža za medicinske proizvode i postupci proizvodnje polimerne ambalaže. U ovom radu navedene su vrste medicinskog otpada, načini zbrinjavanja medicinskog otpada, utjecaj na čovjeka i okoliš.

Ključne riječi: polimeri, polimerna ambalaža, medicinski otpad, upravljanje medicinskim otpadom.

## **Summary**

Due to their simple and inexpensive production, polymers are becoming increasingly widespread in use every day. Because of their good resistance to chemicals, polymers are also used in the production of packaging for various medical products. Some examples of products made from polymers used in medicine include: disposable gloves, infusion systems, blood bags, urine bags, various types of test tubes and syringes. One of the biggest environmental challenges is pollution caused by polymers. To prevent pollution that can cause significant harm to human health and ecosystems, proper waste management is necessary. This paper describes that types and uses of polymers, packaging for medical products and the processes involved in the production of polymer packaging. It also outlines the types of medical waste, methods of medical waste management and their impact on humans and the environment.

Keywords: polymers, polymer packaging, medical waste, medical waste management.