

# GOSPODARENJE OTPADOM I UTJECAJ NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

---

**Trobić Barić, Ines**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:406355>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Stručni diplomski studij Sigurnost i zaštita

INES TROBIĆ BARIĆ

**GOSPODARENJE OTPADOM I UTJECAJ  
NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ**

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2024.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

INES TROBIĆ BARIĆ

**Waste management and impact on  
health and environment**

Master thesis

Karlovac, 2024

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Stručni diplomski studij Sigurnost i zaštita

INES TROBIĆ BARIĆ

**GOSPODARENJE OTPADOM I UTJECAJ  
NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

Karlovac, 2024.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni prijediplomski/ **stručni diplomski studij: Sigurnost i zaštita**

Usmjerenje: **Zaštita na radu,**

Karlovac, 2024.

### **ZADATAK DIPLOMSKOG RADA**

Student: Ines Trobić Barić

Matični broj: 0420420014

Naslov: GOSPODARENJE OTPADOM I UTJECAJ NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

Opis zadatka:

U diplomskom radu definiran je proces cjelovitog sustava gospodarenja otpadom kao i sami procesi prikupljanja otpada. Također, spomenuta je i prevencija za smanjenje onečišćenja okoliša. Navedeni su pravilnici i propisi koji se moraju poštivati prilikom procesa gospodarenja otpada. Posebna pozornost dana je odlagalištu otpada i samom utjecaju otpada na okoliš i zdravlje.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Rujan, 2023.

Listopad, 2024.

Listopad, 2024.

Mentor:

Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

dr. sc. Zvonimir Matusinović, v.pred.

## **PREDGOVOR**

Ovaj rad nastao je pod mentorstvom Lidije Jakšić, mag. ing. cheming, pred., i ovim putem joj se zahvaljujem na ukazanoj pomoći, savjetima i posvećenom vremenu tijekom pisanja rada.

Zahvaljujem se i ostalim profesorima Veleučilišta u Karlovcu na usvajanju novog znanja.

Posebno se zahvaljujem mojoj obitelji koja mi je bila podrška i oslonac tijekom mog školovanja.

## **SAŽETAK**

U ovom radu objašnjena je definicija otpada i sama podjela otpada. Definiran je proces cjelovitog sustava gospodarenja otpadom, procesi prikupljanja otpada. Također, spomenuta je i prevencija za smanjenje onečišćenja okoliša. Navedeni su pravilnici i propisi koji se moraju poštivati prilikom procesa gospodarenja otpada. Posebna pozornost predana je odlagalištu otpada i samog utjecaja otpada na okoliš i zdravlje.

Ključne riječi: otpad, gospodarenje otpadom, okoliš, recikliranje, odlagalište otpada, plastični otpad, onečišćenje okoliša, zdravlje

## **SUMMARY**

This final paper explains the definition of waste and the division of waste itself. The process of a complete waste collection processes are defined. Prevention for reducing the environment is also mentioned. Rules and regulations that must be followed during the waste management process are listed. Special attention is paid to the waste disposal site and the impact of waste on the environment and health.

Keywords: waste, waste management, environment, recycling, landfill, plastic waste, environmental pollution,

## SADRŽAJ

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA.....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK.....	III
SUMMARY .....	III
1. UVOD.....	1
2. DEFINICIJA OTPADA .....	2
3. KATEGORIJE I PODJELA OTPADA.....	4
4. GOSPODARENJE OTPADOM .....	10
4.1. Načela gospodarenja otpadom .....	13
4.2. Red prvenstva u gospodarenju otpada .....	17
4.2.1. Prevencija i smanjenje količine otpada.....	20
4.3. Sakupljanje, razvrstavanje i prijevoz otpada .....	21
4.3.1. Oporaba .....	25
4.3.2. Recikliranje.....	26
5. ZAKONODAVNI OKVIRI O OTPADU U EUROPSKOJ UNIJI I REPUBLICI HRVATSKOJ.....	34
5.1. Zakonodavni okviri u Europskoj uniji.....	34
5.2. Zakonodavni okvir u Republici Hrvatskoj .....	39
5.2.1. Strategija gospodarenja otpadom .....	39
5.2.2. Plan gospodarenja otpadom .....	40
5.2.3. Zakon o gospodarenju otpadom.....	42
6. ODLAGALIŠTA OTPADA I NJIHOVA PODJELA .....	46
6.1. Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac .....	48
7. ŠTETAN UTJECAJ ODLAGALIŠTA OTPADA .....	51
7.1. Moguće otrovne tvari u otpadu .....	53
7.2. Odlagališni plin .....	53
7.3. Procjedne vode.....	55
7.4. Neugodni mirisi .....	56
7.5. Sumporovodik.....	56



8. ŠTETAN UTJECAJ OTPADA NA ZDRAVLJE.....	60
8.1. Spalionice .....	60
8.2. Pročišćavanje otpadnih voda .....	62
8.3. Kompostiranje .....	62
8.4. Radioaktivan otpad .....	62
9. PLASTIKA – GLOBALNI PROBLEM DANAŠNJICE .....	63
9.1. Utjecaj na ljudsko zdravlje .....	66
9.1.1. Tipovi plastike opasni po naše zdravlje .....	69
9.2. Plastika u morskome okolišu .....	71
10. ZAKLJUČAK.....	76
11. LITERATURA .....	77
12. PRILOZI .....	82
12.1. Popis slika.....	82
12.2. Popis tablica .....	83

## 1. UVOD

Čuvati naslijeđenu prirodu i svoju okolinu, ekološki razmišljati i djelovati, bez činjenja štete i bez izazivanja štetnih promjena u okolišu, jedno je od osnovnih ljudskih prava, ali i obveza. Čovjekov odnos prema okolišu doveo je do niza globalnih, regionalnih i lokalnih ekoloških problema. Svoje mjesto u tom velikom i globalnom problemu ima i otpad koji svakodnevno svatko od nas proizvodi [1].

Otpad je jedan od ključnih problema moderne civilizacije i neizbježna posljedica čovjekova načina života. Uviđajući tu činjenicu, razvijene zemlje pomoću zakonodavstva, kao i strateških dokumenata, razvijaju sustave gospodarenja otpadom. Danas je moguće zahvaljujući suvremenim tehnikama iskoristiti gotovo sve vrste i količine opada. Kako bi se to ostvarilo uvjet je da se svaka pojedina vrsta otpada prikupi odvojeno [1].

Razvojem industrije, način života se poboljšao i povećano je blagostanje koje ima brojne prednosti, ali i mane, jer se tako povećala količina i štetnost opada [1].

Zemlja je mali planet, ali je zatrpan velikim količinama smeća. Ljudska vrsta konstantno proizvodi sve veće i veće količine, postepeno sve opasnijeg i složenijeg otpada. Nakon što se odbaci u okoliš, velika većina otpadnih tvari se vrlo sporo razgrađuje. Problem postupanja s otpadom naša civilizacija je potpuno zanemarila, a to svakim trenutkom postaje sve veći problem [1].

Otpadom se može onečistiti tlo, voda i zrak, jer čak 1/3 ukupnog otpada završi na divljim odlagalištima i tako postaje smeće. Na taj način utječe na ljudsko zdravlje [1].

## 2. DEFINICIJA OTPADA

Uzroci onečišćenja otpadom s kojima se susreće suvremeno društvo jasno se mogu iščitati iz sljedećeg citata: „Akumulacija smeća i otpadaka jednaka je od kazni za rasipništvo civilizacije koje ljudsko društvo neizbježno plaća” [1].

Iako je otpad problem suvremene civilizacije i središnji problem zaštite okoliša danas, njegovi korijeni kriju se u dalekoj prošlosti. Prva prava služba za sakupljanje otpada bila je organizirana u Rimskom Carstvu. U srednjem vijeku odnos prema otpadu bio je mnogo neodgovorniji i otpad je završavao jednostavno na ulici. Načini prikupljanja otpada kakav je danas poznat počinje se uvoditi u velikim europskim metropolama tek u prvim desetljećima XX. stoljeća. Do radikalne promjene u sustavu odlaganja otpada dolazi 1950.-ih godina. Dotadašnje stihijsko i ne sanitarno „odlaganje” otpada, zamjenjuje se planiranim i dobro organiziranim pristupom problemu. Radi bolje iskoristivosti prostora i zaštite okoliša započinje se sa zbijanjem otpada, prekrivanjem jama u koje se otpad odlaže i sl. Iako se i danas u svijetu godišnje odlaže stotine milijuna tona otpada, velikim dijelom i na neuređene deponije koji su jedan od najuočljivijih i najopasnijih vrsta zagađenja ekosustava, u novije je vrijeme bitno promijenjen pristup rješavanju problema zbrinjavanja otpada. Uz nastojanja da se prevenira nastanak otpada, na otpad se sve više gleda kao na značajan „izvor sirovina” [1].

Kako kroz povijest tako i danas kada je riječ o otpadu pogrešno se kao sinonimi koriste pojmovi otpad i smeće. Smeće (engl. garbage, junk, trash) je općeniti pojam za sve ono što je odbačeno i nepotrebno, ali nerazvrstano, odnosno pomiješano. Navedeno upućuje da je smeće također vrsta otpada, i to nerazvrstani otpad te kao takav ima najmanju vrijednost. Otpad (engl. waste) također znači nešto odbačeno, nešto što trenutnom vlasniku više nije potrebno, ali to želi odložiti ili zbrinuti na to određena mjesta, odnosno prodati, ako je prerada otpada moguća. Otpad je razvrstan i iskoristiv te se često uz njega veže termin „sekundarna sirovina”. Pod otpadom se smatraju svi materijalni ostaci sirovina, poluproizvoda i proizvoda koji su za posjednika suvišni i beskorisni, ali još uvijek imaju određenu uporabnu vrijednost i teorijski i praktično se još mogu

upotrijebiti. Za razliku od otpada, smeće ima vrlo malu uporabnu vrijednost i bavljenje njime ne znači čak niti teorijsku dobit [1].

Prema Direktivi 2008/98/EZ o otpadu<sup>1</sup>, otpad se definira kao svaka tvar ili objekt što ga posjednik odbaci, namjerava odbaciti ili je dužan odbaciti. Direktiva daje niz rješenja za lakše iskorištavanje vrijednih dijelova otpada u obliku sirovina, čak definira kada pojedina vrsta otpada gubi naziv otpada i prestaje biti predmet posebnog nadzora [1].

Prema Zakonu o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23), otpad je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti [3].

Otpadom se smatra i svaki predmet i tvar čije su skupljanje, prijevoz i obrada nužni u svrhu zaštite javnog interesa. Nastaje kao posljedica svih naših aktivnosti. Otpad ima dva temeljna svojstva, jedno se svojstvo odnosi na njegov štetan utjecaj na okoliš i ljude, a drugo se odnosi na mjesto nastajanja otpada i oblike u kojima se pojavljuje [3].

Otpad je problem suvremene civilizacije i središnji problem zaštite okoliša jer štetno djeluje na sve sastavnice okoliša te na sav živi svijet. Njegovo djelovanje može nepovoljno utjecati na kakvoću vode, zraka i tla, ali i na ljudsko zdravlje. Koliki će biti taj utjecaj, ovisi o količini i svojstvima otpada te načinu na koji se njime gospodari. Bolne točke zbrinjavanja otpada su odlagališta otpada, tj. građevine koje su namijenjene trajnom odlaganju otpada [3].

---

<sup>1</sup> Direktiva 2008/98/EZ o otpadu (Okvirna direktiva o otpadu) kojom se utvrđuju svojstva otpada koja ga čine opasnim provedena je 2014. Uredbom Komisije (EU) br. 1357/2014. Glavni ciljevi te revizije bili su prilagoditi svojstva otpada tehničkom i znanstvenom napretku i uskladiti, koliko je to moguće, utvrđivanje opasnog otpada s kriterijima Uredbe (EZ) br. 1272/2008 o razvrstavanju, označivanju i pakiranju tvari i smjesa (Uredba o CLP-u).

### 3. KATEGORIJE I PODJELA OTPADA

U Izvodu iz Pravilnika o katalogu otpada (NN 90/2015) koje je izdala Hrvatska agencija za okoliš i prirodu nalaze se gotovo sve vrste otpada koje se temelje na dostupnim podacima o vrstama industrije ili vrsti tvari u otpadu [3].

Dokument sadrži čak 25 stranica na kojima je navedena vrsta otpada i njihove podgrupe, a u ovome radu će biti izdvojene najveće grupe otpada. Ovo je bitno zato što ljudi često otpadom smatraju samo komunalni i plastični otpad. Ipak, pokraj ovih vrsta otpada, postoje još i druge grupe otpada koje, iako na prvi pogled nisu značajne, ipak čine udio u cjelokupnom gospodarenju otpadom [3]. U Tablici 1. prikazan je popis vrsta otpada prema kategorijama.

Tablica 1. Popis kategorija otpada [3]

POPIS VRSTA OTPADA PREMA KATEGORIJAMA	
1	Otpad koji nastaje pri istraživanju, eksploatiranju i fizikalno-kemijskoj obradi mineralnih sirovina
2	Otpad od poljoprivrede, hortikulture, proizvodnje vodenih kultura, šumarstva, lovstva i ribarstva, pripremanja i prerade ribe
3	Otpad od prerade drveta i proizvodnje drvenih panela i namještaja, celuloze, papira i kartona
4	Otpad iz kožarske, krznarske i tekstilne industrije
5	Otpad iz rafinerija nafte, pročišćavanja prirodnog plina i pirolitičke obrade ugljena
6	Otpad iz anorganskih kemijskih procesa
7	Otpad iz organskih kemijskih procesa
8	Otpad iz proizvodnje, formulacije, dobave i uporabe (PFDU) prevlaka (boje, lakovi i staklasti emajl), ljepila, sredstva za brtvljenje i tiskarskih tinta
9	Otpad iz fotografske industrije
10	Otpad iz tehničkih procesa
11	Otpad od kemijske površinske obrade i prevlačenja metala i drugih materijala; otpad od hidrometalurgije obojenih metala

12	Otpad od mehaničkog oblikovanja te fizikalne i mehaničke površinske obrade metala i plastike
13	Otpadna ulja i otpad od tekućih goriva
14	Otpad od organskih otapala, rashladnih i potisnih tvari
15	Otpadna ambalaža, psorbeni, tkanine za brisanje, filtarski materijali i zaštitna odjeća koja nije specijalizirana na drugačiji način
16	Otpad koji nije drugdje specificiran u katalogu
17	Građevinski otpad i otpad od rušenja objekata (uključujući i iskopanu zemlju s onečišćenih lokacija)
18	Otpad koji nastaje kod zaštite zdravlja ljudi i životinja i/ili srodnih istraživanja
19	Otpad iz građevina za gospodarenje otpadom, uređaja za pročišćavanje otpadnih voda izvan mjesta nastanka i pripremu pitke vode i vode za industrijsku uporabu
20	Komunalni otpad (otpad iz kućanstava i slični otpad iz ustanova i trgovinskih i proizvodnih djelatnosti) uključujući odvojeno sakupljanje sastojaka komunalnog otpada

Prema ovom popisu vidljivo je da postoji čak 20 kategorija otpada, a svaka od tih kategorija grana se na još minimalno 10 podgrupa. Većina zemalja u svijetu imaju svoje podjele otpada, sukladno domaćem zakonodavstvu. Ipak, ono što je univerzalno je to da postoje skupine otpada koje se na prvi pogled ne čine velikima, ali zapravo imaju dobar udio u cjelokupnom postotku otpada – poput građevinskog otpada ili otpadnih ulja [3].

Otpad nastaje kao rezultat raznih ljudskih aktivnosti: u domaćinstvima, u raznim gospodarskim djelatnostima (poljoprivreda, turizam, promet i dr.) te posebno u industriji. Slika 1. prikazuje mjesta nastanka otpada, dok Slika 2. prikazuje prosječan sadržaj kućnog otpada.

Otpad je moguće podijeliti prema:

- mjestu nastanka,
- opasnosti po ljudsko zdravlje i okoliš [1].



Slika 1. Prikaz mjesta nastanka otpada [1]

Prema mjestu nastanka, otpad se dijeli na:

- **komunalni otpad** (engl. Municipal Waste) – otpad iz kućanstva, otpad koji nastaje čišćenjem javnih površina i otpad koji je po svojim svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, a koji nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima. Sastav komunalnog otpada mijenja se ovisno o sredini u kojoj nastaje i ovisi o mnoštvu čimbenika kao što su: standard stanovništva, tip naselja, dostignuta razina komunalne infrastrukture i sl. Komunalni otpad velikim dijelom sadrži: biorazgradivi otpad (ostaci hrane i prehrambenih artikala, vrtni otpad) i otpadnu

ambalažu koja nastaje nakon raspakiranja proizvoda (papir, plastika, kartonske kutije, staklene i plastične boce). Biorazgradivi otpad je svaki otpad koji podliježe anaerobnoj ili aerobnoj razgradnji, kao što je to slučaj s vrtnim, kuhinjskih otpadom, papirom i kartonom, s tim da se pod biorazgradivim komunalnim otpadom podrazumijeva otpad iz kućanstva i drugi biorazgradivi otpad koji je zbog svog sastava sličan biorazgradivom otpadu iz kućanstva [2].

- **tehnološki otpad** (engl. Technological Waste) – otpad koji nastaje u proizvodnim procesima u industriji, gospodarstvu, poljoprivredi i obrtu, a po sastavu i svojstvima se razlikuje od komunalnog otpada. Tehnološkim otpadom ne smatraju se ostatci iz proizvodnog procesa koji se koriste u proizvodnom procesu istog proizvođača [2].

Prema podrijetlu mogu se razlikovati:

- **otpad biljnog i životinjskog podrijetla** (otpad od hrane, stočna hrana, otpad iz biljnih i životinjskih mesnih produkata, otpad iz hrane, otpad iz ishrane životinje, otpad kože, biljni otpad, otpad celuloze, papira itd.)
- **otpad mineralnog podrijetla, uključujući i procese oplemenjivanja** (otpad iz ruda, energetike i strojarstva bez metalnih elemenata, otpad sa sadržajem metala – željeza, drugih metala, muljevi sa sadržajem metala)
- **otpad iz kemijskih procesa** (oksidi, hidroksidi, soli, kiseline, otpad sredstava za zaštitu biljaka i protiv štetnika, farmaceutski otpad, otpad prerade i korištenja nafte, proces oplemenjivanja ugljena, otpad iz transporta nafte i plina, otpad iz organskih rastvarača, namaznih masa, ljepila, gita, otpad plastičnih masa i tekstilni otpad)
- **radioaktivni otpad** (otpad kod vađenja i prerade rude urana)
- **otpad iz naselja** (komunalni otpad, otpad iz pripreme vode, pročišćavanja otpadnih voda i održavanje vodenih tokova, otpad iz zdravstvenih ustanova).



Prema značajkama po zdravlje ljudi i okoliša, otpad se dijeli na:

- **inertni otpad** (engl. inert waste) – otpad koji nije podložan fizičkim, kemijskim ili biološkim promjenama; ne rastvara se, ne sagorijeva ili na drugi fizički ili kemijski reagira, nije biološki razgradiv ili ne utječe nepovoljno na druge tvari s kojima dolazi u kontakt na način koji može dovesti do zagađenja okoliša ili ugroziti zdravlje ljudi; otpad koji uopće ne sadrži ili sadrži vrlo malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj ili biološkoj razgradnji, pa ne ugrožava okoliš.
- **opasni otpad** (engl. hazardous waste) je otpad koji sadrži tvari sljedećih značajki: eksplozivnost, reaktivnost, zapaljivost, nadražljivost, štetnost, toksičnost, infektivnost, kancerogenost, korozivnost, infektivnost, teratogenost, mutagenost, svojstvo otpuštanja otrovnih plinova kemijskom reakcijom ili biološkom razgradnjom. Prema podacima Eurostata<sup>2</sup>, EU-27 je 2008. godine generirala oko 98 milijuna tona opasnog otpada (3,7% od ukupne količine generiranog otpada), što znači da je te godine svaki građanin EU-a proizveo u prosjeku oko 196 kg opasnog otpada. Najveći proizvođači opasnog otpada su sektori proizvodnje metala i metalnih proizvoda, kemijske industrije te proizvodnje proizvoda od gume i plastike.
- **neopasni otpad** (engl. non-hazardous waste) je otpad koji nema neku od značajki opasnog otpada, odnosno nema ni jedno od 14 svojstava nabrojanih u Aneksu III Direktive o otpadu. Čini ga otpad iz poljodjelske, vrtlarske, lovačke, ribarske i primarne proizvodnje, vodenih kultura, pripremanja hrane i pića. Prema podacima Eurostata, EU je 2008. godine generirala oko 2858 milijuna tona neopasnog otpada. Kućni otpad i otpad koji je sastavom sličan kućnom otpadu predstavlja oko 7,7% ukupnog neopasnog otpada. Rudarstvo i vađenje kamena stvaraju 25% neopasnog otpada. Proizvodna industrija generirala je 2006. godine oko 12% neopasnog otpada [2].

---

<sup>2</sup> EUROSTAT je statistički ured EU-a, osnovan 1953., godine sa sjedištem u Luksemburgu. Temeljni mu je zadatak prikupljanje i obrađivanje usporedivih statističkih informacija iz država članica EU-a koje služe kao podloga za pripremu i provedbu politika Zajednice. Statistički podaci se prikupljaju u nacionalnim uredima za statistiku država članica EU-a. Ured ih predstavlja javnosti u svojim tiskanim ili elektroničkim publikacijama te priopćenjima za tisak.



Slika 2. Prosječan sadržaj kućnog otpada [2]

#### 4. GOSPODARENJE OTPADOM

Ljudsko življenje i otpad oduvijek su nerazdvojni. Od najranijeg ljudskog razvoja pa sve do danas, čovjek je svojim aktivnostima – u početku egzistencijalnim, a danas vrlo raznolikim – stvarao otpad. Porast životnog standarda i opći napredak društva posljedica je tehnološkog napretka društva u cjelini. Međutim, upravo tehnološkome napretku i porastu standarda življenja moramo zahvaliti ne samo za povećanje količine otpada za okoliš i čovjeka. Nažalost, otpad modernoga, tehnološki razvijenog društva sve negativnije utječe i na okoliš i na čovjeka. Otpad je posljedica ljudskog življenja, stoga su ljudi osuđeni na suživot s otpadom i na trajnu brigu o njegovom zbrinjavanju, kao i o velikoj brizi o okolišu (Slika 3.), kako bismo se održali u izgrađenom okolišu naselja [4].

Za ostvarenje ovog cilja nužno je raspolagati učinkovitom tehnologijom, organizacijom i s dovoljno financijskih sredstava. Mjesto nastajanja otpada su naselja u kojima čovjek živi trošeći pritom raznovrsne proizvode i resurse. Danas su sastav, količina, izvori i kretanje otpada takvi da ih je u najvećem dijelu moguće pratiti i kontrolirati njihov životni ciklus tijekom kojega ponovno ulaze u ciklus kruženja materije ili se na siguran način odlažu na odgovarajuća odlagališta ili se, u konačnici, eliminiraju (najčešće spaljivanjem). Strategije zbrinjavanja otpada i prateći propisi određeni su ponajprije povećanjem broja stanovnika i smanjenjem raspoloživih resursa. Najnovija strategija Europske unije (a time i Hrvatska) zasniva se na pojmu „kružno gospodarstvo“ (circular economy) – (COM/2014/398 final/2). Ova je strategija donesena kako bi se ojačalo učinkovito korištenje resursa u okviru Strategije Europa 2020: za pametan, održiv i uključiv rast (COM/2010/2020,COM/2011/21) [4].



Slika 3. Gospodarenje otpadom i briga o okolišu [5]

Nagomilavanje krutog otpada je jedan od velikih problema naše civilizacije, kako s komunalnog i financijskog stajališta tako i s ekološkog, sanitarno-epidemiološkog, tehnološkog, urbanističkog, građevinskog, hidrološkog i energetskog stajališta. Razlozi za porast ovog problema su značajno povećane količine otpada, promjena njegova sastava, tj. sve veći udio opasnih i teško razgradivih sastojaka koje priroda ne može uključiti u svoj biološki (prirodni) ciklus, što za posljedicu ima povećano zagađenje voda, zraka i tla uzrokovano krutim, tekućim i plinovitim otpadcima. Stoga je otpad potrebno zbrinuti na siguran način, dugoročno, uz istovremeno izdvajanje i iskorištavanje korisnih sastojaka [4].

Postoji logična veza između očuvanja prirodnih bogatstava te stvaranja i iskorištavanja otpada. Nesporna je činjenica da su mineralna i fosilna prirodna bogatstva neobnovljiva – stoga je neophodno poduzimati mjere za očuvanje prirodnih bogatstava radi dobiti ne samo današnje, nego i budućih generacija (ciljevi održivosti razvoja). S druge strane, energija jest neuništiva, ali se lako može transformirati u oblik u kojem se više ne može koristiti [4].

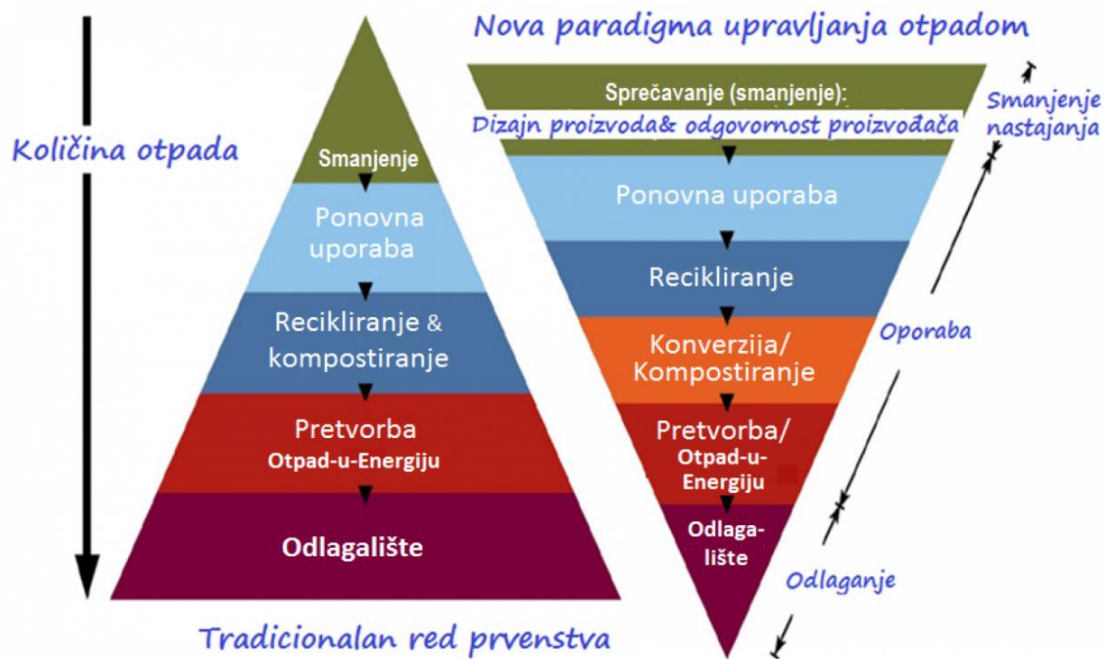
U ovakvoj situaciji, dio rješenja problema zaštite okoliša i nedostatka sirovina te proizvodnje energije svakako je kontrola i iskorištavanje otpada. Osim ekološke dobiti, kružno gospodarstvo osigurava rast i zapošljavanje [4].

Gospodarenje otpadom predstavlja ključnu preokupaciju unutar strategija zaštite okoliša i djelovanja za okoliš, kako u razvijenim tako i u državama u razvoju, a budući da otpad iz domaćinstava čini glavni dio komunalnog otpada, ponašanje i osjetljivost stanovništva na problem smeća i otpada od iznimne su važnosti. Glavni ciljevi gospodarenja otpadom su zaštita ljudskih bića i okoliša te očuvanje resursa, što se postiže na način da se ne ošteti dobit sadašnjih kao i budućih generacija (Brunner/Fellner, 2007:234). U svrhu ostvarivanja ovih ciljeva, u sustavu gospodarenja otpadom promiču se, osim primarnog sakupljanja otpada, ponašanja vezana za njegovo smanjenje, ponovnu uporabu i recikliranje. Tako je u državama EU-a razrađen pristup koji uključuje izbjegavanje stvaranja otpada i promidžbu njegove prerade, recikliranje i kompostiranje, te ponovnu uporabu i spaljivanje, a poznat je i kao *waste hierarchy princip* [1].

Pravilno gospodarenje otpadom podrazumijeva primjenu koncepta 4R+3R, odnosno, uz uobičajene postupke upravljanja i postupanja s otpadom, koji su prije svega usmjereni na područje njegova sakupljanja, odvoza i zbrinjavanja, uvode se prethodno osvješćivanje i obrazovanje, uključuju poduzetnički sektor i uvode se nove metode postupanja s otpadom:

- **REDUCE** (smanjiti količinu otpada na izvoru)
- **REUSE** (višeputno upotrijebiti predmet ili tvar u korisne svrhe bez prethodne obrade, tj. upotrijebiti više puta u izvornom obliku)
- **RECYCLE** (ponovno uporabiti otpad u proizvodnom procesu, odnosno preraditi otpad i iskoristiti ga za dobivanje novih proizvoda)
- **RECOVER** (izabrati manje štetne tvari/iskoristiti otpad u energetske svrhe)
- **EDUCATE** (osvijestiti i educirati o odgovornom postupanju s otpadom te povećati razumijevanje važnosti i mogućnosti pravilnog gospodarenja otpadom, mogućih šteta nastalih zbog nepravilnog odlaganja, tehnoloških procesa postupanja s otpadom, koristi od smanjenja stvaranja otpada na izvoru gospodarenja otpadom)
- **ECONOMISE** (smanjiti troškove gospodarenja otpadom i uključiti troškove otpada u cijenu proizvoda/usluge po načelu „onečišćivač/zagađivač plaća“)
- **ENFORCE** (primijeniti koncepte učinkovitog postupanja s otpadom u zakonodavstvu i praksi, te uključiti u procese planiranja, odlučivanja i upravljanja sve zainteresirane aktere) [1].

Kada se govori o pravilnom postupanju s otpadom, prioriteti su izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada te smanjivanja njegovih opasnih svojstava. Ako se nastajanje otpada ne može izbjeći ni smanjiti, otpad se mora ponovno koristiti, tj. reciklirati i/ili oporabiti. Otpad koji se više ne može racionalno iskoristiti trajno se odlaže na prihvatljiv način za okoliš. Slika 4. prikazuje novu paradigmu gospodarenja otpadom [3].



Slika 4. Nova paradigma gospodarenja otpadom [6]

#### 4.1. Načela gospodarenja otpadom

Temeljne odredbe o načelima uređenja zaštite okoliša i odgovornosti za onečišćenje zaštite okoliša sadržane su u Ustavu. Prema Zakonu o otpadu (NN 178/2004-3083) iz 2004., gospodarenje otpadom mora biti utemeljeno na uvažavanju načela zaštite okoliša koja su propisana Zakonom o zaštiti okoliša iz 2007. (NN 81/24), poštovanju načela međunarodnog prava zaštite okoliša, uvažavanju znanstvenih spoznaja i najbolje svjetske prakse [30].

U gospodarenju otpadom posebnost se daje načelu „Onečišćivač plaća“, načelu odgovornosti proizvođača i načelu blizine uporabe i/ili zbrinjavanja otpada, pri čemu se ne umanjuje važnost ostalih načela. Zakonom propisana načela ne primjenjuju se na radioaktivni otpad, otpadne vode, plinovite tvari koje se ispuštaju u atmosferu, otpad životinjskog porijekla, fekalije i druge prirodne neopasne tvari koje se koriste u poljoprivredi te otpad koji nastaje pri traženju, iskapanju, prijevozu i konačnoj obradi ili uništavanju minsko-eksplozivnih i drugih ubojnih naprava i eksploziva [30].

Za one koji primjenjuju pravna načela služe kao putokaz u rješavanju problema gospodarenja otpadom, posebice kad pravno pravilo ne daje neposredan odgovor na određeni problem. S druge strane, zakonodavac se nije zadovoljio samo propisivanjem načela gospodarenja otpadom, već je njihovo nepoštivanje sankcionirao mnogobrojnim prekršajnim odnosno kaznenim odredbama čime je još više učvrstio zaštitu zakonitosti i zaštitu zdravlja ljudi i zdravog okoliša. Dakle, zadatak načela je pružiti kvalitetnu pravnu zaštitu u slučaju onečišćenja okoliša sukladno općem interesu. Po svojoj prirodi načela su opća pravila odnosno pravna načela koja se neposredno ne primjenjuju, nego zahtijevaju konkretizaciju i predstavljaju smjernice za poduzimanje aktivnosti radi ostvarenja ciljeva gospodarenja otpadom [30].

Analizirana načela gospodarenja otpadom u nekim europskim zemljama pokazuju određene sličnosti u pogledu normativnog uređenja i samog pristupa problematici otpada. Međutim, način i pristup ostvarenju temeljnih ciljeva gospodarenja otpadom u tim zemljama, baš kao i u Hrvatskoj, različit je, što je i logično, jer primjena istih mjera u zemljama s različitim tradicijama i poviješću ne može dovesti do identičnih rezultata, pa čak ako je riječ i o susjednim zemljama. Zasigurno da provođenje mjera gospodarenja otpadom u potpunosti ne funkcionira na zadovoljavajući način u svim članicama EU, ponajprije zato što njihovo provođenje počesto iziskuje znatna financijska sredstva. Austrija i Njemačka su primjeri članica EU koje su među prvima učinile početni napredak u ispunjenju ciljeva politike EU poglavito u pogledu odvojenog prikupljanja i recikliranja otpadom<sup>3</sup> [30].

Gospodarenje otpadom temelji se na uvažavanju načela zaštite okoliša propisanim zakonom kojim se uređuje zaštita okoliša i pravnom stečevinom Europske unije, načelima međunarodnog prava zaštite okoliša te znanstvenih

---

<sup>3</sup> Primjera radi, prema Izvješću Europske komisije (EK), u 1997. prosječna stopa (EU-11) recikliranja za plastični ambalažni otpad iznosila je 15,5%, što odgovara 1,4 milijuna tona recikliranog pakiranja. Podaci pokazuju da je Njemačka znatno pridonijela poboljšanju tog sustava. Uz iznimku Austrije, Belgije i Njemačke, u 1997. stopa recikliranja pala je ispod stope određene Direktivom (15%): u Danskoj, Francuskoj, Italiji, Španjolskoj i Velikoj Britaniji iznosila je manje od 10% (Jordan Gonser et al., 2001: 6).

spoznaja, najbolje svjetske prakse i pravila struke, a osobito na sljedećim načelima [29]:

- **Načelo održivog razvoja** (engl. The principle of sustainable development). Održivi razvoj je usklađen sustav tehničko-tehnoloških, ekonomskih i društvenih aktivnosti u ukupnom razvoju u kojem se na principima ekonomičnosti, razumnosti i racionalnosti koriste prirodne i stvorene vrijednosti, s ciljem da se sačuva i unaprijed kvaliteta okoliša za sadašnje i buduće generacije. Koraci ka dostizanju održivog razvoja uključuju: jačanje postojećih mjera, razvoj novih mjera, povećanu integraciju interesa za okoliš u ostale sektorske politike, prihvaćanje veće pojedinačne odgovornosti za okoliš i aktivnije sudjelovanje javnosti u procesima donošenja odluka [1].
- **Načelo blizine i regionalnog pristupa upravljanju otpadom** (engl. The principle of proximity and regional approach to waste management). Načelo blizine znači da otpad treba tretirati ili odložiti što je moguće bliže točki njegova nastajanja. Prilikom izbora lokacije postrojenja za tretman i lokacije za odlaganje otpada treba poštovati načelo blizine, kako bi se izbjegao neželjeni utjecaj transporta otpada na okoliš, vodeći računa o ravnoteži između načela blizine i ekonomičnosti. Regionalno upravljanje otpadom podrazumijeva da određene regije trebaju razvijati svoje strateške planove za upravljanje otpadom na bazi politike i principa upravljanja otpadom na nacionalnoj razini, uvažavajući druge regionalne strategije i planove. Pritom se ne misli na regiju kao administrativnu cjelinu, već interesno povezanu skupinu lokalnih zajednica koje u zajedničkom pristupu rješavaju probleme upravljanja otpadom pronalaze interese dugoročne suradnje [1].
- **Načelo hijerarhije upravljanja otpadom** (engl. The principle of hierarchy of waste management) predstavlja redosljed prioriteta u praksi upravljanja otpadom. Suvremeno rješenje za sve veće količine, volumen i štetnost otpada jest provedba cjelovitog sustava gospodarenja otpadom koji obuhvaća sljedeće hijerarhijski već navedene mjere: nadzor toka otpada, od mjesta nastanka do mjesta konačne obrade; izbjegavanje i smanjivanje otpada; recikliranje i obnavljanje otpadnih tvari; obradu neiskorištenog otpada; minimalno odlaganje obrađenog otpada [1].



- **Načelo „onečišćivač plaća“** (engl. The principle of „polluter pays“). Prema ovom načelu troškove gospodarenja otpadom treba snositi izvorni proizvođač otpada, odnosno sadašnji ili prijašnji posjednik otpada. Proizvođač otpada i posjednik otpada trebaju gospodariti otpadom na način koji jamči visoku razinu zaštite okoliša i zdravlja ljudi. Troškovi nastajanja, tretmana ili odlaganja otpada moraju se uključiti u cijenu proizvoda [1].
- **Načelo odgovornosti** (engl. The principle of accountability). Načelo odgovornosti proizvođača zasniva se na načelu „onečišćivač plaća“, a njime se proizvođača određene robe fizički ili financijski smatra odgovornim za čitav životni ciklus robe, i ambalažu u koju je roba pakirana, i onda kad potrošač više ne koristi tu robu. Kad se proizvođače smatra odgovornima za trošak uporabe i odlaganja njihovih proizvoda, povećava se vjerojatnost da će dizajnirati ekonomičnije proizvode koje je lakše rastaviti i ponovno koristiti kao i reciklirati [1].
- **Načelo sudjelovanja javnosti u donošenju odluka** (engl. The principle of public participation in decision making). Važnost sudjelovanja javnosti prepoznata u svijetu, a sudjelovanje javnosti propisano je UN/ECE Konvencijom o pristupu informacijama, sudjelovanju javnosti u odlučivanju i pristupu pravosuđu u pitanjima okoliša. Odredbe Arhuške konvencije ugrađene su i u EU Direktivu 2003/35/EC Europskog parlamenta i Vijeća, o sudjelovanju javnosti u donošenju odluka o okolišu [1].
- **Načelo „nula otpada“** (engl. The principle of zero waste). Slika 5. prikazuje shematski prikaz. Riječ je o načelu koje nudi novu viziju za novi milenij koja korjenito mijenja čovjekov pristup resursima i proizvodnji. Ne radi se samo o reciklaži i zaobilaženju deponija i spalionica, nego o restrukturiranju sustava proizvodnje i distribucije, kako bi se spriječilo da otpad uopće bude proizveden. Koncept se sastoji od pet osnovnih postavki. Prvi je redizajn proizvoda i pakiranja, tako da se proizvod dizajnira za okoliš, a ne za smetlište. Tu je i odgovornost proizvođača – umjesto da svoju odgovornost prebacuju na potrošače, proizvođači trebaju preuzeti odgovornost za otpad i štetu koju njihov proizvod uzrokuje. Treba zatim investirati u infrastrukturu koja omogućava efikasnije provođenje reciklaže, sortiranje otpada te

sakupljanje zelenog otpada po kućanstvima, umjesto u gradnju deponija i spalionica. Jedna od postavki je i uskraćivanje subvencija industrijskim postrojenjima koja mnogo zagađuju ili stvaraju otpad. Koncept „nula otpada“ stvara nova radna mjesta – postrojenja za sortiranje i reciklažu otpada mogu omogućiti i do deset puta više radnih mjesta nego spalionice i deponiji. Međutim, činjenica je da je ovaj koncept, još uvijek, dosta skup i u mnogim državama financijski neodrživ [1].

Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom podrazumijeva primjenu različitih načina postupanja s otpadom koji se međusobno nadopunjuju radi sigurnog i djelotvornog upravljanja komunalnim otpadom, uz najmanje štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje i okoliš, [31] prikazano kroz Sliku 5.



Slika 5. Održivi sustav [31]

#### 4.2. Red prvenstva u gospodarenju otpada

U sustavu gospodarenja otpadom definiran je i red prvenstva koji se sastoji od sljedećeg: sprječavanja nastanka otpada, pripreme za ponovnu uporabu, recikliranja, drugih postupaka oporabe, kao što je energetska oporaba, i zbrinjavanje otpada (Slika 6.) [3].



Slika 6. Red prvenstva u sustavu gospodarenja otpadom [3]

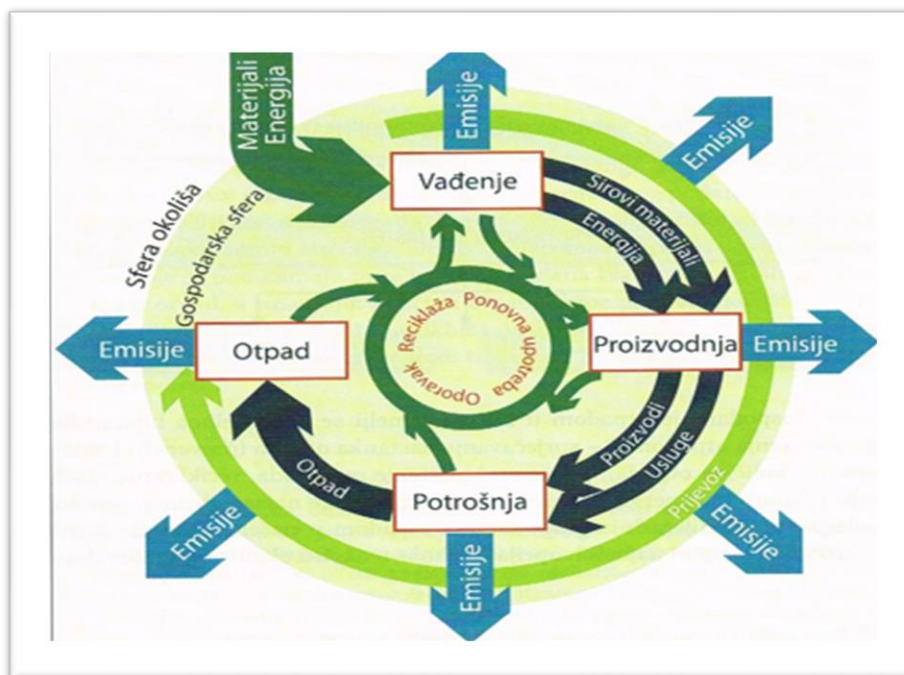
Red prvenstva gospodarenja otpadom primjenjuje se u svrhu sprječavanja nastanka otpada, primjene propisa i politike gospodarenja otpadom. Primjenu reda prvenstva gospodarenja otpadom obavljaju nadležna tijela državne vlasti, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave i pravne osobe koje prema posebnim propisima obavljaju poslove zaštite okoliša [3].

Otpad se mora oporabiti, a uporaba je svaki postupak čiji je glavni rezultat uporaba otpada u korisne svrhe kada otpad zamjenjuje druge materijale koje bi inače trebalo uporabiti za tu svrhu ili otpad koji se priprema da bi ispunio tu svrhu, u tvornici ili u širem gospodarskom smislu. Tvar koja nastaje nakon materijalne uporabe otpada ne smije postati opasnija za okoliš ili zdravlje ljudi nego što je bila kod primarne sirovine. U nekim slučajevima bolje je da se otpad zbrine nego oporabi. Takvi su slučajevi primjerice kada više nije moguće upotrijebiti otpad ili njegove dijelove, ako je zbrinjavanje otpada više puta jeftinije od njegove uporabe, kada uporaba djeluje štetnije na okoliš nego zbrinjavanje [3].

Neki su materijali (proizvodi) korisni kraće, a neki duže vrijeme. Međutim, prije ili kasnije, i jedni i drugi završe kao otpad. U gospodarenju otpadom uvažavanje pristupa o životnom ciklusu materijala pridonosi smanjenju utjecaja na okoliš i boljem iskorištavanju resursa. Smanjenjem količine otpada smanjuje se utjecaj na okoliš u svim fazama životnog ciklusa resursa. Iako se ova činjenica smatra najvećim potencijalom za smanjenje pritiska na okoliš, strategije za smanjenje stvaranja otpada rijetke su i dosta neučinkovite. Npr. često se više isticalo izdvajanje biootpada, uključujući i otpad iz hrane s odlagališta. Međutim u

sprječavanju otpada više bi se postiglo pristupanjem samom lancu proizvodnje i potrošnje hrane [3].

Postupanje s otpadom, prema gospodarskim načelima zaštite okoliša, podrazumijeva: **skupljanje otpada** (skupljanje, razvrstavanje i transport), **privremeno skladištenje otpada** (odlaganje otpada u građevine za skladištenje otpada – skladišta); **obradbu otpada** (djelatnosti i iskorištavanja vrijednih svojstava otpada u materijalne i energetske svrhe, smanjivanje količine i volumena otpada i djelomičnog ili potpunog uklanjanja njegovih opasnih značajki) i **konačno odlaganje otpada** (trajno odlaganje otpada u građevine za tu namjenu – odlagališta) [3]. Slika 7. prikazuje lanac životnog ciklusa postupanja s otpadom.



Slika 7. Lanac životnog ciklusa: vađenje - proizvodnja - potrošnja - otpad (prema EEa, ETC Održiva potrošnja i proizvodnja [3])

Temeljni ciljevi koji se time postižu su:

- izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada te smanjivanje opasnih osobina otpada nastanak koji se ne može spriječiti,
- sprječavanje nenadziranog postupanja s otpadom,

- iskorištavanje vrijednih svojstava otpada u materijalne i energetske svrhe i njegovo obrađivanje prije odlaganja,
- odlaganje otpada na odlagalištima,
- saniranje otpadom onečišćenih površina.

Postupanje s otpadom na gospodarskim načelima zaštite okoliša osigurava se izbjegavanje opasnosti koje otpad može izazvati po zdravlje ljudi i biljnog i životinjskog svijeta, ali i onečišćenja sastavnica okoliša (zrak, voda, tlo) iznad dopuštenih graničnih vrijednosti. Slika 8. prikazuje na koji način bi se trebalo postupati s otpadom. Također se otklanja mogućnost nekontroliranog odlaganja i spaljivanja, nastajanja eksplozija ili požara, stvaranje neugodnih mirisa te pojavljivanje i razmnožavanje štetnih životinja i biljaka te razvoj patogenih mikroorganizama. Primjer prevencije prikazan je kroz prikaz postupanja s otpadom (Slika 8.).



Slika 8. Prikaz postupanja s otpadom [1]

#### 4.2.1. Prevencija i smanjenje količine otpada

Prevencija nastajanja otpada, kao i druge mjere za smanjivanje otpada, svakako je najvažnija metoda za rješavanje problema otpada. Te se mjere odnose na proces proizvodnje kao i na mjesto nastajanja otpada, a uključuju sprječavanje nastajanja otpada prenamjenom proizvodnog ili uporabnog procesa, smanjenje

količine otpada na samom izvoru te ponovnu upotrebu proizvoda. Sprječavanje stvaranja otpada najvažnija je karika u pravilnom gospodarenju otpadom, no često je ta karika najzapostavljena u praksi. U ovom početnom stupnju hijerarhije gospodarenja otpadom potrebno je smanjiti količinu nastalog otpada, ali i njegovu toksičnost te omogućiti što veći stupanj recikliranja. Potrebno je znati da iako bi to ljudi željeli, potpuno recikliranje nije moguće. Prevencija započinje od promišljanja projektnih uvjeta za svaki od proizvoda koji kupujemo. Treba se odreći proizvoda napravljenih ili upakiranih u toksične i nerekilirajuće materijale te proizvoda koji sadrže opasne tvari. Svi materijali koje ljudi koriste trebali bi biti sastavljeni od reciklirajućih materijala koji ne sadrže po zdravlje i okoliš štetne aditive. Mjere za prevenciju i smanjenje količine otpada također uključuju provedbu sustavne edukacije svih sudionika u sustavu gospodarenja otpadom [7].

Mjere za izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada mogu se grupirati u dvije skupine:

- **IZRAVNE MJERE** – uvođenje kaucija i ekoporeza, isključivanje iz uporabe materijale koji su nepoželjni u toku otpada, poticanje čistije proizvodnje itd.
- **NEIZRAVNE MJERE** – razvoj tržišta recikliranih materijala, uvođenje novih proizvoda od ili s većim udjelom recikliranih materijala, poticanje kompostiranja u kućanstvima, uvođenje izravnog ponovnog korištenja otpada itd. [3].

### **4.3. Sakupljanje, razvrstavanje i prijevoz otpada**

Proces upravljanja otpadom započinje njegovim sakupljanjem s mjesta gdje na koje je privremeno odložen. Privremeno odlaganje odvija se u dva koraka: otpad se najprije privremeno odloži (sakupi) na samom mjestu nastajanja u domaćinstvima i drugim mjestima nastajanja, a potom na točki odlaganja (sakupljanja) izvan mjesta nastajanja. Tako odloženi otpad prikuplja se i prevozi do točke pretovara, potom do mjesta obrade i konačnog zbrinjavanja [4].

Najefikasniji način organiziranog prikupljanja otpada je prikupljanje već razvrstanog otpada. To podrazumijeva razvrstavanje otpada već na samom mjestu nastanka, pri čemu se izdvajaju iskoristive otpadne tvari, a zatim se one odvojeno odlažu po vrstama u za to predviđene spremnike koji su postavljeni na javne površine i u reciklažnim dvorištima [1].

Za uspješno provođenje odvojenog prikupljanja otpada postoje pravila koja treba poštovati. Njihovom dosljednom provedbom postiže se smanjenje troškova i efikasno pridonosi zaštiti okoliša. Odvojenim prikupljanjem omogućava se kružni tok tvari i energije, čime se jamči očuvanje sirovina, štednja energije, izbjegavanje odlaganja otpada i smanjenje onečišćenja okoliša. Dvije su glavne odrednice odvojenog prikupljanja otpada:

- odvajanje korisnog (staklo, papir, karton, metal, biootpad, plastika) od nekorisnog otpada, s ciljem recikliranja, odnosno oporabe;
- odvajanje problematičnih tvari, odnosno opasnog otpada (ulja, kemikalija, bakterija, lijekova itd.) [1].

Odvojeno odlaganje otpada postiže se korištenjem posebnih posuda i spremnika postavljenih na javne površine i u reciklažnim dvorištima. Za svaku pojedinu vrstu otpada točno je određena veličina, vrsta i boja spremnika. Pri provođenju odvojenog prikupljanja otpad se treba pridržavati pravila što se u koji spremnik (ne)smije odlagati [3].

U Hrvatskoj je još 2013. godine stupio na snagu Zakon o gospodarenju otpadom. Time su na snagu stupile i sve odredbe koje su sadržane u njemu, pa tako i odredba o odvajanju otpada u kućanstvima. Budući da je to bio veliki projekt od još veće važnosti za okoliš, sve su jedinice lokalne samouprave-gradovi i općine u Republici Hrvatskoj dobile rok od gotovo 12. mjeseci za pokretanje projekta primarne selekcije. Sukladno tomu, od 1. srpanja 2014. godine svi su građani morali imati mogućnost odvajanja otpada na kućnom pragu [3].

Organizirano se prikuplja komunalni otpad (crne kante), biorazgradivi otpad (smeđe kante), papir, staklo, tetrapak, PET/plastika i metalna ambalaža. Sakupljaju se u zasebne vreće ili odvojene kante. Tako odvojeni otpad odvoze

komunalna poduzeća prema kalendaru odvoza otpada [3]. Slika 9. prikazuje upute za pravilno razvrstavanje otpada.



Slika 9. Upute za razvrstavanje otpada [8]

Iskustva stranih država pokazuju da će takav sustav dugoročno rezultirati osjetnim ekološkim i ekonomskim koristima u odnosu na današnji režim. No, kako bi sustav odvojenog prikupljanja komunalnog otpada funkcionirao, potrebna su značajna ulaganja u infrastrukturu, razvoj opsežne i precizne regulative, osmišljavanje novih „biznis“ modela te u konačnici promjenu ukorijenjenih životnih navika građana. Sustav primarne selekcije otpada tek je prvi korak u uspostavi integralnog sustava gospodarenja otpadom. Jedan od neizdvojivih, ali i u široj javnosti najkontroverznijih dijelova tog sustava, bit će i spalionice otpada. O tim objektima, koji u RH i dalje ne dobivaju zeleno svjetlo, u konačnici će ovisiti i isplativost, odnosno održivost cijelog sustava, pa tako i primarne selekcije [3].

Druga je mogućnost u odvojenom prikupljanju otpada sortiranje izvan kućanstva, u reciklažnim dvorištima i zelenim otocima. Taj sustav u Republici Hrvatskoj provodi se već nekoliko godina. Važno je za naglasiti da se na tim mjestima svake



godine razvrsta sve više i više otpada. Tako je u 2013. godini stopa recikliranja metala, stakla, plastike i papira iz komunalnog otpada iznosila 26,6 %, što bi značilo da je postignuto pola puta od ostvarenja cilja [3].

Zeleni (reciklažni) otoci skupine su raznovrsnih posuda različitih boja u kojima se odvojeno sakupljaju reciklirajući materijali (papir, staklo, plastika, metali, biorazgradivi otpad, tekstil itd.). Pogodan za smještaj u dječje vrtiće, škole, ustanove u kojima ima i edukativni značaj [3]. Slika 10. i Slika 11. prikazuju primjer zelenih otoka u Zadru i Zaprešiću.



Slika 10. Zeleni otok Zadar [9]



Slika 11. Zeleni otok Zaprešić [10]

Reciklažna su dvorišta nadzirana i posebno opremljena mjesta koja su se specijalizirala za prikupljanje raznovrsnog otpada. Ona su značajna ne samo kao usputna stanica na koju će se odložiti otpad dok ga ne sakupe veći prerađivači ili oni zaduženi za njegovu sanaciju već ujedno u velikoj mjeri pridonose uštedi energije i sirovina i energetske učinkovitosti. Sva reciklažna dvorišta potpadaju pod djelokrug zakona i njihov je rad strogo reguliran. U reciklažno dvorište možete odložiti sve od papira, kartona, metala, plastike, stakla, stare baterije, PET ambalažu, EE otpad, lijekove kojima je istekao rok trajanja, glomazni otpad

ili bijelu tehniku, biootpad i još mnogo toga [3]. Slika 12. prikazuje primjer reciklažnog dvorišta.



Slika 12. Reciklažno dvorište [11]

#### 4.3.1. Oporaba

Oporaba (engl. recovery) je svaki postupak ponovne obrade otpada radi njegove primjene u materijalne i energetske svrhe. Dodatak II Okvirne direktive o otpadu uključuje nepotpuni popis postupaka oporabe. Riječ je o postupcima kojima se u mehaničkom, fizikalnom, termičkom, kemijskom ili biološkom procesu, uključujući razvrstavanje, mijenjaju značajke otpada u svrhu smanjivanja količine i /ili opasnih značajki te olakšava rukovanje i poboljšava uporabljivost otpada [1].

Dio otpada koji se ne može reciklirati koristi se u energetske svrhe, a odlaže se samo iznimno mali dio bezvrijednih ostataka. Otpad se mora uporabljivati na način da se ne ugrožava ljudsko zdravlje, korištenjem postupaka koji ne štete okolišu ili mu štete u najmanjoj mogućoj mjeri. Neki od postupaka oporabe otpada su: korištenje otpada, uglavnom kao goriva ili drugog načina dobivanja energije; obnavljanje/regeneracija otpadnog otapala; recikliranje/obnavljanje otpadnih organskih tvari koje se ne koriste, kao otapala (uključujući kompostiranje i druge procese biološke pretvorbe); recikliranje/obnavljanje otpadnih metala i spojeva metala; recikliranje/obnavljanje drugih otpadnih anorganskih materijala; regeneracija otpadnih kiselina ili lužina; uporaba otpadnih sastojaka koji se koriste za smanjivanje onečišćenja; uporaba otpadnih sastojaka iz katalizatora; ponovna prerada otpadnih ulja ili drugi načini ponovne uporabe otpadnih ulja itd. [1].

Suvremeni propisi EU-a izričito obvezuju na obradu otpada prije odlaganja, Postoji niz postupaka mehaničko-biološke, fizikalno-kemijske, termičke i kombinirane obrade, prikladne za svaku pojedinu vrstu i stanje bezvrijednog otpada. Na taj se način smanjuje potreba za novim odlagalištima i izbjegavaju opasnosti koje nastaju pri odlaganju otpada [1].

#### 4.3.2. Recikliranje

Recikliranje je postupak sakupljanja odbačenih proizvoda koji nam više nisu potrebni, a imaju mogućnost ponovne upotrebe ili pretvaranja u neki drugi proizvod. Slika 13. prikazuje lako prepoznatljiv simbol recikliranja. Kada bismo različite vrste otpada bacili u istu kantu, on ne bi imao mogućnost reciklaže i završio bi na nekom od odlagališta te tako zagađivao okoliš. Da se to ne bi dogodilo, otpad je potrebno prikupiti po vrstama, što je i prvi korak u procesu reciklaže [3].

Nakon sakupljanja i razvrstavanja otpad se odvozi na sitnjenje, tj. promjenu disperznog stanja krutih tvari zbog lakše manipulacije. Zatim se otpad klasira po veličini, obliku itd. Nakon što smo odredili klasu, slijedi sortiranje na temelju optičkih svojstava kao što su boja i sposobnost propuštanja svjetlosti. Druga mogućnost je separiranje na temelju razlike u gustoći, magnetskim i električnim svojstvima [3].



Slika 13. Simbol recikliranja [12]

#### **4.3.2.1. Recikliranje papira**

Papir se dobiva iz celuloze, sirovine koja je osnovni sastojak drveta. Potrebno je posjeći brojna stabla da bi se proizveo papir, a budući da govorimo o prirodnom resursu, potrebno je brinuti o njegovoj količini i prekomjernoj sječi drveća. Primjer je nebrige Kina čija je površina bila pokrivena 90% šumom, a danas je samo oko 5%. Takvo neodgovorno ponašanje prema prirodi i ekološkom sustavu dovodi u opasnost cijeli ekosustav [3].

U otpadu se nalazi oko 30% papira i papirnatih proizvoda. Moguće je reciklirati sve vrste novina, karton, papir za pisanje i ambalažu od papira i kartona i to od 5 do 7 puta. Jedan od bitnih razloga za odvojeno prikupljanje i reciklažu papira činjenica je da je samo jednom sakupljenom tonom moguće spasiti 17 mladih stabala, uštedjeti oko 60 000 litara vode, potrošiti upola manje energije i 15 puta manje onečistiti otpadne vode [3].

Papir je moguće odvajati u plavim kontejnerima koji su postavljeni na javnim površinama u sklopu zelenih otoka i u reciklažnim dvorištima [3].

Reciklirani se papir proizvodi od 80 do 100% starog papira i nove celuloze uz dodatak nekih pomoćnih kemijskih sirovina. Koristi se za sve fotokopirne aparate, 4 – 5 puta manje opterećuje okoliš i vijek trajanja mu je preko 100 godina. Upotrebljava se u industriji papira, građevinarstvu i industriji namještaja [3].

#### **4.3.2.2. Recikliranje plastike**

Plastika je materijal koji se proizvodi iz nafte, rude koja se nalazi u unutrašnjosti Zemlje. Po sadašnjoj stopi proizvodnje procjenjuje se da će zalihe nafte u svijetu nestati za 35 godina. U prilog tomu ne ide činjenica da je za jedan kilogram PET-a potrebno 1,9 kg nafte. Razgradnja različitih proizvoda od plastike traje od 100 do 1000 godina. Pri spaljivanju 4 plastične vrećice potroši se onoliko kisika koliko je potrebno čovjeku za 1 dan, što govori o opasnosti uništavanja i spaljivanja plastike [3].

Najbolje je rješenje izbjegavanje kupovine i korištenja plastične ambalaže i vrećica. Prosječna osoba u godini dana, u raznim nabavkama ili prenošenjima predmeta, potrošiti oko 1000 plastičnih vrećica i svaka od njih neminovno završi na odlagalištu, ili još gore, negdje u prirodi. Plastiku možemo podijeliti na nekoliko vrsta: polietilen-tereftalat ili PET koji se najčešće koristi za razne boce ili posude za prehrambene proizvode, polietilen visoke gustoće, polivinil-klorid, polietilen niske gustoće, polipropilen, polistiren te ostali višeslojni materijali [3].

Plastiku je moguće otopiti i preoblikovati u nove proizvode, kao što su boce, olovke, vrtni namještaj ili čepovi, ili se pak može nasjeckati i preoblikovati u poliester za odjeću. Stoga, je plastični otpad potrebno odvojeno prikupljati i tako omogućiti njegovo recikliranje [3].

Plastična se ambalaža odvojeno skuplja u žutim spremnicima u koje smijemo odložiti: polietilenske vrećice, folije, filmove, boce od jestivog ulja, destilirane vode, sredstva za čišćenje i pranje, kozmetike, lijekova prehrambenih proizvoda i sl., čaše i posude od jogurta, tetrapak ambalažu, te plastične tanjure i pribor za jelo. U te spremnike ne smije se odložiti plastičnu ambalažu od motornih ulja i zaštitnih sredstava [3].

#### **4.3.2.3. Recikliranje stakla**

Staklo je materijal koji ljudi koriste već tisućama godina, a danas ga u kućanstvu najčešće nalazimo u obliku staklene ambalaže. Odvojenim skupljanjem i recikliranjem staklenog ambalažnog otpada osigurava se ušteda prirodnih bogatstava (kvarcnog pijeska, vapnenca, prirodnog plina i dr.), energije i odlagališnog prostora te se smanjuje onečišćenje zraka, vode i tla. Staklo je gotovo 100% reciklabilno, što znači da ga je moguće prerađivati nebrojeno puta, a da ne izgubi na kvaliteti što je još jedan od bitnih razloga zašto ga treba odvojeno prikupljati i reciklirati. Tako bi uštedili čak do 95% sirovina potrebnih za njegovu proizvodnju. Staklenu ambalažu, tj. staklenke, boce i slično, treba odlagati u zelene spremnike. U spremnike ne smije se odlagati: prozorsko,

automobilsko, optičko, armirano i laboratorijsko staklo, staklenu vunu, žarulje i fluorescentne svjetiljke te porculanske i keramičke predmete [3].

#### **4.3.2.4. Recikliranje metala**

Metal je sadržan u mnogim predmetima koji se svakodnevno koriste: od ambalaže pa sve do vozila te raznih kućanskih i elektroničkih uređaja. Najčešće se radi o željezu i aluminiju. U industriji hrane i pića zasigurno je prisutna najveća raznolikost upotrebe metalne ambalaže s obzirom na različitost proizvoda. Danas se u metalnu ambalažu, dvodijelne i trodijelne limenke pakira više od 1500 različitih prehrambenih proizvoda te spada u jedan od najvažnijih i najsigurnijih oblika pakiranja [3].

Zbog mogućnosti višestrukog recikliranja metalna se ambalaža sve više spominje u kontekstu ekološki prihvatljivijeg načina pakiranja proizvoda. Danas se za pravilno zbrinjavanje ambalažnog otpada izdvajaju velika financijska sredstva. Svijet počinje shvaćati potrebu za smanjenjem zagađenja okoliša te se na različite načine pokušava osmisliti ambalaža čija će masa u pakovini biti što manja. Time se postiže i smanjivanje naknade za zbrinjavanje ambalažnog otpada, ali i smanjuju troškovi sirovina, kao i zbrinjavanja limenog otpada kod proizvođača ambalaže. Zbog skupoće i činjenice da se sporo razgrađuje, ako završi u prirodi, metal je sirovina koju se isplati prikupljati i reciklirati. Na primjer, recikliranje aluminija je čak 20 puta učinkovitije od proizvodnje rude, a pritom se štedi 95% energije [3].

Vrlo je zanimljiv podatak da je dovoljno čak 6 tjedana da bi se aluminijska limenka reciklirala i ponovno našla u trgovini kao novi proizvod, te da je zahvaljujući recikliranju čak 75% do sad proizvedenog aluminija u opticaju [3].

#### **4.3.2.5. Recikliranje otpadnih baterija**

Baterije su proizvod koji se upotrebljava u svakom kućanstvu. One napajaju cijeli niz uređaja tako da pretvaraju kemijsku energiju u električnu. Osim običnih ili

klasičnih baterija postoje i punjive baterije od kojih je najstarija i najčešća automobilski akumulator. Baterije i akumulatori, te njihovo pravilno gospodarenje, regulirani su Pravilnikom o gospodarenju otpadnim baterijama i akumulatorima. Obične ili klasične baterije ne mogu se više koristiti zato što se isprazne, dok kod onih punjivih razloga može biti više. Takve baterije proglašavaju se otpadom te su namijenjene za obradu i/ili recikliranje. Većina otpada iz ove kategorije klasificirana je kao opasni otpad jer sadrži tvari koje manje ili više štetno utječu na okoliš (npr. olovo, živa, kadmij itd.) pa je uspostava sustava gospodarenja tim otpadom od velike važnosti. Baterije iz satova, fotoaparata, mobitela, daljinskih upravljača, tranzistora, prijenosnih računala, bile one obične ili punjive, potrebno je odvajati od komunalnog otpada. Prijenosne baterije koje se najčešće upotrebljavaju u kućanstvima, ne mogu se oporabiti u Republici Hrvatskoj pa se izvoze u druge zemlje u kojima se spomenuta djelatnost obavlja. U RH postoji osam tvrtki koje imaju koncesiju za sakupljanje otpadnih baterija i akumulatora, od kojih 72,6% skuplja CIAK d.o.o. Prema podacima FZOEU-a, u 2013. godini na tržište Republike Hrvatske stavljeno je 8 323, 21 t baterija i akumulatora, sakupljeno 7 296,29 t, a oporabljeno 7 309,41 t otpadnih baterija i akumulatora [3].

#### **4.3.2.6. Reciklaža električnog i elektroničkog otpada**

Električni i elektronički otpad je sva električna i elektronička oprema koja je određena za otpad te prema klasifikaciji spada u opasni otpad jer sadrži štetne tvari kao što su živa, kadmij, krom, brom, olovo i mnoge druge. Kada se govori o EE opremi i uređajima, govori se o proizvodima koji za svoj rad trebaju električnu energiju ili elektromagnetsko polje. Danas se bilježi tri puta veći rast nastajanja EE otpada od porasta komunalnog otpada zbog čega dolazi do potrebe zbrinjavanja takvog otpada postupkom reciklaže ili uporabe. Otpadni ili elektronički uređaji i oprema sadrže plastiku, metale i slične materijale koji se mogu nakon recikliranja (oporabe) ponovno koristiti kao sekundarna sirovina za neki novi proizvod. EE otpad može se podijeliti prema vrsti opreme na deset kategorija. Također, može se podijeliti i prema mjestu nastanka: na otpad koji

nastaju u kućanstvima i malim poduzećima, koja se rješavaju elektroničke opreme, posebice računala, ne iz razloga što je oprema pokvarena nego jednostavno zato jer je napretkom tehnologije postala zastarjela, na velika poduzeća, institucije i vlade, koje kao veliki korisnici redovito svojim zaposlenicima zamjenjuju staru opremu s novom, te na proizvođače originalne opreme [3].

Gospodarenje EE otpadom u Republici Hrvatskoj temelji se na Pravilniku o gospodarenju otpadnim električnim i elektroničkim uređajima i opremom (NN 42/14, NN 48/14, NN 107/14). Budući EE otpad nije dozvoljeno odlagati zajedno s ostalim otpadom iz domaćinstva, postoji nekoliko mogućnosti na koji ga se način može pravilno zbrinuti. Moguće je nazvati ili poslati SMS ovlaštenim sakupljačima ili unosom naloga na mrežnim stranicama ovlaštenih sakupljača, putem elektroničke pošte ili ga jednostavno osobno dovesti u reciklažna dvorišta ili specijalizirana mjesta ovlaštenih sakupljača EE otpada (trgovine, servisi, trgovački centri i sl.) [3].

#### **4.3.2.7. Recikliranje tekstila**

Većina tekstilnog otpada potječe iz domaćinstva, no pojavljuje se i u procesima tvorničke proizvodnje vlakana, proizvodnje odjeće te u prodajnoj industriji. Bez obzira na tu činjenicu, količina tekstilnog otpada koji se ponovno upotrijebi ili reciklira na godišnjoj razini iznosi tek oko 25% od ukupnog tekstilnog otpada. Tekstil čini udio od oko 3% sadržaja komunalnog otpada. Pretpostavlja se da više od 15 000 tona tekstila godišnje završi na odlagalištima, iako bi barem polovica bila pogodna za recikliranje čime bi se znatno smanjila površina odlagališta [3].

Korišteni tekstilni materijali imaju velike mogućnosti ponovne upotrebe. Postoje mnogi načini ponovnog korištenja čija organizirana provedba znatno smanjuje štetne utjecaje na okoliš. Važnost ponovne upotrebe iz godine u godinu sve je značajnija, i zbog ekonomskih i zbog ekoloških razloga. Gledano s ekološkog aspekta, tekstil predstavlja opasnost za okoliš jer sintetički proizvodi nemaju svojstvo razlaganja, dok vuneni proizvodi imaju to svojstvo, ali proizvode metan



koji pridonosi globalnom zatopljenju. Također, ponovnim korištenjem materijala izbjegavaju se mnogi energetska zahtjevni procesi potrebni za proizvodnju tekstila od sirovih materijala, npr. tako štedimo energiju pri proizvodnji, smanjujemo tekući otpad i količine boja i fiksatora koje su potrebne u proizvodnji. Otpadni tekstil odvojeno se skuplja u reciklažnim dvorištima, tj. zelenim otocima. U spremnike za tekstil treba odlagati: odjeću, ručnike, posteljinu, zavjese, šešir i kape, torbe i krpene igračke, ostale otpadne tekstilne proizvode, no ne smijemo odlagati obuću, kožne torbe, pernate jastuke i poplune [3].

#### **4.3.2.8. Biorazgradivi otpad i recikliranje**

Biootpad je kuhinjski otpad (u koji spadaju ostaci od pripreme hrane) i vrtni ili zeleni otpad. On čini gotovo trećinu kućnog otpada i vrijedna je sirovina za proizvodnju kvalitetnog biokomposta. Ako se pomiješa s ostalim otpadom i baci, on završi na odlagalištu gdje može stvoriti stakleničke plinove kao što je metan. Zato je najbolje da se biootpad biološki prerađuje na mjestu njegova nastanka, odnosno, izravno u kućanstvima u kojima nastaje. Taj se postupak naziva kompostiranje, a znači aerobnu razgradnju biootpada pri čemu nastaju ugljikov dioksid, voda, toplina i kompost, kao konačni produkt. Također, to je biološki proces fermentativne razgradnje organskih tvari u toploj i vlažnoj okolini nastao djelovanjem bakterija, gljivica i drugih organizama. Kompost hrani biljke, osigurava prozračnost tla, zadržava vodu i pogoduje rastu korjenitog bilja, te se stoga kompostiranje treba primijeniti gdje god je to moguće (voćnjaci, rasadnici, parkovi, zelene površine, poljoprivredna, stočarska i šumarska gospodarstva, prehrambena industrija, tržnice itd.). Ako ne postoji mogućnost prikupljanja u vlastiti prirodni komposter, biootpad se može sakupljati u smeđim spremnicima postavljenima uz stambeni prostor. Po njega dolazi sakupljač i odvozi ga u kompostanu. Jedna od mogućnosti je, također, i ta da ga se osobno odnese u reciklažno dvorište ili kompostanu. Drugi je način korištenja biootpada za proizvodnju bioplina. Bioplin je ekološko biogorivo koje se može koristiti za proizvodnju električne energije ili kao pogonsko gorivo u vozilima, kao zamjena

za benzin. Pritom se manje onečišćuje zrak i ne pridonosi emisiji stakleničkih plinova. [3]

#### **4.3.2.9. Glomazni otpad**

U glomazni otpad ubrajaju se predmeti ili stvari koje su, zbog svojih dimenzija ili sastava, neprikladni za prikupljanje u sklopu miješanog komunalnog otpada. Najčešće je to namještaj, veliki kućanski aparati, instalacije i slično. Uobičajena praksa i loša navika ljudi je odlaganje takvog otpada na ulice ili na divlja odlagališta, no to je estetski i higijenski neprihvatljivo. Također, u takvom su otpadu često nalaze i opasne tvari kao što su one iz elektroničkih uređaja, akumulatora, otpadnih ulja itd. Osim toga, glomazni otpad sadrži predmete koji se mogu ponovno iskoristiti ili reciklirati [3].

Glomazni otpad se može zbrinuti na dva načina: predati ga u reciklažna dvorišta odlaganjem u posebno označene spremnike ili kontaktirati lokalno komunalno poduzeće [3].

Temeljem Zakona o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23), jedinica lokalne samouprave dužna je osigurati korisnicima javne usluge prikupljanje miješanog komunalnog otpada i uslugu prijevoza krupnog (glomaznog) otpada na zahtjev korisnika usluge. [3]

## **5. ZAKONODAVNI OKVIRI O OTPADU U EUROPSKOJ UNIJI I REPUBLICI HRVATSKOJ**

### **5.1. Zakonodavni okviri u Europskoj uniji**

Osnovna načela gospodarenja otpadom u Europskoj uniji sadržana su u Rezoluciji Vijeća Europe o strategiji gospodarenja otpadom (97/C76/01) koja se temelji na Okvirnoj direktivi o otpadu (75/442/EEC) i ostalim propisima o gospodarenju otpada u Europskoj uniji [2].

Europska unija definirala je tri ključna načela u gospodarenju otpadom:

- prevencija nastajanja otpada,
- izdvojeno skupljanje i ponovna uporaba,
- poboljšanje konačnog zbrinjavanja i nadzora.

Direktive EU za područje gospodarenja otpadom organizirane su u četiri „skupine“ direktiva. Ovisno o tome propisuju li:

- okvir gospodarenja otpadom – okvirna direktiva o opasnom otpadu
- posebne tokove otpada – posebne direktive o: ambalaži i ambalažnom otpadu; zbrinjavanju otpadnih ulja; otpadu iz industrije u kojoj se koristi titan dioksid; otpadnim vozilima; mulju iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda; otpadnoj električnoj i elektroničkoj opremi; baterijama i akumulatorima koji sadrže određene opasne tvari; zbrinjavanju polikloriranih bifenila i polikloriranih terfenila
- pošiljke otpada, uvoz i izvoz otpada – uredba o nadzoru i kontroli otpreme otpada unutar područja, na području i s područja EU
- građevine za obradu i odlaganje otpada – posebne direktive o: odlagalištima; spaljivanju otpada; integriranoj prevenciji i kontroli onečišćenja [2].

Preusmjeravanje otpada s odlagališta važan je element u EU politici usmjeren ka poboljšanju korištenja resursa i smanjenja utjecaja na okoliš otpadom. U skladu s Direktivom 199/31/EC o odlagalištima otpada (EC, 1999.), države članice

dužne su uspostaviti nacionalne strategije za smanjenje količine biorazgradivog komunalnog otpada koji završava na odlagalištu [2].

Revidiranjem Direktiva 1999/31/EC nastala je nova Direktiva 2008/98/EZ (EC, 2008.). Nekoliko novih odredbi u direktivi imaju za cilj smanjiti količinu odloženog otpada. Ključna pitanja su uvođenje kvantitativnih ciljeva u recikliranju otpadnih materijala iz kućanstava i drugih izvora, te građevinskog otpada. To je predviđeno sprječavanjem nastanka otpada i ciljevima razdvajanje za 2020. godinu. Prema Direktivi 199/31/EC, države članice moraju smanjiti količinu biorazgradivog komunalnog otpada koji ide na odlagalište:

- do 75% od ukupne količine biorazgradivog komunalnog otpada od 1995. do 2006.
- na 50% od 1995. do 2009.
- na 35% od 2009. do 2016.

Okvir Europske politike gospodarenja otpadom usvojen je i ugrađen u zakone i propise RH [2].

Posljednjih desetljeća Europska unija (EU) snažno promiče recikliranje i održivo gospodarenje otpadom kroz direktive 2008/98/EC i 2018/851, oblikujući prakse u svim svojim zemljama članicama. Trenutno se 30% komunalnog otpada u EU reciklira, 19% kompostira, 23% spaljuje, a 23% odlazi na odlagališta. Međutim postoje značajne regionalne varijacije unutar EU. Dok Grčka i druge mediteranske i balkanske zemlje preferiraju odlaganje na odlagališta, Njemačka i ostale zapadne i središnje zemlje EU prioritiziraju recikliranje i kompostiranje. Istovremeno, nordijske zemlje se više oslanjaju na spaljivanje otpada [32].

Kako bi se moglo uhvatiti u koštac s ovim razlikama, razvijen je novi sustav bodovanja održivosti za evaluaciju i usporedbu strategija gospodarenja komunalnim otpadom zemalja EU. Ovaj sustav uzima u obzir ne samo stope recikliranja, kompostiranja, spaljivanja i odlaganja, veći količinu generiranog komunalnog otpada po stanovniku [32].

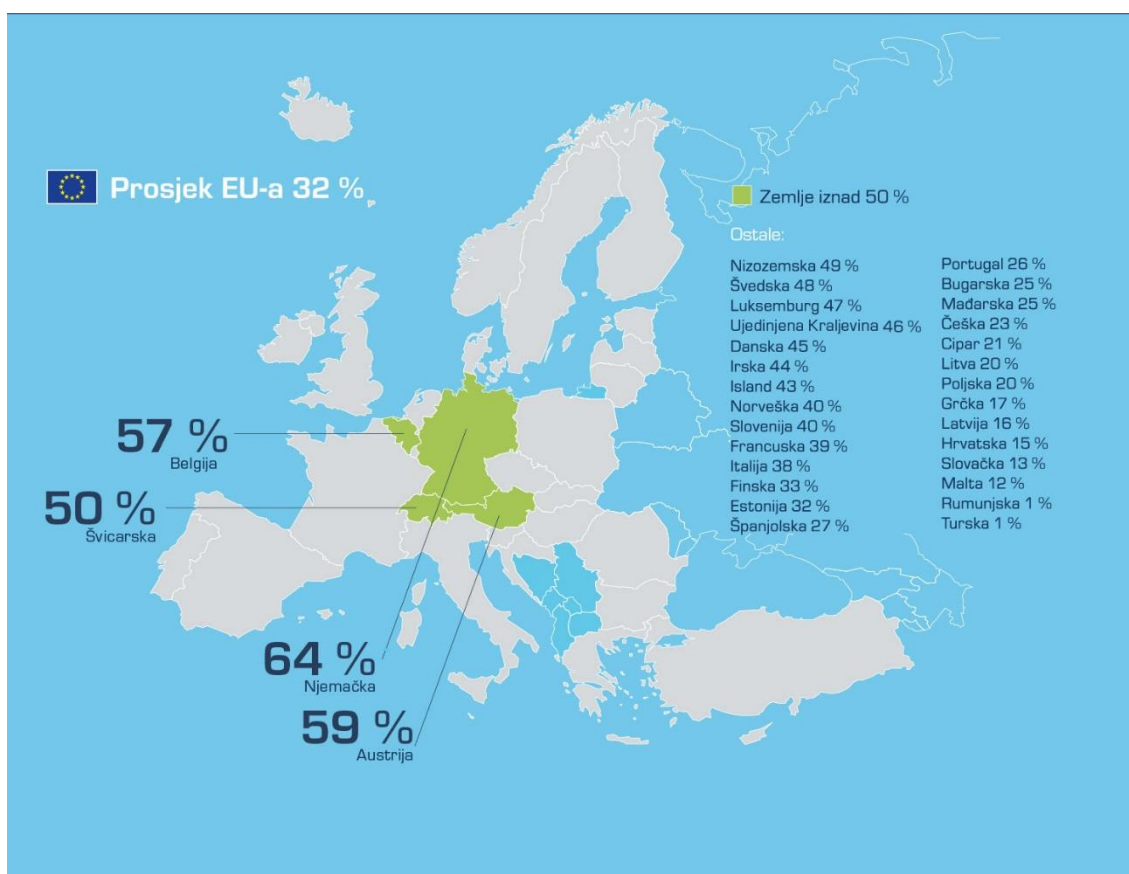
Zemlje poput Njemačke, Nizozemske i Švedske ostvaruju najviše bodova zahvaljujući niskoj proizvodnji komunalnog otpada, visokim stopama recikliranja

(>35%), minimalnom odlaganju (<1%) i značajnom spaljivanju, S druge strane, Cipar, Malta i Grčka imaju niže rezultate zbog oslanjanja na odlagališta i nižih stopa recikliranja. Studija otkriva da je Nizozemska zemlja s trenutno najodrživijom strategijom gospodarenja komunalnim otpadom u EU. Njena sveobuhvatna strategija u 2020. godini uključivala je 57% recikliranja i kompostiranja, 42% energetske oporabe i spaljivanja te samo 1% odlaganja. S druge strane, čak 7 zemalja EU – Irska, Danska, Portugal, Hrvatska, Grčka, Malta i Cipar – ostvaruju negativne bodove zbog primjene najmanje održivih praksi gospodarenja otpadom. Rezultati pokazuju da najpoželjniji profil održivog gospodarenja otpadom uključuje najmanje 35% recikliranja i kompostiranja, maksimalno 1% odlaganja, dok ostatak treba pokriti spaljivanjem, bilo u energetske ili druge svrhe. Ovaj profil treba biti kombiniran s umjerenom proizvodnjom otpada, koja ne smije prelaziti 600 kg po stanovniku godišnje. Njemačka, Nizozemska i Švedska upravo slijede ovakav profil i stoga ostvaruju najviše bodova [32].

Još jedno zanimljivo otkriće je da Njemačka, Francuska i Italija zajedno recikliraju više od polovice (58%) ukupne godišnje reciklirane količine komunalnog otpada u EU. Isto tako, većina zapadnih zemalja EU ostvaruje odlične stope recikliranja i kompostiranja još od 2004. godine, dok je većina istočnih zemalja EU značajne stope dostigla tek nakon gotovo dva desetljeća [32].

Ova studija naglašava potrebu za ciljanim intervencijama i inicijativama na nacionalnoj i EU razini kako bi se ublažile ove razlike. Korištenjem ovih uvida, donositelji politika mogu učinkovito rasporediti resurse, poticati suradnju i motivirati građane da ostvare zajedničke ekološke ciljeve, kao i ciljeve održivog razvoja UN-a. Uvođenje ovog novog sustava bodovanja održivosti i njegovi ažurirani rezultati sažimaju i koncentriraju ključne informacije o različitim nacionalnim strategijama gospodarenja otpadom. Tako kreatorima politika, praktičarima i dionicama pružaju vrijedne spoznaje o praksama i trendovima gospodarenja komunalnim otpadom, primjerice unutar EU. To znanje pomoći će im u pokretanju ciljanih intervencija i inicijativa koje dosljedno slijede načela održivosti i održivog razvoja. Primjerice, mogu učinkovito alocirati resurse za korištenje otpada kao sirovine u više ciklusa, poticati suradnju javnog i privatnog

sektora u postizanju zajedničkih ekoloških ciljeva, promicati politike koje građanima usađuju ekološki održiv način razmišljanja te povećati njihovu ekološku svijest, posebno u gusto naseljenim gradovima i općinama. Stoga ovaj novi sustav bodovanja može poslužiti kao alat za vršenje pritiska na ekološki najmanje osviještene vlade diljem svijeta da usvoje modele održivijeg razvoja. No potrebna su daljnja istraživanja kako bi se proširili, razvili i unaprijedili aspekti, učinkovitost i preciznost ovog preliminarnog sustava evaluacije održivosti [32].

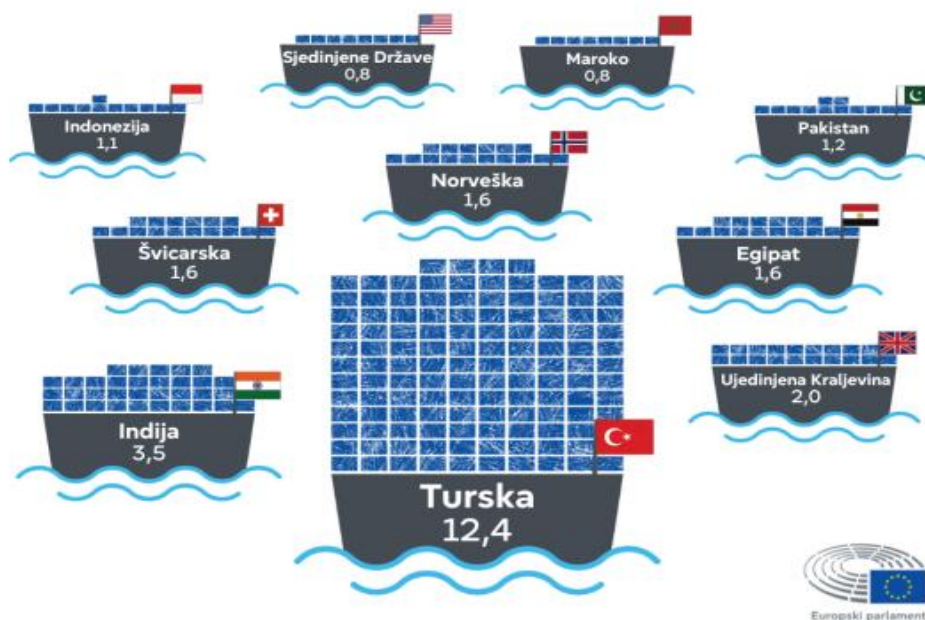


Slika 14. Koliki dio komunalnog otpada recikliramo u EU [33]

EU također izvozi dio svojeg otpada. Izvoz otpada iz EU-a u zemlje koje nisu članice EU-a 2022. dosegao je 32, 1 milijun tona, što je smanjenje od 3 posto u odnosu na 2021. godinu. [34] Slika 14. prikazuje koliki dio komunalnog otpada se reciklira u EU.

EU želi suzbiti nezakonit izvoz i u odredišnim zemljama osigurati gospodarenje otpadom na način prihvatljiv za okoliš. U veljači 2024. Parlament je odobrio stroža

pravila za slanje otpada u treće zemlje. Pravila će zabraniti izvoz plastičnog otpada u zemlje koje nisu članice OECD-a i uvesti strože uvjete za izvoz u zemlje OECD-a. Slanje otpada u drugu državu EU-a bit će moguće samo u iznimnim okolnostima [34]. Slika 15. prikazuje glavna odredišta za otpad iz EU-a.



Slika 15. Glavna odredišta za otpad iz EU-a (u milijunima tonama) [34]

Parlament je u listopadu 2022. odobrio reviziju pravila o postojećim organskim zagađivačima kako bi se smanjila količina opasnih kemikalija u otpadu i proizvodnim procesima. Novim će se pravilima uvesti stroža ograničenja, zabraniti određene kemikalije i spriječiti recikliranje onečišćujućih tvari [34].

Parlament je u veljači 2021. donio Rezoluciju o novom akcijskom planu za kružno gospodarstvo u kojoj se traže dodatne mjere za postizanje ugljično neutralnog, okolišno održivog, netoksičnog i potpuno kružnog gospodarstva do 2050. uključujući stroža pravila o recikliranju i obvezujuće ciljeve za upotrebu i potrošnju materijala do 2030. [34].

Parlament je u studenom 2023. usvojio svoje pregovaračko stajalište o reviziji pravila o ambalaži i ambalažnom otpadu. Zastupnici žele zabraniti prodaju vrlo laganih plastičnih vrećica, odrediti posebne ciljeve smanjenja otpada za plastičnu

ambalažu, potaknuti ponovnu uporabu i zabraniti postojane zagađivače u ambalaži za hranu [34].

## **5.2. Zakonodavni okvir u Republici Hrvatskoj**

Temelji za gospodarenje otpadom u Republici Hrvatskoj uspostavljeni su tijekom zadnjih desetak godina. U tom smislu, na nacionalnoj razini donesena su dva glavna dokumenta:

- Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05);
- Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007.-2015. (NN 85/07, 126/10, 31/11, 46/15). [2]

### **5.2.1. Strategija gospodarenja otpadom**

Strategija procjenjuje stanje, identificira probleme i prepreke, te uspostavlja okvir za smanjenje otpada i održivo gospodarenje otpadom [2].

Strategijom su određene mjere gospodarenja otpadom u cilju izbjegavanja i smanjivanja količine i štetnosti otpada, ponovnog korištenja i oporabe (materijalne i energetske) te odlaganja samo internog otpada. Strateški ciljevi su i korištenje najboljih dostupnih tehnologija u odnosu na troškove i ekološku prihvatljivost, odgovornost proizvođača otpada i provođenja načela „onečišćivač plaća“ te uklanjanje nedostatka dosadašnje politike u praksi gospodarenja otpadom i osobito sudjelovanje javnosti u odlučivanju o okolišu te pravo na informaciju i dr. Strategijom su određeni prioriteti koji se od 2004. postepeno rješavaju, no do sada su u najvećoj mjeri bazirani u implementaciji sanacije postojećih odlagališta, izgradnji infrastrukture te povećanoj osjetljivosti i senzibilnosti za otpad [7].

Ciljevi i mjere utvrđene Strategijom određeni su u skladu s praksom EU-a, vodeći računa o specifičnostima RH. U tom pogledu definirani su sljedeći strateški ciljevi gospodarenja otpadom (Slika 16.).





Slika 16. Zatvoreni krug upravljanja otpadom [7]

Kvantitativni ciljevi utvrđeni Strategijom predstavljaju konkretizaciju strateških ciljeva, a postavljeni su za količine komunalnog otpada, odlagališta te kvote uporabe i recikliranja određenih tokova otpada [7].

### 5.2.2. Plan gospodarenja otpadom

Plan gospodarenja otpadom provedbeni je dokument Strategije gospodarenja otpadom koji služi kao okvir za donošenje planova gospodarenja otpadom županija, te za razradu pojedinih projekata koji se uklapaju u županijske/regionalne sustave gospodarenja otpadom. Koncept Plana temelji se na hijerarhiji gospodarenja otpadom, koja daje prioritet prevenciji, recikliranju i ponovnom korištenju [2].

Okvir za uspostavu cjelovitog sustava gospodarenja otpadom, s jasno propisanim obavezama, odgovornostima i mehanizmima kontrole, postavljen je 2013. godine donošenjem Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13) kojim se u pravni poredak Republike Hrvatske prenose sljedeće direktive Europske unije:

- Direktiva 2008/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o otpadu i ukidanju određenih direktiva (EC, 2008.)
- Direktiva Vijeća 1999/31/EZ o odlagalištima otpada (EC, 1999.).

Ovim se Zakonom također utvrđuje okvir za provedbu sljedećih akata Europske unije:

- Odluka komisije 200/532/EZ koja zamjenjuje Odluku 94/3/EZ koja donosi popis otpada u skladu s Člankom 1. točkom (a), Direktive Vijeća 75/442/EEZ o otpadu i Odluku Vijeća 94/904/EZ koja donosi popis opasnog otpada u skladu s člankom 1. stavkom 4., Direktive Vijeća 91/689/EEZ o opasnom otpadu (EC, 2000.)
- Odluka Komisije 2011/753/EU o uspostavi pravila metoda izračuna za provjeru poštivanja ciljeva iz članka 11(2) Direktive 2008/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća. [2]

U Narodnim novinama broj 84/23 objavljena je Odluka o donošenju Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2023.-2028. godine. Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za to razdoblje je temeljni planski dokument gospodarenja otpadom za šestogodišnje plansko razdoblje, a njegovo donošenje je propisano člankom 109. Zakona o gospodarenju otpadom (Narodne Novine broj 84/21) [35].

Osim primjene načela kružnog gospodarstva u gospodarenju otpadom, Plan je važan u kontekstu korištenja sredstava EU-a za sljedeće financijsko programsko razdoblje, 2021.-2027. [35].

Provedbom Plana gospodarenja otpadom doprinijet će se smanjenju otpada, uključujući i opasnog otpada, osnažiti će se gospodarenje otpadom na način koji je prihvatljiv za okoliš, doprinijet će se jačanju kapaciteta nužnih za upravljanje i nadzor prekograničnim prometom opasnog otpada, doprinijet će se smanjenju izvoza otpada radi zbrinjavanja odlaganjem, te će se dodatno osnažiti trgovanje otpadom namijenjenim gospodarski učinkovitim i okolišno prihvatljivim postupcima uporabe unutar područja OECD-a [35].

Sukladno Zakonu o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23), Informacijski sustav gospodarenja otpadom služi u nadzoru provedbe i upravljanja sustavom gospodarenja otpadom RH, a uspostavlja ga i vodi Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja [35].

Zakonom se propisuju podaci i aplikacije koji moraju biti sadržane u sustavu, a od propisanih aplikacija u sklopu Informacijskog sustava uspostavljene su aplikacije: e-ONTO, Registar onečišćavanja okoliša (ROO), Aplikacija za evidenciju lokacija odbačenog otpada (ELOO), Aplikacija za operatere odlagališta i praćenja odlaganja biorazgradivog komunalnog otpada, Portal sprječavanja nastanka otpada i aplikacija za praćenje projekata i aktivnosti sprječavanja nastanka otpada, ponovne uporabe i obrazovno-informativnih aktivnosti [35].

Sastavni dio Plana gospodarenja otpadom za razdoblje 2023. – 2028. godine je i Program sprječavanja nastanka otpada. Planom se primjenjuju načela kružnog gospodarstva. Kretanje u smjeru kružnog gospodarstva ostvaruje se različitim mjerama u lancu proizvodnje i potrošnje prirodnih i proizvedenih dobara te posljedično gospodarenje otpadom, čime se otpad nastoji vratiti u gospodarski ciklus [35].

Navedeno se postiže primjenom reda prvenstva gospodarenju otpadom, kojim se posebno značenje daje sprječavanju nastanka otpadom kao prvoj stepenici spomenutog reda prvenstva. [35]

Sprječavanjem nastanka otpada postiže se smanjenje količina i negativnih utjecaja otpada na okoliš i ljudsko zdravlje prije nego bilo koji drugi postupak uporabe ili zbrinjavanja postanu opcija. [35]

### **5.2.3. Zakon o gospodarenju otpadom**

Zakonom se utvrđuju mjere za sprječavanje ili smanjenje štetnog djelovanja otpada na ljudsko zdravlje i okoliš na način smanjenja količina otpada u nastanku i/ili proizvodnji te se uređuje gospodarenje otpadom bez uporabe rizičnih postupaka po ljudsko zdravlje i okoliš, uz korištenje vrijednih svojstava otpada [2].

Odredbe Zakona također utvrđuju sustav gospodarenja otpadom, uključujući red prvenstva gospodarenja otpadom, načela, ciljeve i način gospodarenja otpadom,

strateške i programske dokumente u gospodarenju otpadom, nadležnosti i obveze u gospodarenju otpadom, lokacije i građevine za gospodarenje otpadom, djelatnosti gospodarenja otpadom, prekogranični promet otpada, informacijski sustav gospodarenja otpadom te upravni i inspekcijski nadzor nad gospodarenjem otpadom [2].

Gospodarenje otpadom je od interesa za Republiku Hrvatsku, a njegovu učinkovitost osiguravaju Vlada i nadležno Ministarstvo propisivanjem odgovarajućih mjera gospodarenja otpadom. Provedbena tijela na državnoj razini su Agencija za zaštitu okoliša i prirode, te Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave dužne su na svom području osigurati uvjete i provedbu propisanih mjera gospodarenja otpadom [2].

#### **5.2.3.1. Značaj jedinice lokalne samouprave u sustavu gospodarenja komunalnim otpadom**

U većini zemalja svijeta upravljanje komunalnim otpadom odgovornost je jedinica lokalne samouprave, a gotovo 70% zemalja osnovalo je institucije odgovorne za razvoj politike i regulatorni nadzor u sektoru otpada. Oko dvije trećine zemalja oblikovalo je ciljano zakonodavstvo i propise za upravljanje komunalnim otpadom, iako postoje drastične razlike njihove primjene. Izravno sudjelovanje središnje države u pružanju usluga zbrinjavanja otpada, osim regulatornog nadzora i fiskalnih transfera, nije uobičajeno, a oko 70% usluga upravljanja otpadom izravno nadziru lokalne javne vlasti. Barem polovicu usluga, od prikupljanja primarnog otpada do tretiranja i odlaganja, u nadležnosti je tijela javne vlasti, a oko jedne trećine uključuje javno-privatno partnerstvo. Međutim, uspješna partnerstva s privatnim sektorom za financiranje i operacionalizaciju obično uspijevaju samo pod određenim uvjetima uz odgovarajuće poticajne strukture i mehanizme provedbe, pa se ne smatraju preporučljivim rješenjem [36].

Svaka jedinica lokalne samouprave dužna je na svom području osigurati javnu uslugu prikupljanja miješanog komunalnog otpada i biorazgradivog komunalnog

otpada na kvalitetan, postojan i ekonomski učinkovit način u skladu s načelima održivog razvoja, zaštite okoliša i gospodarenja otpadom [2].

Jedinicama lokalne samouprave u Republici Hrvatskoj dana je odgovornost uspostave i učinkovitog sustava gospodarenja komunalnim otpadom u skladu s Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za određeno razdoblje [36].

Gospodarenje komunalnim otpadom jedinice lokalne samouprave trebaju provoditi sukladno Zakonom o održivom gospodarenju otpadom u Republici Hrvatskoj i Uredbom o komunalnom otpadu, hijerarhiji otpada te provedbom mjera zacrtanih u Planu, poštujući pritom načela zaštite okoliša i gospodarenja otpadom kao što su: načelo ekonomske održivosti, načelo tehničke izvedivosti, načelo samodostatnosti i blizine, kao i ukupne učinke na okoliš, ljudsko zdravlje, gospodarstvo i društvo i dr. [36].

Zakonom o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23) definirane su obveze i odgovornosti jedinica lokalne samouprave u području gospodarenja otpadom. Te obveze su sljedeće:

- osigurati javnu uslugu prikupljanja miješanog komunalnog otpada i biorazgradivog komunalnog otpada,
- osigurati odvojeno prikupljanje otpadnog papira, metala, stakla, plastike i tekstila te krupnog (glomaznog) komunalnog otpada,
- osigurati sprječavanje odbacivanja otpada te uklanjanje tako odbačenog otpada,
- osigurati provedbu Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske,
- osigurati donošenje i provedbu plana gospodarenja otpadom jedinice lokalne samouprave,
- osigurati provođenje izobrazno-informativne aktivnosti na svom području,
- osigurati mogućnost provedbe akcija prikupljanja otpada [36].

Na temelju Zakona donesen je niz provedbenih dokumenata – uredbi, pravilnika i naputaka, kojima se definiraju postupci primjene i provedbe određenih zakonskih odredbi [2].

Jedinice lokalne samouprave imaju obvezu osigurati provedbu navedenih mjera na kvalitetan i ekonomski učinkovit način pri čemu trebaju voditi računa o primjeni načela održivog razvoja, zaštite okoliša i gospodarenja otpadom [36].

Javna usluga prikupljanja miješanog komunalnog otpada i prikupljanja biorazgradivog komunalnog otpada podrazumijeva prikupljanje tog otpada na određenom području pružanja usluge putem spremnika kod pojedinih korisnika i prijevoz tog otpada do ovlaštene osobe za obradu tog otpada. Otpad koji je definiran kao posebna kategorija otpada mora se odvajati na mjestu nastanka, odvojeno sakupljati i skladištiti, te zbrinjavati sukladno propisima o gospodarenju posebnim kategorijama otpada [2].

Zakonodavac je odredio jedinicama lokalne samouprave da u skladu s brojem stanovnika osiguraju na svom području reciklažno dvorište ili njegovo funkcioniranje posredstvom mobilne jedinice koja se u smislu Zakona smatra reciklažnim dvorištem, kako bi se zadovoljila potreba stanovništva [36].

Jedinice lokalne samouprave imaju obvezu Plana gospodarenja otpadom. On služi kako bi se učinkovito implementirale zakonske propisane obveze odnosno primijenila i ostvarila politika i ciljevi gospodarenja otpadom te uspostavio cjelovit i održiv sustav gospodarenja otpadom. Plan gospodarenja otpadom donosi se za razdoblje od šest godina, a njegove izmjene i dopune po potrebi [36].

Vidljivo je da je jedinicama lokalne samouprave dan kompleksan zadatak gospodarenja komunalnim otpadom na njihovom području. No, problemi često nastaju zbog nedostatka financijskih sredstava jedinice lokalne samouprave zbog kojih ne mogu provesti date im obveze.

## 6. ODLAGALIŠTA OTPADA I NJIHOVA PODJELA

U području zaštite okoliša, otpad i odlagališta otpada zasigurno su temeljni problem u Hrvatskoj. Način odlaganja otpada razlikuje se, i neki od njih su povoljniji glede očuvanja prirode i sastavnih dijelova okoliša; tla, zraka i vode [13].

Otpad donosi troškove društvu koje treba osigurati njegovo sakupljanje, prijevoz i odgovarajuće zbrinjavanje kako bi se smanjili pritisci na okoliš. Otpad, tj. spojevi i tvari koje nastaju razlaganjem uzrokuju emisije u vode, zrak i tlo, koje mogu utjecati na zdravlje ljudi i okoliš. Koliki će utjecaj biti ovisi o količini i svojstvima otpada te o načinu postupanja s njim. Gospodarski rast i rastuća potrošnja materijala rezultiraju stalnim porastom količina otpada koji se bilježi u svim europskim zemljama, pa tako i u Hrvatskoj [13].

Poduzimaju se akcije: sakupljanja, privremenog skladištenja, obrađivanja, materijalnog, biološkog i energetskog iskorištavanja s predobradom i obradom odvojeno sakupljenog otpadnog materijala, zatim otvaranje, zatvaranje i saniranje građevina namijenjenih odlaganju otpada i drugih otpadom onečišćenih površina. Kod već nastalog otpada treba odabrati optimalnu metodu obrade ili konačnog zbrinjavanja, koja će proizvesti najmanji rizik za ljudsko zdravlje i okoliš. Odlaganje može imati potencijalno velik utjecaj na vode i tlo zbog teškim metala u procjednim vodama, na zrak emisije metana, posebno ako se otpad odlaže na nekontrolirana i neuređena odlagališta [13].

Direktiva o odlagalištu otpada 1999/31/EZ ima za cilj uspostavljanje odlagališta otpada s minimalnim ili bez negativnih utjecaja na okoliš, a posebno na površinske i podzemne vode, tlo, zrak i ljudsko zdravlje. Direktiva definira različite kategorije otpada i odnosi se na sva odlagališta, definirana kao mjesta za odlaganje otpada na i u tlo. Odlagališta su kategorizirana u tri razreda: odlagališta za opasni otpad, odlagališta za neopasni otpad i odlagališta za mineralni (inertni) otpad [1].

Odlagalište otpada (deponija, smetlište) je građevina namijenjena za trajno odlaganje otpada, kao organizirane komunalne djelatnosti. U sklopu odlagališta otpada mogu se nalaziti i građevine za skladištenje te obrađivanje otpada.

Odlagališta se mogu podijeliti prema kategorijama, odnosno prema pravnom statusu, veličini, vrstama odloženog otpada, stanju aktivnosti, utjecaju na okoliš i opremljenosti [13].

Aktivna odlagališta mogu se razvrstati u pet kategorija na temelju pravnog statusa:

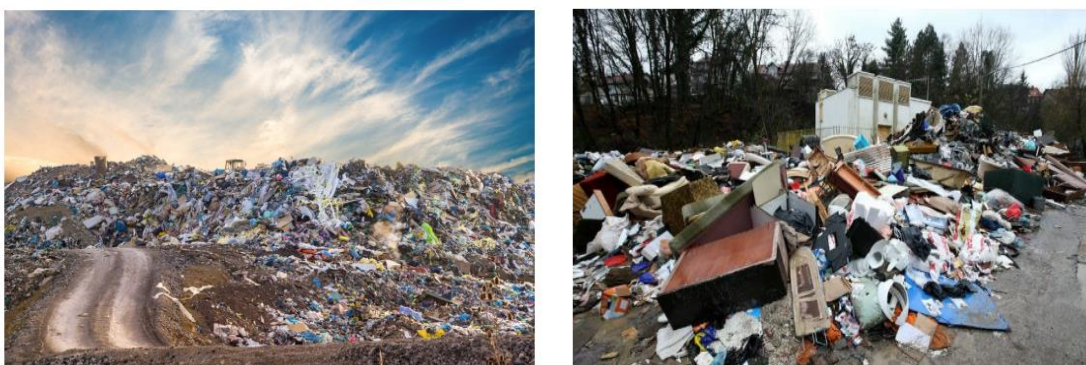
1. **Legalna uređena odlagališta** otpada su građevine za (trajno) odlaganje otpada, predviđene odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima i sagrađene u skladu s važećim propisima, a rade uz odobrenje nadležnog tijela na temelju provede procjene o utjecaju na okoliš te ishoda dozvola.
  - potpuno legalizirana uređena odlagališta koja posjeduju sve tri dozvole;
  - djelomično legalizirana uređena odlagališta koja raspolažu barem jednom dozvolom, a u fazi su ishoda preostalih;
  - uređena odlagališta u postupku legalizacije koja nemaju nijedne dozvole, ali su započele postupak ishoda prve od njih.
2. **Službena odlagališta** otpada su velika odlagališta na koja komunalna poduzeća ili koncesionari na temelju odluke nadležnog tijela lokalne uprave i samouprave redovito i organizirano dopremaju i odlažu komunalni otpad. Nisu opremljena uređenom građevinom za odlaganje otpada i ne posjeduju nijednu od potrebnih dozvola. Uspostavljen je samo djelomičan nadzor i provode se neke mjere zaštite okoliša. Predviđena su dokumentima prostornog uređenja.
3. **Odobrena odlagališta** djeluju na temelju odgovarajućeg odobrenja nadležnog tijela lokalne samouprave. Na njih otpad dovoze manji koncesionari ili sami proizvođači otpada. Nisu opremljena uređajima građevinama, nisu predviđena dokumentima prostornog uređenja.
4. **Dogovorna odlagališta** otpada su, uglavnom, neuređeni manji prostori za odlaganje otpada koji nisu predviđeni odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima i za koje nije proveden postupak procjene utjecaja na okoliš. One ne raspolažu nijednom od neophodnih dozvola, ali djeluju



uz znanje ili u dogovoru s lokalnom samoupravom. Uglavnom nisu u sustavu službeno organiziranog dovoza otpada ovlaštenih osoba, na tim lokacijama otpad se povremeno poravnava i prekriva inertnim materijalom.

- 5. „Divlja“ odlagališta otpada** – smetlišta su manji neuređeni prostori koji nisu predviđeni za odlaganje otpada, a formirali su ih najčešće građani bez prethodnog znanja tijela lokalne samouprave. Primjer divljeg odlagališta otpada prikazan kao Slika 16. Ne raspolažu nikakvim dokumentima relevantnim za njihovo djelovanje, a otpad uglavnom individualno dovoze građani, bez ikakvih mjera zaštite i nadzora [13]. Slika 17. prikazuje „divlje“ odlagalište otpada.

Svakim se danom tone komunalnog otpada odlažu na prepune deponije ili se nelegalno odlažu na divlja odlagališta. Na odlagalištima se otpad vremenom potpuno neutralizira, razgradi i mineralizira, a da se pritom odvijaju više ili manje intenzivni kemijski, fizikalni i mikrobiološki procesi razgradnje, pri čemu se oslobađa vodena para, različiti plinovi i toplina [13].



Slika 17. "Divlje" odlagalište otpada [14]

### **6.1. Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac**

Odlagalište otpada služi kao odlagalište komunalnog, neopasnog i industrijskog otpada Grada Zagreba i njegove okolice. Nekontrolirano odlaganje otpada započelo je 1965. godine, a 1995. godine prostor zauzima 80 ha. U tom je razdoblju neprimjereno odloženo 4,5 milijuna m<sup>3</sup> otpada, a do 2000. godine volumen odloženog otpada iznosio je 8 milijuna m<sup>3</sup>. Odlagalište je zbog

zanemarivanja problema postao najveće neuređeno odlagalište otpada u jugoistočnom dijelu Europe. Odlagalište je od 1965. godine do početka devedesetih godina prošloga stoljeća zauzelo i zagađilo gotovo milijun m<sup>3</sup> tla (zemljanog materijala) i ozbiljno ugrozilo kakvoću pitke podzemne vode [13].

Odlagalište otpada Jakuševac, prikazano kao Slika 18., složeni je difuzni izvor onečišćenja i veliki je problem u pogledu mogućeg štetnog učinka na sve elemente okoliša, te je sanacija koja je provedena svakako bila neophodna. Povezanost onečišćenja zraka i štetnih učinaka na zdravlje ljudi tema su mnogobrojnih epidemioloških studija, a sve je veća pozornost usmjerena upravo nastanku subkroničnih i malignih bolesti pri niskim razinama onečišćenja, ali i pri dugotrajnoj izloženosti. Osim onečišćenja zraka, eluat je u svakom slučaju izvor problema odlagališta. Eluat je zagađena procjedna voda (filtrat) deponija koja se procijedila kroz slojeve odloženog otpada i na taj način prikupila velike količine otopljenih i suspendiranih tvari, uključujući proizvode biokemijskih reakcija [13]. Slika 18. prikazuje odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac.



Slika 18. Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac [12]

Istraživanje utjecaja odlagališta Jakuševac na podzemne vode provedeno je 2002. godine. Ovim istraživanjem dokazan je utjecaj odlagališta na podzemne vode zagrebačkog vodonosnog sustava. Dokazan je utjecaj odlagališta na podzemne vode te postupno širenje zagađenja prema istoku [13].

U blizini odlagališta detektirani su ukupni organski ugljik, odnosno KPK, te amonij kao glavni kemijski oblik emisije dušika. Identificiran je i niz biogenih i

antropogenih specifičnih organskih spojeva koji su zbog svoje povećane otpornosti na biološku razgradnju i slabije apsorpcije na sloju tla ispod smeća dospjeli u podzemne vode. Zastupljenost nekih kategorija ugljikovodika u procjednim vodama je vrlo visoka, ali usprkos tome oni nisu detektirani u podzemnim vodama. Razlog je najvjerojatnije njihova eliminacija adsorpcijom na slojeve ispod smeća [13].

Najveći potencijal prodora iz deponija u podzemne vode pokazali su neki polarni spojevi koji su istodobno i otporni na biološku razgradnju. Pokazalo se da većina tih sastojaka ima farmaceutsko podrijetlo [13].

## 7. ŠTETAN UTJECAJ ODLAGALIŠTA OTPADA

Loše upravljanje otpadom pridonosi klimatskim promjenama i onečišćenju zraka te izravno utječe na mnoge ekosustave i vrste [15]. Slika 19. nam prikazuje primjer ilegalnog odlagališta otpada na vodozaštitnom području jezera Savica u Zagrebu [15].

Odlagališta koja se smatraju posljednjim izborom u hijerarhiji otpada ispuštaju metan, vrlo snažan staklenički plin povezan s klimatskim promjenama. Metan stvaraju mikroorganizmi prisutni u odlagalištima iz biorazgradivog otpada, kao što su hrana, papir i vrtni otpad. U procesu prijevoza na daljnju obradu u atmosferu se oslobađaju ugljični dioksid, najčešće staklenički plin, i onečišćivači zraka, uključujući i čestice u zraku. Dio otpada može se spaliti ili reciklirati. Energija otpada može se upotrijebiti za proizvodnju topline ili električne energije koje tada mogu zamijeniti energiju proizvedenu pomoću ugljena i drugih goriva. To može pomoći u smanjenju emisije stakleničkih plinova [15].



Slika 19. Ilegalno odlagalište otpada na vodozaštitnom području jezera Savica u Zagrebu [16]

Svojim odbojnim izgledom i neugodnim mirisom otpad predstavlja estetski problem, a prisutna je i opasnost od samozapaljenja i požara jer se razvijaju odlagališni plinovi. Može kontaminirati podzemnu vodu ako se odlaže u blizini vodonosnih slojeva, a da se pritom ne vodi briga o smjeru i načinu procjeđivanja padalina i ostalih tekućina u otpadu te njihovom odvođenju, prikupljanju i konačnom pročišćavanju. Postoje izravne i neizravne opasnosti za ljude i okoliš. Izravne su širenje plinova i toksičnih tvari, bakterija, virusa, plijesni i opasnost od

požara uslijed odlagališnih plinova, a u neizravne opasnosti spadaju neugodni mirisi, prašina, pojava glodavaca, kukaca i ptica. Otpad služi kao hrana i sklonište glodavcima i insektima, od kojih su neki poznati izvori ili prenositelji bolesti (miševi, muhe, štakori, krpelji) [14].

Veliki utjecaj na kvalitetu zraka može imati otpad koji se odlaže na neuređena i nekontrolirana odlagališta otpada kao i način odlaganja otpada na odlagališta. Ogromne količine komunalnog otpada odlažu se na već prepune odlagališta ili se ilegalno odlažu na „divlja“ odlagališta i kroz određeno vrijeme taj se otpad neutralizira, razgradi i mineralizira. Tijekom tog vremena odvijaju se procesi razgradnje, kemijski, fizikalni i mikrobiološki i tako se oslobađa vodena para, toplina i različiti plinovi. Ti procesi ovise o sadržaju vlage, udjelu i vrsti organskih tvari, kako se odlaže otpad, klimatskim utjecajima i gradnji odlagališta [14].

Kada je riječ o zbrinjavanju otpada situacija je na svjetskoj razini katastrofalna:

- u rujnu 1986. godine 14.000 tona opasnog otpada iz Philadelphije bačeno je u Indijski i Tih ocean, a ostatak, oko 4.000 tona istresen je na plažu Goniaves na Haitiju;
- Italija je 1987. godine u Libanon otpremila 15.800 bačava i 20 kontejnera visokotoksičnog (otrovnog) otpada;
- Švedska rudarska kompanija Boliden je izvezla u Čile 1984. godine 19.500 tona opasnog otpada itd. [17].

Najveći problem sastoji se u tome što se svi slažu da su to samo podaci koji su „procurili“ u javnost i da pretstavljaju tek vrh ledenog brijega. Većina ovakvih „poslova“ otkrije se tek kada dođe do kontaminacije zemljišta, ugibanja biljnih i životinjskih vrsta i teških oboljenja kod ljudi, prvenstveno novorođenčadi i djece. Tipičan primjer je puštanje otrovnog otpada bogatom živom od strane japanske tvrtke Chisso u Zaljev Minamata na otoku Kjušiu. Jedući otrovanu ribu tisuće ljudi je teško oboljele od ukočenosti, gubljenja sluha i vida, epilepsije...

Skromnije procjene brojnih istraživanja tvrde da se divlja smetlišta i deponij otpada širi svijeta šire preko desetak hektara dnevno [17].

## 7.1. Moguće otrovne tvari u otpadu

Komunalni otpad koji dolazi iz kućanstva i komercijalnih djelatnosti sadrži i otrovne tvari. U kućanstvu su to iskorišteni proizvodi poput baterija, boja, ambalaže sredstava za čišćenje i dezinfekciju, žarulje, boje i razrjeđivači i sl. Boje često sadrže olovo i razne otrovne tvari, baterije ispuštaju teške metale, a plastična ambalaža puna je štetnih kemikalija i ima jako dug period razgradnje [18]. Tablica 2. prikazuje različite industrijske procese i generiranje opasnih tvari.

Otpad koji dolazi iz industrije sadrži i otpad koji se po svojim fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima svrstava u opasni otpad [18].

Opasni otpad ima jednu ili više karakteristika koje se mogu karakterizirati kao: zapaljivost, reaktivnost, korozivnost i toksičnost [18].

Tablica 2. Različiti industrijski procesi i generiranje opasnih tvari [18]

VRSTA INDUSTRIJE	OPASNE TVARI
Proizvodnja baterija i akumulatora	Cd, Pb, Zn, NO <sub>2</sub>
Kemijska industrija	Cr, Cu, Pb, Hg, organske, ugljikovodici
Proizvodnja električne i elektroničke opreme	C, Cu, Co, Pb, Hg, Zn, Se, organske, ugljikovodici
Proizvodnja boja	Cd, Cr, Cu, Co, Pb, Hg, Se, organske
Elektroliza	Co, Cr, Cu, Zn
Tekstilna industrija	Cr, Cu, organske
Farmaceutska industrija	As, Hg, organske
Proizvodnja plastike	Co, Hg, Zn, organske, ugljikovodici
Kožna industrija	Cr, organske

## 7.2. Odlagališni plin

Razgradnjom organskih tvari na odlagalištima otpada nastaje odlagališni plin ili bioplin. U aerobnoj fazi nastaju kisik, dušik i ugljikov dioksid, a u anaerobnim

uvjetima nastaje metan. Problem stvaraju i plinovi koji šire neugodne mirise, Slika 20. kao prikaz nastajanja neugodnog mirisa na odlagalištu otpada, poput sumporovodika i hlapivih organskih spojeva poput merkaptana [14].

Odlagališni plin nastaje na svakom odlagalištu neobrađenog komunalnog otpada. U odlagališta komunalnog otpada ulazi nepoznat i promjenjiv kemijski sastav različitih tvari. Zbog toga u tijelu odlagališta dolazi do nedovoljno poznatih biokemijskih procesa i razgradnje organske mase. Kako su ti procesi vrlo složeni, oni ovise o nizu čimbenika kao što su vrsta i količina odloženog materijala, količina zraka/kisika u tijelu odlagališta, količina vode u tijelu odlagališta, atmosferski uvjeti način i vođenje otplinjavanja, tehnika odlaganja otpada, vrijeme odlaganja i dr. [14].

Plin koji je prisutan u aerobnoj fazi razgradnje sadrži kisik,  $O_2$  i dušik,  $N_2$ , a u toj fazi nastaje i najveća količina ugljikovog dioksida,  $CO_2$ . U anaerobnim uvjetima nastaje metan,  $CH_4$  i nešto manja količina već spomenutog  $CO_2$ .  $CO_2$  je teži od zraka i pada na dno, gdje se topi u vodi te povećava kiselost i korozivnost procjednih voda.  $CH_4$  je plin bez boje i mirisa, slabo se otapa u vodi, a u koncentraciji od 5 do 15 % sa zrakom stvara 17 eksplozivnu smjesu. Nastajanje plinova može predstavljati opasnost zbog zapaljivosti i u određenim slučajevima eksplozivnosti metana. Stvaranje metana negativno djeluje i na završni vegetacijski pokrivač odlagališta. Ukoliko se nastali plin ne uklanja iz odlagališta uređenim sustavom otplinjavanja, on isplinjava kroz gornju površinu odlagališta i rubne zone u atmosferu. Iz tla istiskuje kisik te tako sprječava rast biljaka ili ih oštećuje. Kako bi se spriječilo istjecanje plina izvan odlagališta u atmosferu potrebni su sustavi upravljanja odlagališnim plinom [14].

Potrebno je provoditi kontrolirano otplinjavanje, kako bi se izbjegla ekološka nesreća [19].



Slika 20. Širenje neugodnih mirisa sa odlagališta otpada [14]

### 7.3. Procjedne vode

Procjedne vode su jedna od najvažnijih problematika vezana uz gospodarenje otpadom. Prilikom rješavanja problema otpada, nakon separacije, recikliranja i spaljivanja, odlagališta otpada su se pokazala kao najjednostavniji i najpoželjniji način gospodarenja otpadom. Unatoč brojnim prednostima, odlagališta otpada sadrže i svojstvene nedostatke koje čine opsežne emisije procjednih voda vrlo promjenjivih količina i sastava. Procjedne vode se definiraju kao onečišćene otpadne vode koje nastaju kao posljedica bio-kemijskih procesa i različitog sadržaja samog otpada te prolaskom oborina kroz odloženi otpad. Nastale procjedne vode su mješavina visoko koncentriranih organskih i anorganskih tvari uključujući huminske i fulvinske kiseline, teške metale, anorganske soli te mnoge druge štetne tvari koje mogu biti vrlo toksične i imati negativan utjecaj na ljudsko zdravlje i okoliš, osobito podzemne vode [37].

Procjedne vode izravno ugrožavaju površinske i podzemne vode na području i u okolini odlagališta. Procjedne vode mogu biti onečišćene organskim tvarima i zasićene anorganskim spojevima. U njima se nalaze nedopuštene koncentracije koliformnih i patogenih bakterija, zatim moguće su koncentracije cijanida, te soli teških metala. Jedna od mjera zaštite je da se filtrat ne upušta u podzemne vode prije nego se on pročisti. Kod izrade odlagališta bi trebalo voditi računa da se ono locira tamo, gdje nije potrebna izgradnja umjetne nepropusne podloge, a ako to nije slučaj, potrebno je postaviti umjetnu zaštitu za sprečavanje dotjecanja bočnih voda sa zonom odlaganja, čime se ujedno i sprječava onečišćenje podzemnih voda. Veliki problemi javljaju se u ravničarskim područjima, na velikim aluvijalnim terenima gdje ne postoji veliki izbor za lociranje odlagališta, već se mora postaviti



na dijelu gdje su i značajni izvori podzemnih voda koje tada treba zaštititi od onečišćenja. Tada se oko odlagališta izvodi sustav drenaže, koji preko zone aeracije prirodno pročišćuje filtrat, zatim prihvaća i odvodi do sabirnog bunara iz kojeg se može provesti crpljenje vode koja se ne koristi za vodoopskrbu [19].

#### **7.4. Neugodni mirisi**

Procjedne vode, odlagališni plin i neugodni miris ostalog otpada su najčešći uzrok nastajanja neugodnih mirisa na odlagalištima. Neugodan miris je uzrokovan tragovima sumporovodika,  $H_2S$  i hlapivih organskih spojeva kao što su merkaptani. Miris se može neutralizirati sakupljanjem i spaljivanjem plinova. Najčešća tehnika za kontrolu puteva plinova je izgradnja glinenih barijera i odzračnih okna [19].

#### **7.5. Sumporovodik**

Sumporovodik je izuzetno otrovan i zapaljiv. Teži je od zraka te se nakuplja pri dnu prostorija [38]. Sumporovodik ( $H_2S$ ) je bezbojan, iritantan, izrazito otrovan plin i neugodna mirisa po pokvarenim jajima koje ljudi mogu otkriti pri niskim koncentracijama, a slatkasti miris pri visokim koncentracijama. Može se pretvoriti u tekućinu, topljiv je u vodi, alkoholu, uljima i drugim otapalima. Sumporovodik se općenito stvara u okruženju odlagališta putem redukcije sulfata ( $SO_4^{2-}$ ). Bakterije koje reduciraju sulfate uzrokuju redukciju  $SO_4^{2-}$  u  $H_2S$  obično u podzemnim vodama, postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda i kanalizacijama. Proizvodnja sumporovodika pripisuje se i hidrolizi minerala koji sadrže sumpor kao što je  $FeS_2$  u prirodnim izvorima, vulkanima i vrućim vrelima. Izvori reducirajućeg sumpora na odlagalištima mogu biti gipsani suhozidi, mulj, komunalni ili industrijski otpad. Vlažna područja također mogu utjecati na nastanak sumporovodika jer ona omogućuju stvaranje reducirajućeg sulfata. Nesakupljanje i ne uklanjanje procjedne vode su jedan od primjera zbog kojih nastaje vlaga na odlagalištima [14].

Unatoč velikoj otrovnosti, većoj od otrovnosti cijanovodika, manje je opasan jer se isprva lako osjeti dok su mu koncentracije još preniske, međutim ima anestezirajući učinak na njušni živac [38].

Jedan od glavnih problema koje uzrokuje sumporovodik odnosi se na zdravlje čovjeka jer je izuzetno otrovan i zapaljiv. Otrovniji je i od cijanovodika, ali manje opasan zbog toga što se lako osjeti pri niskim koncentracijama te se manje koncentracije mogu tolerirati u duljem vremenskom periodu. Ukoliko se čovjek često izlaže niskim koncentracijama sumporovodika mogu nastati simptomi poput iritacije očiju, suhog grla, kašlja te kratkog daha, ali ti simptomi ne traju dugo i obično nestanu nakon nekoliko tjedana. Dok svakodnevno izlaganje niskim koncentracijama sumporovodika kod čovjeka može uzrokovati umor, glavobolje, vrtoglavice, mučnine, slabljenje pamćenja i slične simptome, visoke koncentracije mogu biti smrtonosne za čovjeka u kratkom roku. Ali utjecaj je individualan, što znači da neće na svakog čovjek utjecati jednako [14].

Smatra se da je prag štetnog djelovanja oko 200 – 350 ppm<sup>4</sup> no prag osjetljivosti njuha za sumporovodik iznosi oko 0,0047 ppm<sup>2</sup>. [38]

Tu koncentraciju može osjetiti 50% osoba po karakterističnom mirisu na pokvarena jaja. Na koncentracijama od 20 ppm (30.000 µg/m<sup>3</sup>) sumporovodik počinje djelovati kao iritans (nadražujuće) na membrane očiju i respiratornog traka. Ovo nadraživanje se povećava s većom koncentracijom i dužinom izloženosti. Nadraženje očiju karakterizirano je nadražanjem konjktive s fotobijom na keratokonjunktivitis i vesikulacijom (stvaranje plikova) na cornea epithelium [38].

Produžena izloženost koncentracijama od 250 ppm (370.000 µg/m<sup>3</sup>) može u nekoliko minuta izazvati plućni edem. Koncentracije preko 500 ppm (750.000 µg/m<sup>3</sup>)<sup>5</sup> izazivaju pospanost, vrtoglavicu, uzbuđenje, glavobolju, nestabilan hod i ostale sustavne simptome. Nagli gubitak svijesti bez predosjećaja (upozorenja), tjeskoba, osjećaj mučnine karakteristični su simptomi kod koncentracija iznad

---

<sup>4</sup> ppm – mjerna jedinica za razinu zagađenosti atmosfere

<sup>5</sup> 0,0047 ppm = 7.05 µg/m<sup>3</sup>, odnosno satna granična vrijednost propisana Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku („Narodne novine“ br. 117/12 i 84/17) (pri konverziji korišteni su sljedeći uvjeti: 1 bar i 0°C).

700 ppm. U koncentracijama od 100 – 2000 ppm sumporovodik je brzo apsorbiran kroz pluća u krv. U ovim koncentracijama jedno udisanje može dovesti do kome i brze smrti. Događa se inicijalna hipernea, a ubrzo nakon toga kolaps i respiratorna inhibicija. U visokim koncentracijama sumorovodika izaziva trenutnu paralizu respiratornih centara. Kad koncentracija dosegne 5000 ppm slijedi skoro uvijek trenutna smrt. Izloženost i/ili konzumiranje alkohola može povećati otrovna djelovanja [38].

Prema smjernicama WHO<sup>6</sup>, koncentracija sumorovodika od 150 µg/m<sup>3</sup> (usrednjena na 24 sata) je najveća koncentracija koja se smije dozvoliti bez opasnosti od negativnog zdravstvenog učinka. U ovom slučaju smjernica se odnosi na izbjegavanje nadražaja očiju, koji se događa pri navedenoj koncentraciji [38].

Također, WHO preporučuje da koncentracija sumorovodika u razdoblju od 30 minuta ne smije premašiti 7,05 µg/m<sup>3</sup> (tj. 0,0047 ppm kako je prethodno navedeno) kako bi se izbjegle značajne pritužbe na miris [38].

S obzirom na učinke sumporovodika u promatranom vremenskom periodu (trajanju izloženosti), u cilju održavanja kvalitete življenja, nacionalnom regulativom koja se temelji na pravnoj stečevini EU, u Republici Hrvatskoj su Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku („Narodne novine“ br. 117/12 i 84/17) propisane granične vrijednosti sumporovodika [38].

Kao primjer mjerenja graničnih vrijednosti koncentracije sumporovodika U Tablici 3. i Tablici 4. prikazani su rezultati mjerenja na području Općine Viškovo (AMP Mariščina).

---

<sup>6</sup> WHO – World Health Organization, organizacija Ujedinjenih naroda koja djeluje kao koordinirajuće tijelo međunarodnog javnog zdravstva. Sjedište je u Ženevi u Švicarskoj, a osnovana je 7. travnja 1948.

Tablica 3. Granične vrijednosti koncentracija sumporovodika u zraku obzirom na zaštitu kvalitete življenja [38]

ONEČIŠĆUJUĆA TVAR	VRIJEME USREDNJAVANJA	GRANIČNA VRIJEDNOST (GV)	UČESTALOST DOZVOLJENIH PREKORAČENJA
H <sub>2</sub> S	1 sat	7 µg/m <sup>3</sup>	GV ne smije biti prekoračena više od 24 puta tijekom kalendarske godine
	24 sata	5 µg/m <sup>3</sup>	GV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine

U svrhu jasnije predodžbe, u sljedećoj tabeli su iznesene referentne vrijednosti, odnosno validiranje srednje i maksimalne satne koncentracije sumporovodika u zraku u proteklom razdoblju na području Općine Viškovo (AMP Marišćina) u 2017. i 2018. godini. Referentne izmjerene vrijednosti, C<sub>max</sub> (maksimalne izmjerene vrijednosti) premašuju satnu GV (graničnu vrijednost za sumporovodik [38]).

Tablica 4. Maksimalne satne koncentracije H<sub>2</sub>S u zraku na području Općine Viškovo, izmjerena na AMP Marišćina [38]

MJERNA POSTAJA	KONCENTRACIJA H <sub>2</sub> S A1				GRANICA DETEKCIJE		GRANICA DJELOVANJA	
	µg/m <sup>3</sup>		ppm		0,0047 ppm		200 ppm	
	C <sub>sr</sub>	C <sub>Max</sub>	C <sub>sr</sub>	C <sub>Max</sub>	C <sub>sr</sub>	C <sub>Max</sub>	C <sub>sr</sub>	C <sub>Max</sub>
<b>2017. godina</b>								
<b>AMP Marišćina</b>	1.6	13	0.00107	0.00866	<	>	<	<
<b>2018. godina</b>								
<b>AMP Marišćina</b>	1.1	25	0.000733	0.0167	<	>	<	<

C<sub>sr</sub> – prosječna vrijednost  
 C<sub>Max</sub> – maksimalna vrijednost  
 A1 – satno usrednjavanje

Kako je iz tablice jasno vidljivo, pri najvišim satnim koncentracijama sumporovodika (25 µg/m<sup>3</sup> u 2018. godini), čak i u situacijama duže izloženosti, ne postoji značajna opasnost za ljudsko zdravlje, no s obzirom na prag tolerancije, uočava se značajniji negativniji utjecaj na kvalitetu življenja [38].

## 8. ŠTETAN UTJECAJ OTPADA NA ZDRAVLJE

Zdravstveni problemi povezani su sa svakim korakom rukovanja obrade i zbrinjavanja otpada, izravno (putem aktivnosti oporabe i recikliranja ili drugih zanimanja u industriji gospodarenja otpadom, izlaganjem opasnim tvarima u otpadu ili emisijama iz spalionica i odlagališta) ili neizravno (npr. gutanjem kontaminirane vode, tla i hrane) [20].

Izloženost ljudi tvarima koje se oslobađaju u postrojenjima za gospodarenje otpadom može biti:

- **akutna** u slučaju ozbiljne nesreće koja uzrokuje kratkotrajnu izloženost visokim razinama potencijalno opasnih tvari, ionizirajućeg zračenja, bioaerosola, prašine
- **kronična**; kada traje dugo – dugotrajna izloženost niskim koncentracijama ovih tvari ili zračenju [20].

Imajući u vidu karakteristike otpada i emisije štetnih onečišćujućih tvari nastalih u procesima njegove obrade, kao indikator zdravstvenih učinaka često se u studijama navodi:

- iritacija oka,
- bronhitis i respiratorne infekcije: čestice prašine; SO<sub>2</sub>,
- astma,
- smanjenje kapaciteta za prijenos kisika u krvi; CO<sub>2</sub>,
- karcinom,
- štetni učinci na bubrege i dr. [21].

### 8.1. Spalionice

Zbog mogućeg oslobađanja potencijalno toksičnih spojeva, zbrinjavanje otpada u spalionicama ostavlja mogućnost zabrinutosti za lokalnu zajednicu. Slika 21. prikazuje spalionicu otpada u blizini grada. Iako je, u slučaju pravilno postavljenog i kontroliranog procesa spaljivanja, s uvaženim svim zaštitnim i kontrolnim mehanizmima, rizik oslobađanja štetnih čimbenika u zrak sveden na minimum.

Radi više različitih polutanata koji se povezuju, opravdano i neopravdano s ovim načinom zbrinjavanja otpada, sustavan pregled znanstvene literature nužan je preduvjet za kvalitetno gospodarenje otpadom, komunikaciju među donositeljima odluka i dijalog s javnosti [22].

Istraživanjem u sjevernoj Italiji, praćeni su podatci registra umrlih, registra za rak i statistike uzroka prijema u bolnicu. Nakon mjerenja polutanata, konkretno teških metala i indikatora onečišćenja zraka ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_x$ , CO, TSP,  $\text{C}_6\text{H}_6$ , HCl), formirane su koncentracijske karte. Pomoću računalnog sustava u koji su svaki sat automatski zaprimani hidrometeorološki parametri poput brzine i smjera vjetrova, temperature zraka i količine oblaka, dobiven je prikaz slojeva koncentracija detektiranih parametara u atmosferi. U područjima izloženim najvišim koncentracijama metala, ne i ostalih kontaminanata, dokazana je povišena smrtnost od nekih vrsta karcinoma, posebno u žena (želuca, debelog crijeva, jetre, karcinoma dojke). Istovremeno, povećana učestalost obolijevanja od istih bolesti nije dokazana [22].

Provedeno je istraživanje i procjena utjecanja na zdravlje u blizini spalionica i odlagališta otpada. Praćeno je razdoblje od 2001.- 2007. godine u tri europske zemlje. Radna skupina je zaključila da se trenutni utjecaj na zdravlje može definirati umjerenim, u usporedbi s ostalim značajnijim izvorima onečišćenja okoliša, poput utjecaja emisija radi prometa ili industrijskih aktivnosti [22].



Slika 21. Spalionica otpada [23]

## **8.2. Pročišćavanje otpadnih voda**

Brojni radovi fokusirali su se na zdravstvene učinke vode za kupanje koja je onečišćena bakterijama koje potiču iz otpadnih voda. Izvijestili su o uvjerljivim dokazima o visokom riziku od povećanih simptoma (problemi s plinovima i crijevima, respiratorni problemi) koji su povezani s patogenima ispuštenim u vodena tijela.

U Ujedinjenom Kraljevstvu, smatra se da je ogroman porast prijavljenih slučajeva trovanja hranom posljedica prisutnosti E. Coli u organskom otpadu nanesenom na poljoprivredno tlo [20].

## **8.3. Kompostiranje**

Jedna od glavnih briga je za radnike u kompostani, postoji velika vjerojatnost da će razviti respiratorne i kožne bolesti. Respiratorne bolesti mogu biti uzrokovane izlaganjem prašini i bakterijama i gljivicama i oslobađanjem endotoksina i 1-3 B glukana u postrojenjima za kompostiranje. Postoji nekoliko studija o utjecaju na zdravlje stanovnika koji žive u blizini postrojenja za kompostiranje. Pronađeni su neuvjerljivi dokazi o povećanom lošem zdravlju [20].

## **8.4. Radioaktivan otpad**

Većina studija o profesionalnoj izloženosti mSv iznad pozadinskih razina, nije mogla povezati ovu dodatnu dozu zračenja s ljudskim bolestima; u slučaju kronične izloženosti niskim dozama, štetni učinci nisu se mogli statistički povezati s izmjerenim povećanim razinama izloženosti [20].

Rezultati studije slučaja kontrole o učestalosti leukemije i limfoma među mladima u blizini nuklearne elektrane Sellafield u Velikoj Britaniji izazvali su određenu zabrinutost., ali naknadno istraživanje koje je proveo COMARE (2002.) došlo je do zaključka da ne postoji valjana statistička baza za takav uzročno-posljedični odnos. Najveća retrospektivna kohorotna studija, provedena na 598 068 radnika, u nuklearnoj industriji u 15 zemalja, zaključila je da postoji mali rizik od raka [20].

## 9. PLASTIKA – GLOBALNI PROBLEM DANAŠNJICE

Plastika je stabilan materijal koji se sastoji od velikog broja polimera, s oko 45 tipova plastike, uključujući poli(vinil-klorid) (PVC) i poli(etilen-tereftalat) (PET) koji su uglavnom dobiveni iz fosilnih goriva poput nafte, prirodnog plina i ugljena, u petrokemijskoj industriji [39].

Ekstrakcija nafte i plina potrebna za proizvodnju plastike otpušta toksične kemikalije u zrak i vodu. Posebno su opasne kemikalije koje se koriste za proizvodnju plastične sirovine putem hidrauličnog frakturiranja (fracking): više od 170 njih može uzrokovati dokumentirane zdravstvene probleme, uključujući rak i oštećenje živčanog i imunološkog sustava. Proces rafiniranja fosilnih goriva u plastičnu smolu oslobađa otrovne kemikalije u zrak koje, između ostalog, mogu izazvati rak i oštetiti živčani sustav. Posebno su ugroženi industrijski radnici i zajednice u blizini rafinerija. Kemikalije koje se dodaju plastici lako se šire u okolišu tijekom degradacije plastičnih materijala, što predstavlja sve veći rizik onečišćenja voda, tla ili ljudskog tkiva tamo gdje je plastika prisutna [24].

Plastika je teško razgradljiva, ali pod utjecajem okolišnih čimbenika poput vjetrova, sunca i valova dolazi do njezine degradacije na sitnije čestice i akumuliranja u okoliš. Radi se o vrlo praktičnom materijalu koji je dugotrajan, otporan na propadanje, inertan i jednostavan za oblikovanje, s malim troškom proizvodnje [39].

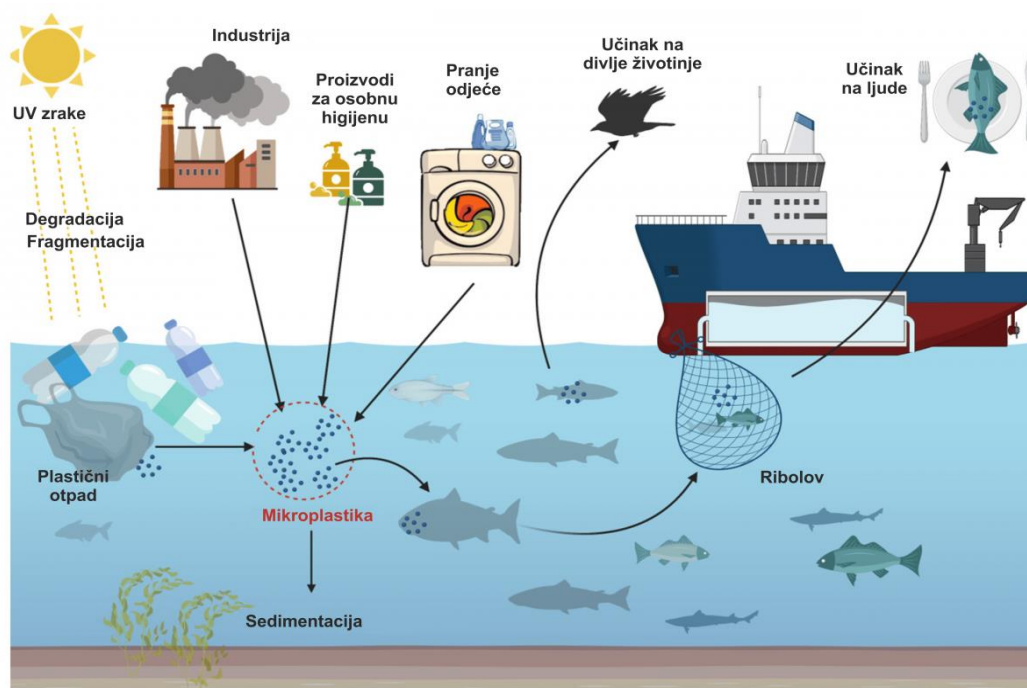
Plastika je prvi put otkrivena početkom 20. stoljeća, te se do danas proširila diljem svijeta, nadmašila proizvodnju željeza nakon 1990-ih i trenutno je materijal koji ljudi najviše koriste. Svake godine u svijetu se proizvede više od 300 milijuna tona plastike, od čega je polovica namijenjena za jednokratnu upotrebu, a svake godine najmanje 8 milijuna tona završi u našim oceanima i morima. Prema UN-u, u morima se nalazi 51 trilijun čestica mikroplastike. Mikroplastiku mogu progutati morske životinje te ona tako ulazi u prehrambeni lanac čovjeka. Ključni problemi vezani uz plastiku su:

- plastika je obnovljivi resurs,
- postojani organski zagađivači vrlo se učinkovito apsorbiraju u plastiku,



- izdržljivost plastike čini je vrlo otpornom na degradaciju,
- plastični ostaci se lako fragmentiraju,
- plastični ostaci mogu uzrokovati ozljede i smrt morskih ptica, sisavaca, riba i gmazova,
- plastični ostaci mogu oštetiti pomorsku opremu.

Mikroplastiku čine mali djelovi plastičnog materijala, obično manji od 5 mm (0,1 – 5.000 µg/m). Još manji dijelovi (1-100 nm) čine nanočestice tj. nanoplastiku. Mikroplastika može biti primarna ili sekundarna. Primarna se namjerno dodaje u proizvode (trošenje sintetičke odjeće, potrošnja automobilskih guma, prašina iz gradova) i čini 15 – 31% mikroplastike u morima, sok sekundarna nastaje raspadanjem, odnosno degradacijom većih komada plastike (makroplastike) kao što su vrećice, boce i ribarske mreže i čini 69 – 81 % mikroplastike u morima, prikazano Slika 22. Primarna mikroplastika najčešće dospijeva u okoliš ispuštanjem nedovoljno obrađenih otpadnih voda [39].



Slika 22. Mikroplastika u vodenom okolišu [39]

EU je donijela strategiju za plastiku u skladu s kojom će plastična ambalaža na tržištu EU-a do 2030. biti prikladna za recikliranje, potrošnja plastike za

jednokratnu upotrebu smanjiti će se, a namjerna upotreba mikroplastike biti će ograničena. Također, radi se i na smanjivanju uporabe mikroplastike u kozmetici, a u 2015. Europski parlament je već ograničio upotrebu plastičnih vrećica [39].

Kako bi se riješio problem rastućeg ambalažnog otpada, problem količine prikazan kroz Sliku 23., Parlament je u travnju 2024. odobrio nova pravila za smanjenje, ponovnu uporabu i recikliranje ambalaže [40].



Slika 23. Problem ambalažnog otpada [40]

Nova pravila uključuju:

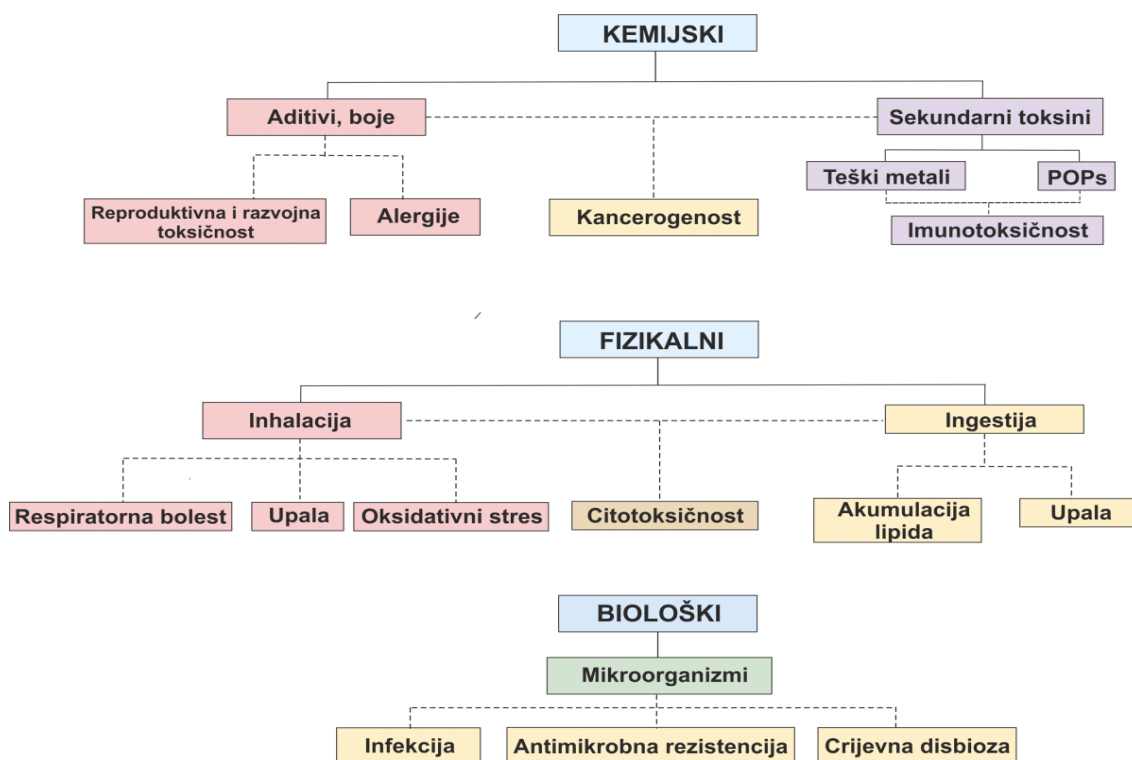
- nove ciljeve smanjenja ambalažnog otpada: sve države članice EU-a moraju postići smanjenje ambalažnog otpada od 5 posto do 2030. u odnosu na 2018., smanjenje od 10 posto do 2013. i 15 posto do 2040.,
- zabranu određenih plastičnih proizvoda za jednokratnu uporabu: od 1. siječnja 2030. zabraniti će se posebne vrste jednokratne plastične ambalaže, uključujući plastične vrećice koje se upotrebljavaju za svježe voće i povrće ili ambalaža za hranu i napitke koji se konzumiraju u kafićima i restoranima,

- uvođenje ambalaže koja se može reciklirati: u skladu s novim pravilima, gotovo sva ambalaža morat će se moći reciklirati, svaka plastična ambalaža morat će sadržavati minimalni postotak recikliranog sadržaja iz plastičnog otpada, države članice EU-a morat će poduzeti mjere za postizanje posebnih ciljeva za recikliranje ambalažnog otpada,
- sistem sakupljanja za reciklažu: do 2029. godine, 90 posto plastičnih i metalnih spremnika za napitke za jednokratnu upotrebu mora se prikupljati odvojeno, čime se omogućuju učinkoviti postupci recikliranja [40].

### **9.1. Utjecaj na ljudsko zdravlje**

Sve je više istraživanja koja pokazuju da su zrak, hrana i voda kontaminirani mikroplastikom te da he ljudi mogu udisati ili progutati. Prema trenutnim spoznajama, unošenje mikroplastike „per se“ vjerojatno neće predstavljati objektivni rizik za ljudsko zdravlje. Ipak, priroda rizika ovisi o fizičkim karakteristikama i kemijskom sastavu, kao i vremenu biološke razgradnje. Mikroplastika služi kao vektor tj. prenositelj raznih potencijalnih opasnosti, kao što su toksični aditivi, patogeni mikroorganizmi i geni antibiotske rezistencije. Međutim, stvarne koncentracije udahnute i progutane mikroplastike koja se nakuplja u ljudskom tijelu još nisu poznate. Svakako su potrebna daljnja istraživanja na ovom području kako bi se dobili konkretniji odgovori [39].

Potencijalni učinci mikroplastike na ljudsko zdravlje mogu se podijeliti u tri glavne kategorije: kemijske, fizičke i biološke učinke, a zatim dalje prema putu izlaganja i moćnim kliničkim učincima, prikazano Slika 24. [39].



Slika 24. Dijagram toka za ilustraciju mogućih učinaka mikroplastike na ljudsko zdravlje [39]

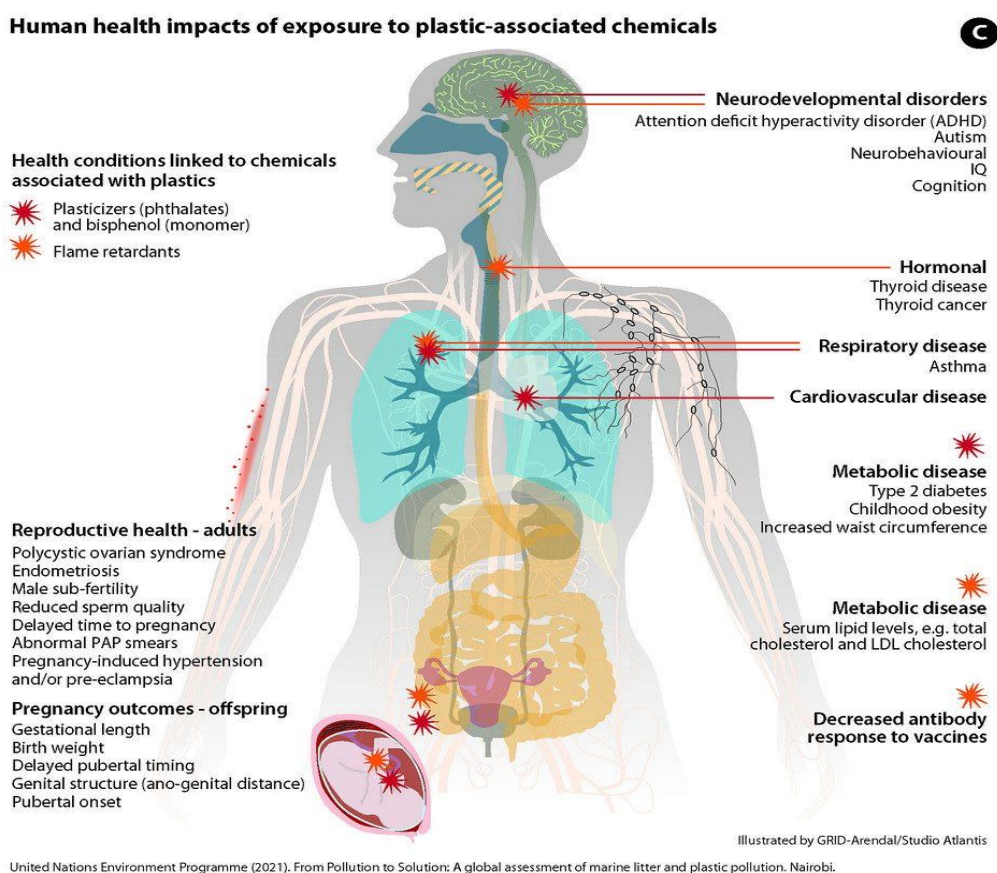
Plastični proizvodi štetni su za ljudsko zdravlje, kako u obliku čestica mikroplastike koje nastaju razgradnjom većih dijelova plastičnih proizvoda, tako i zbog kemikalija koje se nalaze u proizvodu, a koje mogu uzrokovati rak i druge zdravstvene probleme te ometati hormonalni sustav [24].

Svaka metoda zbrinjavanja i uklanjanja plastičnog otpada, kao što su spaljivanje i rasplinjavanje, oslobađa kisele plinove, organske tvari kao što su dioksini i furani te otrovne metale poput olova i žive u zrak, tlo i vodu. Posljedice su posebno pogubne za radnike u pogonima, ali i za okolne zajednice. [24]

Razgradnjom plastike u okoliš se oslobađaju sitne čestice koje ljudi mogu progutati ili udisati. To može uzrokovati probleme poput upala, genotoksičnosti, oksidativnog stresa, apoptoze i nekroze, što sve može dovesti do raka, bolesti srca, dijabetesa, moždanog udara i drugih potencijalno smrtonosnih ili kroničnih bolesti [24].

Najpoznatiji štetni spojevi iz plastike su:

- **Ftalat:** djeluje na hormonalni sistem što ima negativne posljedice za rad štitne žlijezde, reproduktivne organe žena i muškaraca te rezistenciju na inzulin.
- **Bisfenol A:** može utjecati na rad imunološkog sistema, rani pubertet, plodnost i promjene u ponašanju [41]. Slika 25. prikazuje kakav je utjecaj plastike na zdravlje ljudi.



Slika 25. Utjecaj plastike na zdravlje ljudi [25]

Plastika očito posvuda prijeti i ugrožava zdravlje ljudi. Važna istraživanja su otkrila čestice mikroplastike u uzorcima kiše, a postoji i istraživanje gdje je ustanovljeno kako vrlo vjerovatno svaki čovjek tjedno unosi prosječno 5 grama plastike, što je proporcionalno količini plastike u jednoj kreditnoj kartici [42].

Prije nepune dvije godine, čestice mikroplastike su po prvi puta pronađene u ljudskoj stolici, što je potvrdilo opasnost širenja sitnih čestica plastike u hranidbenom lancu te upozorilo na njihov potencijalno štetan utjecaj na zdravlje ljudi o čemu još uvijek nema dovoljno saznanja [42].

Razvijajući novu metodologiju, istraživači su analizirali 47 uzoraka tkiva pluća, jetre, slezene i bubrega dobivenih iz banje tkiva osnovane za proučavanje neurodegenerativnih bolesti, a njihovi rezultati pokazali su da je mikroplastika otkrivena u svakom uzorku. Na sveučilištu u Amsterdamu u Nizozemskoj prvi put su otkrili mikroplastiku u ljudskoj krvi, pri čemu su strane čestice pronađene kod 80 posto testiranih ljudi. Polovina ljudi je sadržavala PET plastiku, koja se obično koristi u bocama za piće, a trećina je sadržavala polistiren od kojeg se pravi ambalaža za hranu i druge proizvode. Četvrtina uzoraka krvi sadržavala je polietilen od kojeg se prave plastične vrećice. S obzirom na maleni uzorak dobrovoljaca, smatraju da je prerano donositi zaključke, ali dijele strah da bi plastika, ako je u krvotoku, mogla doprijeti do svih organa. Nedavna studija je pokazala da se mikroplastika može „zakačiti“ za vanjsku membranu crvenih krvnih zrnaca i ograničiti njihovu sposobnost prijenosa kisika [42].

Čestice su pronađene i u placentama trudnica. 2021. pronašli su mikroplastiku u posteljici, izražavajući veliku zabrinutost zbog mogućih posljedica na razvoj fetusa [42]

Još uvijek se ne može s apsolutnom sigurnošću potvrditi kakav utjecaj mikroplastika ima na zdravlje ljudi, ali ipak zabrinjava to što postoje dokazi da mikroplastika u laboratorijskim uvjetima uzrokuje oštećenje ljudskih ćelija. Tome treba pridodati činjenicu da čestice zagađenja zraka ulaze u tijelo i izazivaju milijune prijevremenih smrtnih ishoda godišnje [42].

### **9.1.1. Tipovi plastike opasni po naše zdravlje**

U cilju zaštite zdravlja potrebno je poznavati oznake na plastičnoj ambalaži, koje su uglavnom utisnute u vidu žiga ili istaknute na etiketama zalijepljenim na

ambalaži. Svaka vrsta plastike sadrži kemikalije koje mogu u manjoj ili većoj mjeri biti štetne za ljudsko zdravlje [41].

Tipovi plastike:

#### **1. PET ili PETE**

Ovu oznaku najčešće vidimo na flašicama s vodom ili sokovima. PET ambalaža je jednokratna i tako treba postupati s njom jer se višekratnim korištenjem ambalaža oštećuje, što povećava migraciju štetnih supstanci, kao i mikrobiološke kontaminacije.

#### **2. PE-HE, HDP ili HDPE**

Polietilen velike gustoće (HDPE) je tvrda, neprozirna i lagana plastika. Od ove plastike izrađuju se boce za ulje, sokove, mlijeko, boce za tečne deterdžente te igračke. Ova vrsta plastike se najčešće reciklira, a ujedno se smatra i najsigurnijom vrstom plastike, s obzirom na to da ne ispušta skoro nikakve kemikalije, te je pogodna za višekratnu upotrebu.

#### **3. PVC ili 3V**

S ciljem poboljšanja mehaničkih svojstava ove vrste plastike, proizvođači često prilikom proizvodnje dodaju tzv. plastifikatore, najčešće ftalate, koji ukoliko dospiju u organizam, remete rad hormona. Najčešće je vidljiva na pakiranjima ulja, prozirnim celofanima, pakiranjima baterija, lijekova, ali također i na igračkama za djecu i kućne ljubimce. Nemojte zagrijavati hranu upakiranu u plastičnu ambalažu!

#### **4. LDPE ili PE-LD**

Proizvodi s ovom oznakom su sigurni jer ne ispuštaju nikakve kemikalije u vodi. Smatra se bezopasnom, a najčešće se koristi za proizvodnju plastičnih vrećica, koje opet nisu bezopasne za okoliš.

#### **5. PP**

Poluprozirna, bijela plastika, sigurna za upotrebu, prikladna za recikliranje. Najčešće se koristi za pakiranje mliječnih proizvoda.








#### **6. PS**

Oznaka koju nalazimo na širokoj paleti proizvoda, a najčešće na pakiranjima hrane i pića, kao i jednokratnog pribora za jelo, a često je vidimo na plastičnim čašama za kavu. U vodu ispušta kancerogenu

supstancu stiren. Ova oznaka znači oprez jer se ne smije dugotrajno koristiti za spremanje grane i pića, a nikako zagrijavati jer ispušta kancerogene supstance.

## 7. PC ili OTHER

Ne postoji standardizacija o njenom ponovnom korištenju te je treba izbjegavati jer postoji velika opasnost od ispuštanja kancerogenih supstanci. Najnezdravija je vrsta ambalaže koja može doći u kontakt s hranom i pićem [41]. Slika 26. prikazuje tipove plastike opasne za naše zdravlje.

1 PET	2 HDPE	3 PVC	4 LDPE	5 PP	6 PS	7 OTHER
poli(etilen-tereftalat)	polietilen visoke gustoće	polivinil klorid	polietilen niske gustoće	polipropilen	polistiren	ostalo
plastične boce za piće i slična ambalaža	boce deterdženta, ulja, sokova, igračke i pojedine vrećice	igračke, ambalaža kemikalija, folije za pakiranje, prozor, vrata, namještaj	vrećice, folije za oblaganje papirnatih kutija	vrećice čipsa, slamke, čepovi, tanjuri, čašice za jogurt	plastično posuđe, razna kućišta, tvrda plastična ambalaža	PE, ABS, PA, PBT, CD-ovi
						
RECIKLIRA SE	DJELOMIČNO SE RECIKLIRA	NE RECIKLIRA SE	RECIKLIRA SE	DJELOMIČNO SE RECIKLIRA	NE RECIKLIRA SE	DJELOMIČNO SE RECIKLIRA

Slika 26. Tipovi plastike opasni po ljudsko zdravlje

## 9.2. Plastika u morskom okolišu

Otpad, tj. smeće u morima i oceanima pokazatelj je današnjega potrošačkog društva i našeg odnosa prema prirodnim resursima. Problem smeća u oceanima stvarao se desetljećima, a njegovo rješavanje će zahtijevati isto toliko vremena, uz ogromna financijska ulaganja [27]. Slika 27. prikazuje problem plastike na plažama i u kojim količinama se nakuplja.





Slika 27. Problem plastike [26]

Zbog velike upotrebe plastičnih proizvoda, ljudskog nemara i nepropisnog odlaganja, većinski dio proizvedene plastike završava u morima, oceanima, jezerima, tlu i svim ostalim sastavnicama okoliša, gdje štetno utječe na okoliš i žive organizme [39].

Pretpostavlja se da će se do 2050. godine u morima i oceanima nalaziti više plastike nego ribe. Prijenos mikroplastike kroz prehrambeni lanac u vodenom okolišu djelomično je razjašnjen, dok je dinamika u kopnenim prehrambenim lancima uglavnom nepoznata. Općenito, koncentracija mikroplastike u morima veća je uz obalu i u geografski „zatvorenijim“ morima (npr. Crno more, Jadransko more), negoli u oceanima. Prema količini zastupljenosti plastičnog otpada, Jadransko more je među najonečišćenijim morima u Europi. Tijekom vremena mikroplastika se taloži na dnu [39].

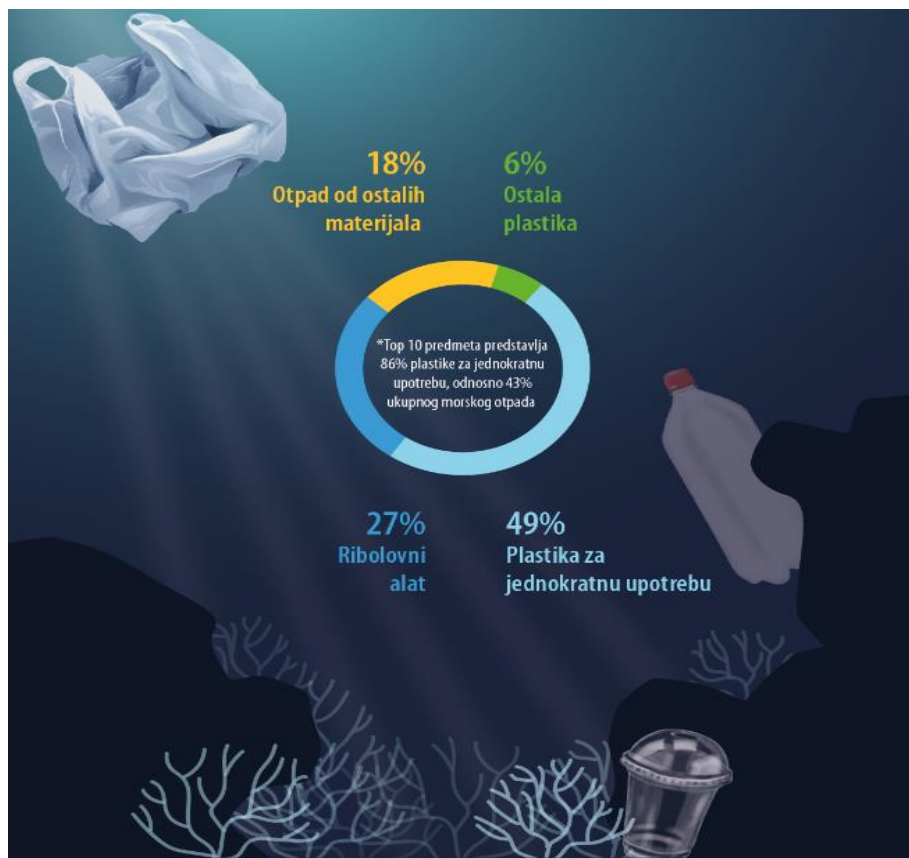
Ne samo da plastika zagađuje obale, nego i šteti morskim biljkama i životinjama koje se zaliću u veće komade plastike, a manje komade zamijene za hranu što može spriječiti normalno probavljanje hrane te dovesti do trovanja kemikalijama. Plastika ulazi u njihov organizam te u hranidbeni lanac koji uključuje i ljude [43]. Slika 28. prikazuje problem koje uzrokuje plastični otpad u morima.



Slika 28. Problem koji uzrokuje plastični otpad u morima [43]

Otpad u morima uzrokuje i ekonomske gubitke za sektore i zajednice koje ovise o morima, ali i za proizvođače: samo 5 posto vrijednosti plastičnih pakiranja ostaje u ekonomiji, dok je ostatak bačen [43].

Velik je broj vrsta otpada u morima. Oko 70 % otpada, kao što su staklo, metali, ribarska oprema i dr., potone na morsko dno. Slika 29. prikazuje morski otpad. Plastika naj češće ostaje plutati na površini, što je čini vrlo vidljivom u morskom okolišu. Otpad u morima nije samo estetski problem – on šteti ekosustavu oceana, živim bićima i ljudima. Oštećuje koraljne grebene i životinjske vrste koje žive na dnu oceana [27].



Slika 29. Morski otpad [43]

Posljednjih godina sve se češće objavljuju rezultati istraživanja koja izvještavaju o morskim pticama, kornjačama i ribama koje gutaju plastične otpatke koji ih ubijaju ili utječu na njihovo zdravlje. Većina plastičnih otpadaka su potrošački proizvodi, kao što su boce, čepovi ili spremnici koji su nepažljivo odbačeni, ali dio plastičnog otpada u morima predstavlja i plastični granulati koji je ušao u otpadne tokove i u oceane zbog neopreznog rukovanja u proizvodnji. Kada životinje pojedu granulati, ne mogu ga probaviti, što dovodi do pothranjenosti i izgladnjivanja [27]. Slika 30. prikazuje problem plastike u moru.



Slika 30. Plastika u moru [28]

Studije na životinjama ukazuju na to da gutanje mikroplastike može uzrokovati štetu organizmima putem njihove fizičke prisutnosti (abrazivni učinci koji dovode do upale, oksidativnog stresa i citotoksičnosti), njihovog kemijskog opterećenja (ispiranje aditiva ili adsorbiranih kemikalija iz okoliša uzrokujući reproduktivnu i razvojnu toksičnost ili izazivanje imunološkog odgovora) ili putem prisutnih mikroorganizama (patogeni koji uzrokuju infekciju ili nastajanjem mikroba otpornih na antimikrobne lijekove. [39]

## 10. ZAKLJUČAK

Što bolje i efikasnije gospodarenje otpadom prvi je korak prema kružnom gospodarstvu u kojem se većina otpada reciklira, popravlja, ponovo koristi ili oporablja. Koraci prema kružnom gospodarstvu smanjit će pritisak na okoliš, povećati sigurnost opskrbe sirovinama, povećati konkurentnost, inovativnost i rast te stvoriti radna mjesta. Neuređeni sustav gospodarenja otpadom negativno se odražava na sastavnice okoliša kao što su voda, zrak, more i tlo te na klimu, ljudsko zdravlje i drugi živi svijet. Osobito su ugrožene podzemne vode koje su glavni izvor zaliha pitke vode i temeljni nacionalni resurs. Potencijalno najveće štetno djelovanje može izazvati otpad (uključujući i opasni otpad) koji se gomila kod proizvođača otpada zbog mogućeg rizika za okoliš i ljudsko zdravlje.

Važnost očuvanja okoliša, u današnje vrijeme, velika većina stanovnika Zemlje još uvijek nije shvatila. Zemlja je naš izvor života. Ona nas hrani, iz nje crpimo vodu, i ona nam omogućava da dišemo. Neodgovornim ponašanjem prema otpadu dolazi do ugrožavanja okoliša, i na taj način indirektno dolazi i do ugrožavanja ljudi, a da toga ljudi nisu ni svjesni. Od velike je važnosti konačno osvijestiti stanovnike kako bi počeli razmišljati na koje načine ublažiti sve veću štetu prirodi ljudskim aktivnostima. Prva stvar koja može dovesti do promjene je krenuti od svakog pojedinca. Da pripazi na koji način postupa s otpadom, te provoditi edukacije stanovnika o pravilnom postupanju s otpadom. To je bitno za opstanak čovječanstva i za budućnost potomaka.

Prevenција dugoročno ostaje najučinkovitiji i najjeftiniji način za osiguravanje zdravih tala - te čišće vode i zraka – gledano dugoročno. Svaka inicijativa usmjerena na sprječavanje i smanjenje onečišćenja, od dizajna proizvoda, boljeg recikliranja, gospodarenja otpadom, plodoreda, precizne poljoprivrede i smanjene upotrebe pesticida i gnojiva, do čišćeg prijevoza i industrije, te na pružanje potpore nadležnim tijelima u provođenju učinkovitih mjera pridonijet će smanjenju pritiska na te vitalne ekosustave.

## 11. LITERATURA

- [1] Herceg N.: „Okoliš i održivi razvoj”, Synopsis d.o.o., Zagreb (2013.), ISBN 978-953-7035-81-5
- [2] Škugor T.: „Razvoj sustava primarne selekcije komunalnog otpada u gradu Osijeku”, specijalistički rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Institut Ruđer Bošković u Zagrebu, <http://zpio.unios.hr/wp-content/uploads/radovi/spec.rad/tihana.skugor.pdf>, pristupljeno 15.05.2022.
- [3] Kiš D., Kalambura S.: „Gospodarenje otpadom I”, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek (2018.), ISBN 978-953-7871-71-0
- [4] Margeta J.: „Upravljanje krutim komunalnim otpadom”, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split (2017.), ISBN 978-953-6116-71-3
- [5] „Program obrazovanja za stjecanje mikrokvalifikacija za gospodarenje otpadom”, Zagrebačko učilište, Ustanova za obrazovanje odraslih, <https://www.zagrebakouciliste.hr/programi/izobrazba-o-gospodarenju-otpadom/>, pristupljeno 15.05.2022.
- [6] Bikarac, „Odgovorno gospodarenje otpadom”, <http://www.bikarac.hr/?stranice=opcenito-o-gospodarenju-otpadom-asdasd&id=8>, pristupljeno 20.05.2022.
- [7] Kiš D., Milanović Z., Kalambura S.: „Gospodarenje otpadom III”, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera, Osijek (2019.), ISBN 978-953-7871-76-5
- [8] „Skupljam, slažem i savjesno otpad odlažem”, <https://ekojug.eu/novosti-projekta/multimedija-grafika.html>, pristupljeno 20.05.2022.
- [9] Zadarski list: „Zeleni otok u svakom kvartu”, <https://www.zadarskilist.hr/clanci/09082011/zeleni-otok-u-svakom-kvartu>, pristupljeno 25.05.2022.

- [10] Vodoopskrba i odvodnja, Zaprešić d.o.o., <https://komunalno.vio-zapresic.hr/gospodarenje-otpadom/unapredenje-sustava-gospodarenja-otpadom/zeleni-otok/>, pristupljeno 25.05.2022.
- [11] Zagrebački holding-podružnica Čistoća, <https://www.cistoca.hr/>, pristupljeno 25.05.2022.
- [12] Jutarnji list, „Recikliranje, ekologija i očuvanje našeg prekrasnog planeta”, <https://www.jutarnji.hr/domidizajn/savjeti/recikliranje-ekologija-i-ocuvanje-naseg-prekrasnog-planeta-10050184>, pristupljeno 25.05.2022.
- [13] Barčić D., Ivančić V.: „Utjecaj odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac”, Šumarski list, br. 7-8 (2010.), 347-359
- [14] Čuljak M.: „Utjecaj odlagališta otpada na koncentracije sumporvodika u zraku tijekom 2018. godine”, diplomski rad, Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, <https://repository.medri.uniri.hr/islandora/object/medri:3384>, pristupljeno 01.06.2022.
- [15] Europska agencija za okoliš: „Otpad: problem ili resurs”, <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/signali-2014/clanci/otpad-problem-ili-resurs>, pristupljeno 01.06.2022.
- [16] Dzdani S.: „Status Quo i politika zaštite okoliša grada Zagreba“, završni rad, Sveučilište u Karlovcu, <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vuka%3A2018/datastream/PDF/view>, pristupljeno 05.06.2022.
- [17] Injac N.; „Mala enciklopedija kvalitete”, OSKAR, Centar za razvoj i kvalitetu, Zagreb (2004.), ISBN 953-6619-03-2
- [18] Kalambura S., Kiš D., Guberac S.; „Gospodarenje otpadom II”, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J. J. Strossmayera Osijek, Osijek (2018.), Isbn 978-953-7871-74-1
- [19] Šušak D.: „Monitoring odlagališta”, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet,

<https://repozitorij.gfv.unizg.hr/islandora/object/gfv%3A438/datastream/PDF/view>  
pristupljeno 05.06.2022.

[20] Giusti L.: „A review of waste management practices and their impact of human health”, Waste management 29 (2009.), 2227-2239

[21] Sofilić T.: „Zdravlje i okoliš”, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak (2015.),

[https://bib.irb.hr/datoteka/783913.Tahir\\_Sofili\\_ZDRAVLJE\\_I\\_OKOLI\\_recenzirano.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/783913.Tahir_Sofili_ZDRAVLJE_I_OKOLI_recenzirano.pdf), pristupljeno 15.06.2022.

[22] Zdravlje za sve: „Utjecaj spalionica na zdravlje”, [http://zdravljezasve.hr/html/zdravlje05\\_ekologija2.html](http://zdravljezasve.hr/html/zdravlje05_ekologija2.html), pristupljeno 25.06.2022.

[23] Poslovni dnevnik: „Uloga spalionica u cjelovitom sustavu gospodarenja otpadom”, <https://www.poslovni.hr/hrvatska/uloga-spalionica-u-cjelovitom-sustavu-gospodarenja-otpadom-268845>, pristupljeno 25.06.2022.

[24] Eko vjesnik: „Plastika i ljudsko zdravlje”, Portal za održivi razvoj i uspješnu zajednicu, <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/1480/konacno-potvrdeno-plastika-je-smrtonosna>, pristupljeno 01.07.2022.

[25] Cook C., Halden R.: „Plastic waste and recycling”, The Biodesign Institute, Arizona State University, United State (2020.), ISBN 978-0-12-817880-5

[26] Greenpeace: „Kako je plastika zarazila svijet”, <https://www.greenpeace.org/croatia/kako-je-plastika-zarazila-svijet/>, pristupljeno 01.07.2022.

[27] Sokele Runajić M.: „Plastični otpad – globalni ekološki problem”, <https://hrcak.srce.hr/file/237826>, pristupljeno 01.07.2022.

[28] 24 sata, <https://www.24sata.hr/lifestyle/kornjace-jedu-plastiku-zato-sto-imirise-hrana-alge-i-mikrobi-680285>, pristupljeno 01.07.2022.

[29] Regionalni centar čistog okoliša, <https://rcco.hr/nacela-gospodarenja-otpadom/>, pristupljeno 15.06.2024.



- [30] Drmić A.: „Načela gospodarenja otpadom i njihovo značenje”, <https://hrcak.srce.hr/file/192967>, pristupljeno 15.06.2024.
- [31] Regionalni centar za gospodarenje otpadom „Šagulje”, <https://sagulje.hr/nacela-2/>, pristupljeno 15.06.2024.
- [32] Kompost.hr, <https://kompost.hr/propisi-i-zakoni/novo-istrazivanje-otkriva-velike-razlike-u-gospodarenju-otpadom-medu-zemljama-eu/>, pristupljeno 15.06.2024.
- [33] European Environment Agency – European Union, <https://www.google.com/imgres?q=recikliranje%20otpada%20EU&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fhr%2Fstamparija%2Fgraficki-informacije%2Fkoliki-dio-komunalnog-otpada-recikliramo%2F&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fhr%2Fstamparija%2Fgraficki-informacije%2Fkoliki-dio-komunalnog-otpada-recikliramo%2Fview&docid=rwyVQo65PMYJOM&tbnid=G6ThDI4qd9TSVM&vet=12ahUKEwiRzeO-2aaHAXXuB9sEHRmxDpAQM3oECBQQAA..i&w=1500&h=2118&hcb=2&itg=1&ved=2ahUKEwiRzeO-2aaHAXXuB9sEHRmxDpAQM3oECBQQAA>, pristupljeno 20.06.2024.
- [34] Europski parlament, „Održivo gospodarenje otpadom: što EU čini?”, [https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/4/story/20180328STO00751/20180328STO00751\\_hr.pdf](https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/4/story/20180328STO00751/20180328STO00751_hr.pdf), pristupljeno 20.06.2024.
- [35] Seminar.hr, Plan gospodarenja otpadom za razdoblje 2023. – 2028., <https://seminar.hr/gospodarenje-otpadom-2023-2028/>, pristupljeno 20.06.2024.
- [36] Hadzima Marijan: „Održivo gospodarenje komunalnim otpadom na razini jedinice lokalne samouprave”, <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vuka:1767/datastream/PDF/view>, pristupljeno 20.06.2024.
- [37] Tolić S., Ćosić I., Kos-Vukšić J., Krivohlavek A., Šikić S.: „Analiza i usporedbe različitih vrsta procjednih voda s odabranih odlagališta na području Republike Hrvatske i njihov utjecak na okoliš”, 14. Stručni sastanak laboratorija ovlaštenih

za ispitivanje voda, <https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/prilog-skup/637981>, pristupljeno 25.06.2024.

[38] Projektiranje i zaštita okoliša, „Aksijski plan za poboljšanje kvalitete zraka s obzirom na sumporovodik”, [https://opcina-viskovo.hr/sites/default/files/files/aksijski\\_plan\\_viskovo\\_za\\_javnu\\_objavu\\_0.pdf](https://opcina-viskovo.hr/sites/default/files/files/aksijski_plan_viskovo_za_javnu_objavu_0.pdf), pristupljeno 25.06.2024.

[39] Zavod za javno zdravstvo; „Utjecaj mikroplastike na ljudsko zdravlje”, <https://www.zzjzdnz.hr/zdravlje/okolis-i-zdravlje/utjecaj-mikroplastike-na-ljudsko-zdravlje>, pristupljeno 25.06.2024.

[40] Europski parlament; „Mjere EU za smanjenje plastičnog otpada”, <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20180830STO11347/mjere-eu-a-za-smanjenje-plasticnog-otpada>, pristupljeno 26.06.2024.,

[41] Institut za zdravlje i sigurnost hrane; „Plastična planeta, utjecaj plastike na zdravlje ljudi i okoliša”, <https://inz.ba/tipovi-plastike-opasni-po-nase-zdravlje/>, pristupljeno 26.06.2024.

[42] Bussines Magazine, „Posljedice mikroplastike u ljudskom organizmu”, <https://business-magazine.ba/2022/08/14/posljedice-mikroplastike-ljudskom-organizmu/>, pristupljeno 26.06.2024.

[43] Europski parlament; „Plastični otpad u morima, činjenice, posljedice i nova pravila EU-a”, <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20181005STO15110/plasticni-otpad-u-morima-cinjenice-posljedice-i-nova-pravila-eu-a>, pristupljeno 26.06.2024.

## 12. PRILOZI

### 12.1. Popis slika

Slika 1. Prikaz mjesta nastanka otpada [1].....	6
Slika 2. Prosječan sadržaj kućnog otpada [2].....	9
Slika 3. Gospodarenje otpadom i briga o okolišu [5] .....	10
Slika 4. Nova paradigma gospodarenja otpadom [6].....	13
Slika 5. Održivi sustav [31] .....	17
Slika 6. Red prvenstva u sustavu gospodarenja otpadom [3].....	18
Slika 7. Lanac životnog ciklusa: vađenje - proizvodnja - potrošnja - otpad (prema EEA, ETC Održiva potrošnja i proizvodnja [3] .....	19
Slika 8. Prikaz postupanja s otpadom [1] .....	20
Slika 9. Upute za razvrstavanje otpada [8] .....	23
Slika 10. Zeleni otok Zadar [9].....	24
Slika 11. Zeleni otok Zaprešić [10] .....	24
Slika 12. Reciklažno dvorište [11].....	25
Slika 13. Simbol recikliranja [12].....	26
Slika 14. Koliki dio komunalnog otpada recikliramo u EU [33].....	37
Slika 15. Glavna odredišta za otpad iz EU-a (u milijunima tonama) [34] .....	38
Slika 16. Zatvoreni krug upravljanja otpadom [7].....	40
Slika 17. "Divlje" odlagalište otpada [14] .....	48
Slika 18. Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac [12].....	49
Slika 19. Ilegalno odlagalište otpada na vodozaštitnom području jezera Savica u Zagrebu [16] .....	51
Slika 20. Širenje neugodnih mirisa sa odlagališta otpada [14] .....	55
Slika 21. Spalionica otpada [23] .....	61
Slika 22. Mikroplastika u vodenom okolišu [39].....	64
Slika 23. Problem ambalažnog otpada [40].....	65
Slika 24. Dijagram toka za ilustraciju mogućih učinaka mikroplastike na ljudsko zdravlje. [39].....	67
Slika 25. Utjecaj plastike na zdravlje ljudi [25] .....	68
Slika 26. Tipovi plastike opasni po ljudsko zdravlje .....	71

Slika 27. Problem plastike [26] .....	72
Slika 28. Problem koji uzrokuje plastični otpad u morima [43].....	73
Slika 29. Morski otpad [43] .....	74
Slika 30. Plastika u moru [28].....	75

## **12.2. Popis tablica**

Tablica 1 Popis kategorija otpada [3] .....	4
Tablica 2. Različiti industrijski procesi i generiranje opasnih tvari [18] .....	53
Tablica 3. Granične vrijednosti koncentracija sumporovodika u zraku obzirom na zaštitu kvalitete življenja [38] .....	59
Tablica 4. Maksimalne satne koncentracije H <sub>2</sub> S u zraku na području Općine Viškovo, izmjerena na AMP Mariščina [38] .....	59