

# TOKSIKOLOŠKI PROBLEMI KEMIJSKOG I MEDICINSKOG OTPADA

---

**Sambolić, Vinka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*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:128:462721>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-10**



**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 studij sigurnosti i zaštite

Vinka Sambolić

# **TOKSIKOLOŠKI PROBLEMI KEMIJSKOG I MEDICINSKOG OTPADA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Vinka Sambolić

# **TOXICOLOGICAL PROBLEMS OF CHEMICAL AND MEDICAL WASTE**

FINALPAPER

Karlovac, 2019.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Vinka Sambolić

# **TOKSIKOLOŠKI PROBLEMI KEMIJSKOG I MEDICINSKOG OTPADA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
dr.sc. Josip Žunić

Karlovac, 2019.



**U KARLOVCU**  
KARLOVAČ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
**VELEUČILIŠTE** Trg J.J. Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2019

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Vinka Sambolić

Matični broj: 0415615025

Naslov: Toksikološki problem kemijskog i medicinskog otpada

Opis zadatka: Razvojem industrije počinju se stvarati velike količine biološkog otpada, a razvojem kemije dolazi do stvaranja opasnog otpada. Glavna karakteristika opasnog otpada je toksičnost. Toksičnost je sposobnost kemijske tvari da izazove oštećenje živom organizmu. Cilj istraživanja je analiza proizvedene količine otpada biološkog podrijetla u EU i različitim zemljama EU: zemljama sa stoljetnom „parlamentarnom demokracijom“ (Njemačka, Francuska, UK, Italija, Norveška, Grčka, Austrija), zemljama bivšeg istočnog bloka (Poljska, Mađarska), te zemlje bivše Jugoslavije (Hrvatska, Slovenija, Srbija). Istraživanje je učinjeno retrospektivnom analizom prospektivne baze podataka EU- Eurostat.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

.....

.....

.....

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva :

## PREDGOVOR

## II.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći se navedenim izvorima podataka i stečenim znanjem za vrijeme studija.

Želim se zahvaliti svim profesorima koji su mi predavali tijekom mog školovanja i prenijeli dio svog znanja i iskustva.

Zahvaljujem se mentoru dr.sc. Josipu Žuniću na pruženoj pomoći i susretljivosti pri izradi završnog rada.

Posebno se zahvaljujem obitelji, prijateljima i kolegama na potpori i pomoći tijekom studija.

U završnom radu opisano je što je toksikološki otpad i podvrste toksikološkog otpada: kemijski otpad, radioaktivni otpad i medicinski otpad. Objasnjeno je koji su štetni učinci otpada na čovijeka i okoliš i kako propisno gospodariti otpadom.

Cilj istraživanja je analiza proizvedene količine otpada biološkog podrijetla u EU i zemljama Europe (Njemačka, Francuska, UK, Italija, Norveška, Grčka, Austrija, Poljska, Mađarska, Hrvatska, Slovenija te Srbiji).

KLJUČNE RIJEČI: otpad, toksikološki otpad, kemijski otpad, radioaktivni otpad, medicinski otpad, gospodarenje otpadom

## SUMMARY

This thesis describes what is toxicological waste and the types of toxicological waste, such as: chemical waste, radioactive waste and medical waste. It explains the harmful effects of waste on human population and the environment and suggest how to manage waste properly.

The aim of the research is to analyze the production of waste of biological origin in the EU and in different EU countries (Germany, France, UK, Italy, Norway, Greece, Austria, Poland, Hungary, Croatia, Slovenia, Serbia).

KEY WORDS: waste, toxicological waste, chemical waste, radioactive waste, medical waste, waste management

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD.....	1
2. OTPAD .....	2
3. TOKSIČNI OTPAD .....	3
4. KEMIJSKI OTPAD .....	7
4.1. Podjela kemijskog otpada.....	8
4.2. Karakteristike kemijskog otpada.....	9
4.3. Zaštita pri radu sa toksičnim kemijskim tvarima .....	11
4.4. Toksični kemijski spojevi u kućanskom otpadu .....	13
4.5. Postojana organska zagađivala.....	15
5. RADIOAKTIVNI OTPAD .....	18
5.1. Klasifikacija radioaktivnog otpada.....	20
5.2. Učinci radioaktivnog zračenja na čovjeka .....	22
5.3. Radioaktivni otpad u Hrvatskoj .....	25
5.4. Zaštita od radioaktivnog otpada.....	25
6. MEDICINSKI OTPAD.....	26
6.1. Sigurnost pri radu sa medicinskim otpadom.....	27
7. ISTRAŽIVANJE KOLIČINE PROIZVODNJE OTPADA .....	29



7.1. Cilj .....	29
7.2. Metoda .....	29
7.3. Rezultati .....	30
8. RASPRAVA .....	40
9. ZAKLJUČAK .....	46
10. LITERATURA .....	47
11. PROLOZI.....	49
11.1. Popis slika .....	49
11.2. Popis tablica .....	50
11.3. Popis grafikona .....	50

## 1. UVOD

Razvojem industrije počinju se stvarati velike količine biološkog otpada, a razvojem kemije dolazi do stvaranja opasnog otpada. Glavna karakteristika opasnog otpada je toksičnost. Toksičnost je sposobnost kemijske tvari da izazove oštećenje živom organizmu.

U kontaktu sa toksičnim tvarima smo svakodnevno, a hoće li neka tvar uzrokovati otrovanje ovisi o više čimbenika, u prvom redu o njezinim fizikalno-kemijskim svojstvima. Značajan je čimbenik otrovanja količina unesenog otrova. Količina koja uzrokuje oštećenje organizma, ali ne i smrt, naziva se otrovna (toksična) doza, a ona koja pod određenim uvjetima uzrokuje smrt naziva se smrtonosna.

Najveći problem toksičnog otpada je njegovo štetno djelovanje na okoliš i na ljude i kako propisno njime gospodariti. Ne odvajanjem i ne propisnim odlaganjem otpada, ljudi sami sebi, često ne svjesno, rade štetu kako sebi, tako i okolišu. Posljedice zagađenog okoliša očitavaju se na ljudima u obliku raznovrsnih bolesti od kojih mnoge dovode do smrtnih slučajeva.

## 2. OTPAD

Otpad je svaka tvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti.

Razvrstava se po:

### I. Agregatnome stanju:

- a)čvrsti
- b)tekući
- c)plinoviti

### II. Mjestu nastanka:

- a)komunalni otpad- otpad iz kućanstva, otpad koji nastaje čišćenjem javnih i prometnih površina, otpad sličan otpadu iz kućanstva koji nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima
- b)tehnološki otpad- nastaje u proizvodnim procesima, u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a po količini, sastavu i svojstvima razlikuje se od komunalnog otpada
- c)posebne vrste otpada- svaka vrsta otpada koja kod neodgovornog postupanja može uzrokovati onečišćenje prirode i okoliša, a posebno je opasno za ljudsko zdravlje

### III. Svojstvima:

- a) opasni- obuhvaća otpad koji sadrži jednu ili više karakteristika koje ga čine opasnim za život i zdravlje ljudi, okoliš ili imovinu osoba, a može potjecati iz industrije, poljoprivrede, ustanova (instituti, bolnice i laboratoriji).

Opasni otpad sadrži tvari koje imaju sljedeća svojstva: eksplozivnost, toksičnost, radioaktivnost, korozivnost, zapaljivost, kancerogenost, oksidirajuće, nadražujuće, nagrizajuće, mutageno ili zarazno djelovanje.

Razvrstava se kao:

- otrovne otpadne tvari – cijanidi, spojevi teških metala,
- zapaljive otpadne tvari – otpadna ulja, organska otapala,
- korozivne otpadne tvari – kiseline, baze,
- tvari zaraznog djelovanja – iz bolnica, i
- radioaktivni otpad

- b) neopasni- otpad koji ne sadrži niti jedno od svojstava koje sadrži opasni otpad i koji nema nikada značajne fizičke, kemijske i biološke promjene.
- c) inertni otpad- neopasni otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama. [1]

### 3. TOKSIČNI OTPAD

Pod pojmom „toksični otpad“, podrazumijevaju se opasne otpadne tvari koje mogu prouzročiti smrt ili opasnost za život, a produkt su industrijskih, kemijskih i bioloških procesa.

Otpad se smatra toksičnim, ako ima sljedeća svojstva :

- **Otrovno**

Otrovima se smatraju tvari prirodnog ili sintetskog podrijetla i proizvodi dobiveni od njih, koji uneseni u organizam ili u dodiru s njim mogu ugroziti zdravlje i život organizma ili štetno djelovati na okoliš.

Prema stupnju otrovnosti razvrstavaju se u tri skupine:

- vrlo jaki otrovi,
- otrovi,
- štetne tvari. [2]



Slika 1. Označavanje otrova [3]

- Radioaktivno

Radioaktivnost je spontano emitiranje alfa-čestica i beta- čestica iz tvari, često praćeno i emisijom gama elektromagnetskih valova, pri čemu kemijski elementi prelaze iz jednih u druge te se oslobađa energija u obliku kinetićke energije emitiranih čestica ili energije elektromagnetskih valova. [4]



*Slika 2. Znak za opasnost od radioaktivnosti [3]*

- Eksplozivno

Eksplozija je ekstremno brza kemijska reakcija praćena praskom, oslobađanjem velike kolićine topline i naglim povećanjem volumena zbog stvaranja plinovitih proizvoda. Osnovna je znaćajka eksplozije nagli skok tlaka u sredini gdje je ona izazvana i razarajući ućinak. [2]



*Slika 3. Piktogram eksplozivno [3]*

- Kancerogeno

Kancerogene tvari su one koje pod odgovarajućim okolnostima mogu izazvati zloćudnu preobrazbu stanice. Mogu biti kemijske, fizikalne i biološke, a većina kemijskih kancerogena djeluje tako što oštećuje deoksiribonukleinsku kiselinu (DNA). [2]

- Mutageno

Mutagene tvari su one koje potiču mutagenezu (proces nastanka mutacija). Djeluju na način da uzrokuju promjenu ili oštećenje u molekuli DNA, što dovodi do promjene kodirajućega slijeda nukleotida. Time se mijenja funkcija gena te svojstvo koje je tim genom određeno. U mutagene se ubrajaju mnogobrojni kemijski (npr. alkaloidi, peroksidi, formaldehid) i fizikalni čimbenici (npr. ionizirajuće i ultraljubičasto zračenje). [2]

- Teratogeno

Teratogenost je proces nastanka nakaznosti u ljudi, životinja i biljaka. Poremećaj embrionalnoga razvoja i nastajanje nakaznosti mogu uzrokovati različiti teratogeni čimbenici ili teratogeni poput lijekova, kemikalija, ionizirajuće zračenje, virusi, bakterije te nasljedni genski poremećaji (mutacije gena, anomalije kromosoma). [2]



*Slika 4. Piktogram kancerogeno, mutageno, teratogeno [3]*

- Bioakumulativno

Bioakumulativnost je proces gomilanja određenih toksičnih tvari u organizam do kojeg dolazi kada organizam gomila više toksičnih tvari nego što ih gubi.

Opasnost od toksičnih tvari dolazi iz mnogobrojnih proizvoda koje pronalazimo u kućanstvu poput:

- boja i otapala,
- automobilski otpad ( korišteno motorno ulje, antifriz i sl.),
- pesticidi (insekticidi, herbicidi, fungicidi i sl.),
- otpad koji sadrži živu ( termometri, fluorescente lampe i sl.),
- elektronički uređaji (računala, televizori, telefoni),
- sredstva za čišćenje,
- baterije.

Toksični otpad možemo podijeliti u 3 kategorije: kemijski otpad, radioaktivan otpad i medicinski otpad. [2]



*Slika 5. Toksični otpad [2]*

#### 4. KEMIJSKI OTPAD

Kemijski otpad je otpad koji sadrži opasne tvari, većinom proizveden od strane velikih tvornica. Pod opasnim kemijskim otpadom podrazumijevamo: krute, tekuće i plinovite tvari koje imaju karakteristike opasnog otpada ili su imenovane kao opasan otpad.

Karakteristike kemijskog opasnog otpada su: zapaljivost, korozivnost, reaktivnost i toksičnost. [2]



*Slika 6. Kemijski otpad [5]*

Opasne kemikalije mogu dospjeti u organizam:

- putem dišnih organa
  - kod trovanja udisanjem opasnih tvari (npr. plinova, para i dr.) dolazi do brzog upijanja otrova u plućima i krvi.
- Kroz kožu
  - mnoga otapala i razrjeđivači, poput trikloretilena, benzina, acetona i sl., odmašćuju kožu pa ona postaje suha i hrapava, podložna infekciji. Kromna kiselina i njezine soli uzrokuju stvaranje čireva na koži. Neke druge tvari, kao benzen i tetraetilolovo, mogu se upijati kroz kožu i tako uzrokovati kronična trovanja.



- Putem probavnih organa  
-putem nečistih ruku, prilikom jela ili pušenja, unose male količine otrova te nakon nekog vremena mogu nastati kronična trovanja. [2]



*Slika 7. Ulazak štetnih tvari u organizam [2]*

#### 4.1. Podjela kemijskog otpada

Kemijski otpad klasificiramo u 4 skupine: prikupljen kao opasni otpad, prikupljen kao neopasan otpad, univerzalan otpad i otpad siguran za odlaganje u odvođe i smeće.

Otpad koji je prikupljen kao opasni otpad vrlo je štetan za ljude i okoliš, a otpad koji je prikupljen kao neopasan, podrazumijevamo kemikalije koje nemaju karakteristike opasnog otpada, ali se ne mogu sigurno odlagati u odvođe i smeće.

Pod univerzalni otpad pripadaju fluorescentne žarulje, razne vrste baterija i uređaji koji sadrže živu, a natrijev klorid i određena sredstva za čišćenje su otpad siguran za odlaganje u odvođe i smeće. [6]

## 4.2. Karakteristike kemijskog otpada

Karakteristike kemijskog otpada su: zapaljivost, korozivnost, reaktivnost i toksičnost.

### **Zapaljivost**

Kemijski otpad se smatra opasnim ukoliko ima sljedeća svojstva zapaljivosti:

- tekuće kemikalije- kemikalije kojim je temperatura paljenja manja ili jednaka 60 °C, npr.: alkohol, organska otapala i mješavine koje sadrže organska otapala (npr. aceton), boje i mješavine koje sadrže boje i premazi i boje na bazi ulja.
- Krute kemikalije- kemikalije koje se pri standardnoj temperaturi i pritisku mogu zapaliti pomoću trenja, apsorpcijom vlage ili spontanim kemijskim promjenama npr. paraformaldehid ,parafinski vosak sa kiselinom.
- Komprimirani plin- npr. vodik, propan, butan, etin
- Oksidansi- klorat, klorit, nitrat, permagant, peroksid [6]

### **Korozivnost**

Kemijski otpad je korozivan ako je vodena otopina koja ima pH manje ili jednako 2, ili veće ili jednako od 12.5 i ako je tekućina koja nagriza željezo u razmjeru većem od 6.35 mm godišnje, npr. klorovodična kiselina, sumporna kiselina, dušična kiselina, natrijev hidroksid. [6]

### **Reaktivnost**

Reaktivan opasan otpad definira se kao materijal koji:

- je nestabilan u normalnim uvjetima i podliježe brzinskim promjenama bez eksplozije,
- reagira u kontaktu sa vodom, npr. natrij, natrijev borohidrid,
- reagira u kontaktu sa zrakom,
- ima svojstvo eksplozivnosti, npr. organski peroksid,
- cijanid i sulfid koji pri izloženosti od pH od 2 do 12.5 proizvodi toksične plinove i pare. [6]

## Toksičnost

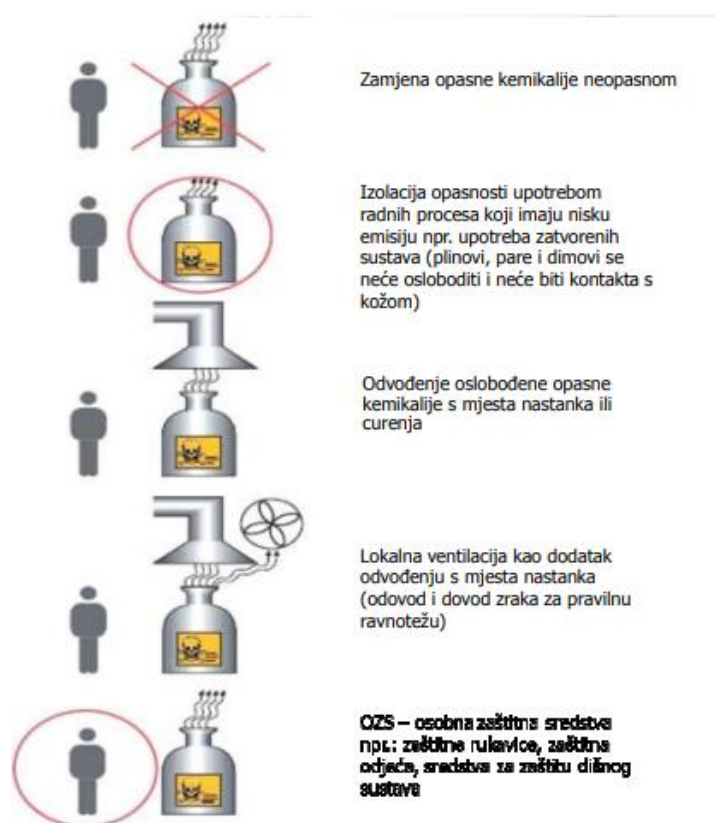
Kemijski otpad se smatra toksičnim ukoliko sadrži toksične tvari navedene u tablici:

Tablica 1. Štetne tvari i njihovo djelovanje na čovjeka [6]

ARSEN	Upotrebljava se u proizvodnji električnih mreža, kao sastojak pesticida, konzervator drveta, kancerogen.
KADMIJ	Može se pronaći u baterijama i plastici, može se udisati kao dim cigareta ili pojesti kao boja za hranu. Izloženost dovodi do oštećenja pluća, iritaciju probavnog traka i oštećenje bubrega.
KROM	Služi za: oblaganje cigla industrijskih peći, kao čvrsti metal za proizvodnju čelika, kromiranje, boje i pigmente, konzervator drva. Kancerogen, kod dužeg izlaganja izaziva kronični bronhitis i oštećuje plućno tkivo.
CIJANID	Šprice i bočice od lijekova mogu raširiti patogene i štetne mikroorganizme koji dovode do raznih bolesti.
OLOVO	Može se pronaći u baterijama, bojama i municiji, a kod udisanja ili gutanja može izazvati oštećenje živaca, reproduktivnog sustava i bubrega.
ŽIVA	Nalazi se u zubnim plombama i baterijama, izloženost dovodi do urođenih mana i oštećenje bubrega i mozga.
BARIJ	Svi spojevi barija koji su topljivi u vodi ili kiselinama su jaki otrovi. U vrlo malim količinama, barij se ponaša kao mišićni stimulans, dok kod većih količina djeluje na živčani sustav, uzrokujući nepravilnosti u radu srca, tremor, slabost, anksioznost, dispneju i paralizu.
SELENIJ	Koristi se u elektronici, upotrebljava se pri izradi fotoosjetljivih slojeva za fotokopiranje, u industriji guma, u proizvodnji katalizatora, za bojenje stakla, u velikim količinama je otrovan.

#### 4.3. Zaštita pri radu sa toksičnim kemijskim tvarima

Osobe koje barataju kemikalijama u sklopu njihovog posla, moraju pratiti protokol kojim se sprječava izloženost kemikalijama i minimalizira mogućnost prolijevanja ili nezgoda. Obavezna je uporaba osobnih zaštitnih sredstva. Uporabom digestora eliminira se rizik od udisanja opasnih kemikalija, a prostori za pohranu umanjuju rizik od požara i prolijevanja.[7]



Slika 8. Mjere zaštite [7]



Slika 9. Zaštitne rukavice [7]



*Slika 10. Zaštitno odijelo [7]*



*Slika 11. Digestor [7]*

Vrlo je važno kod sigurnosti pri baratanju sa kemikalijama napomenuti važnost zaštite okoliša od kemijske kontaminacije. Npropisno i nemarno odlaganje kemijskog otpada ima značajan utjecaj na okoliš poput zagađivanja vode, otrovanja divljih životinja i stvaranja toksičnih prostora koji nisu pogodni za život ljudima ni životinjama. [7]

#### 4.4. Toksični kemijski spojevi u kućanskom otpadu

*Tablica 2. Toksični kemijski spojevi i njihovo djelovanje [6]*

TOKSIČNI SPOJ	UPOTREBA	PROIZVODI	DJELOVANJE
DEET	Za odbijanje insekata.	Sredstva za zaštitu od insekata.	Neurotoksično (djeluje na živčani sustav).
GLIFOSAT	Za uklanjanje korova.	Komponenta raznih herbicida.	Povezan je s urođenim manama, oštećenjem DNA, hormonskim i neurološkim poremećajima, rakom.
FTALATI	Hlapljive tekućine koje se dodaju plastici za povećanje njihove mobilnosti.	Pronalazimo ih u plastičnoj ambalaži, igračkama, kozmetici.	Remete ravnotežu hormona (dovodi do feminiziranosti mušjaka), kancerogeno, povezano sa preuranjenom menopauzom i smanjenom plodnošću.
BISFENOL A	Za proizvodnju polikarbonatne plastike i poliepoksida.	Pronalazimo ih u plastičnoj ambalaži, bočicama za bebe, lećama za oči, CD-ima, elektroničkim uređajima...	Uzrokuju bolesti srca, dijabetes, probleme u razvoju mozga i hormona kod fetusa i djece, kancerogeno.

HLAPVI ORGANSKI SPOJEVI	Upotrebljavaju se u graditeljstvu i proizvodima za završnu obradu vozila.	Komponenta boja i lakova.	Oštećuju jetru, bubrege, živčani sustav, dišni sustav i izazivaju tumore.
POLIBROMIRANI DIFENIL ETERI	Kemijski aditivi koji se miješaju s polimerima pri proizvodnji plastike.	Služe za proizvodnju raznih proizvoda poput elektroničkih uređaja, namještaja, plastičnih dijelova automobila...	Povezani su sa poremećajima hormona, poteškoćama u razvoju i izazivanjem raka.
PERFLUORIRANE KEMIČALIJE	Upotrebljava za proizvodnju proizvoda koji su otporni na mrlje, masnoću i vodu.	Pronalazimo ih u neprijanjajućem posuđu za kuhanje (teflon) i tkaninama poput tepiha i navlaka za sofe, odjeće.	Štetne posljedice: utječu na pravilan rad štitnjače, samim time i na hormone, smanjuje plodnost kod oba spola.
FORMALDEHID	Bezbojan otrovan plin koji ima antibakterijska svojstva.	Pronalazimo u dezodoransima, lijekovima, sapunima, kozmetici i dr.	Otrovan je ako se proguta ili udiše, a nadražuje sluznicu i izaziva taloženje bjelančevina, te je kancerogen.
TRIKLOSAN	Rabi se za izradu antibakterijskih sapuna.	Antibakterijski sapuni.	Kada se triklosani miješaju s kloriranom vodom iz slavine, stvara se toksični plin kloroform.

#### 4.5. Postojana organska zagađivala

Postojana organska zagađivala vrlo su toksični spojevi otporni na razgradnju, netopivi u vodi, ali visoko topivi u mastima, što rezultira njihovom akumulacijom u masnim tkivima živih organizama. To su uglavnom organoklorni spojevi, sadržani u okolišu u vrlo malim koncentracijama koji se zrakom i vodom prenose na velike udaljenosti. Zbog opasnosti koju postojana organska zagađivala predstavljaju za okoliš, Stockholmska konvencija UN (na snazi od 17. 2. 2004.) uvela je obvezu sustavnog praćenja i nadzora nad proizvodnjom, uporabom i ispuštanjem postojanih organskih zagađivala spojeva u okoliš, uz trenutani prestanak njihove proizvodnje, a zatim i postupni prestanak njihove uporabe i smanjivanja ispuštanja.

Glavne kategorije postojanih organskih zagađivala su sljedeće:

- poliklorirani bifenili,
- dioksini i furani,
- pesticidi (diklordifenildikloretan, aldrin, dieldrin, klordan, lindan itd.). [6]

#### **Poliklorirani bifenili (PCB)**

Poliklorirani bifenili (PCB) predstavljaju grupu sintetskih organskih kemikalija, a sastoje se od ugljika, vodika i klora. Postoji 209 različitih PCB spojeva. Broj i raspored atoma klora u molekuli PCB-a određuje njihova fizikalna i kemijska svojstva. To su tekuća ulja ili voskovi, bezbojni ili blago žute boje, bez mirisa i okusa. Zbog svoje nezapaljivosti, kemijske stabilnosti, visokog vrelišta te svojstva električne izolacije, korišteni su široko u komercijalne svrhe u proizvodnji električnih i toplinskih vodiča i hidrauličke opreme, kao plastifikatori u bojama, proizvodnji plastike i proizvoda od gume, u proizvodnji pigmenata i boja i drugim industrijskim aplikacijama.

Primjena im je bila široka sredinom 20. stoljeća. Međutim, zbog visoke toksičnosti, postojanosti u okolišu (vrlo su stabilni spojevi) te sposobnosti bioakumulacije i biomagnifikacije, prepoznati su kao postojani organski zagađivači i zabranjeni u SAD-u odlukom kongresa 1979. te u svijetu Stockholmskom konvencijom o postojanim onečišćujućim organskim tvarima 2001. godine.

Postoje razni proizvodi koji mogu sadržavati PCB-e: izolacijski materijali (u transformatorima i kondenzatorima), elektronička oprema (regulatori voltaže, prekidači, elektromagneti i izolatori), motorna ulja te ulja koja se koriste u hidrauličkim



sistemima, kableske izolacije, razni toplinski izolatori (pjena, stakloplastika, filc, pluto), ljepljive trake, boje na bazi ulja, plastični materijali, brtve, lakovi za parket.

PCB-i mogu dospjeti u okoliš iz slabo održavanih odlagališta otpada, u slučajevima ilegalnom i neodgovarajućeg odlaganja otpada koji sadrže PCB-e, curenjem iz električnih transformatora, odlaganjem otpada koji sadrže PCB-e na gradska i druga odlagališta otpada koja nisu namijenjena obradi opasnog otpada te spaljivanjem otpada koji sadrži PCB-e.

PCB-i mogu uzrokovati razne negativne učinke na zdravlje, mogu uzrokovati karcinome (u većim koncentracijama) te mogu utjecati na imunitet, reproduktivne organe, živčani sustav, endokrini sustav i ostale organe. U organizam se mogu unijeti konzumacijom kontaminirane hrane (meso, riba, mlijeko i mliječni proizvodi), preko zagađenog zraka te kroz kožu. Lako se apsorbiraju u tijelu te se pohranjuju i akumuliraju u masnom tkivu. Međutim, negativni učinci na zdravlje nisu trenutni, nego se mogu pojaviti upravo zbog njihove akumulacije u organizmu, a ovise o količini PCB-a unesenoj u organizam, osjetljivosti organizma te o vremenskom periodu izloženosti.

[6]

### **Dioksini i furani**

Poliklorirani dibenzo-para-dioksini (PCDDs) i dibenzofurani (PCDFs) dvije su skupine vrlo stabilnih, tricikličkih aromatskih spojeva, sličnih po kemijskim i fizikalnim osobinama, a svi imaju osobitosti vezane uz bioakumuliranja u prehrambenom lancu. Neki od tih spojeva vrlo su toksični, teratogeni, mutageni i kancerogeni. Dioksini i furani razlikuju se međusobno samo po prisutnosti ili odsutnosti molekule kisika u svojoj strukturi, a uobičajeno se pod zajedničkim pojmom dioksini podrazumijevaju obje grupe tvari.

Dioksini su najrasprostranjenije toksične kemikalije u okolišu, koje su posljedica tehnoloških aktivnosti čovjeka. Nisu topivi u vodi, nego u mastima, stoga se akumuliraju u višim životinjskim vrstama, uključujući i čovjeka. Teško se razgrađuju, slabo su hlapljivi i vrlo postojani pa se lako prenose na velike udaljenosti uobičajenim mehanizmima transporta. Stoga ih se naziva transnacionalnim onečišćivačima okoliša.

Glavni izvori dioksina su sljedeći procesi:

- procesi sagorijevanja,
- procesi izbjeljivanja i kloriranja, te
- proizvodnje različitih drugih kemijskih tvari.

Kod industrijskih radnika izloženih djelovanju dioksina osobito često se registriraju:

- tumori (sarkomi) mekih tkiva,
- limfomi,
- karcinomi želuca.
- djelovanje na reproduktivne funkcije i teratogenost , kao i
- djelovanje na imunološki sustav, koji se uvijek iznova registriraju u ekperimentima na životinjama, dok kod ljudi nisu potvrđeni. [6]

## **Pesticidi**

Pesticidi su tvari namijenjene suzbijanju štetnika u poljoprivredi. Svi su otrovi, pa su prema Zakonu o zaštiti bilja svrstani na osnovi otrovnosti u tri skupine:

I – najjači otrovi, s natpisom *Vrlo jak otrov*, sa znakom mrtvačke glave. Njihova je prodaja zabranjena pojedincima.

II – jaki otrovi, s natpisom *Otrov*, sa znakom mrtvačke glave. Prodaju se uz propisanu evidenciju kupaca.

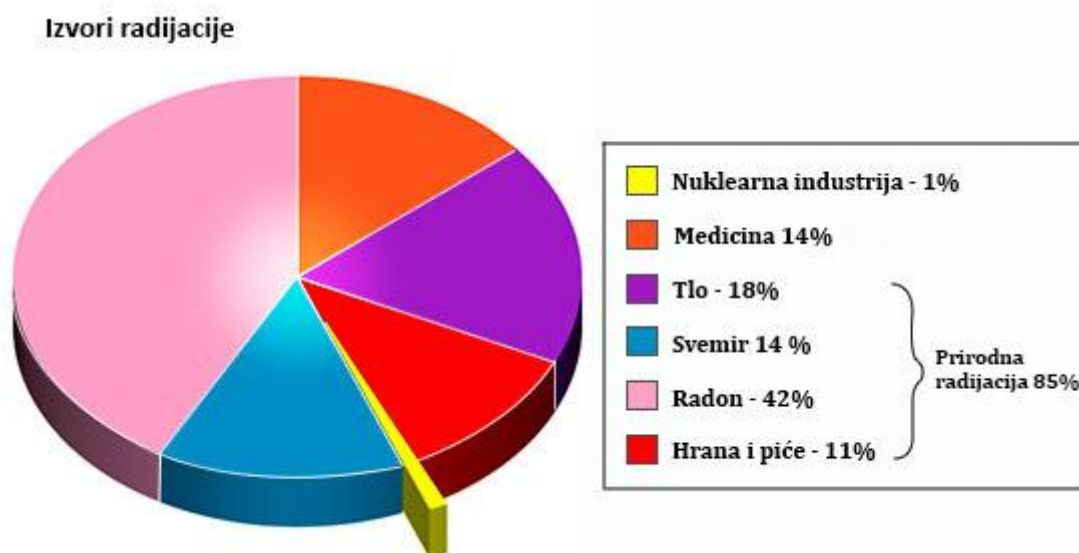
III – slabiji otrovi, s natpisom *Štetno po zdravlje* ili *Nadražujuće*, sa znakom Andrijina križa. Prodaju se u specijaliziranim trgovinama – poljoprivrednim ljekarnama.

Prema vrstama organizama za suzbijanje kojih se koriste, pesticidi su podijeljeni na: *insekticide*, sredstva za suzbijanje kukaca; *akaricide* za suzbijanje grinja; *nematocide* za suzbijanje oblića; *limacide* za suzbijanje puževa; *rodenticide* za suzbijanje glodavaca (miševa, voluharica, štakora, hrčaka i sl.); *korvicide* za odbijanje ptica; *fungicide* za suzbijanje gljivičnih bolesti; *herbicide* za uništavanje korova. Herbicidima pripadaju i *regulatori rasta* i *fiziotropi*, koji djeluju na usporavanje rasta, na skraćivanje duljine mladica, disanje i transpiraciju biljaka, te *fitohormon* za ukorjenjivanje reznica i dodatna sredstva za poboljšanje močenja i prijanjanja te pojačavanje djelovanja herbicida. [8]

## 5. RADIOAKTIVNI OTPAD

Radioaktivnost je naziv za svojstvo nekih vrsta atomskih jezgri da se same od sebe (spontano) mijenjaju ili dijele, i pri tome odašilju (emitiraju) čestice i prodorne elektromagnetske valove. Vrste jezgri koje su radioaktivne (kaže se i da su nestabilne) nazivaju se radionuklidima, a emitirane čestice i elektromagnetski valovi nazivaju se radioaktivnim zračenjem. Takve spontane promjene nestabilnih jezgri tradicionalno se nazivaju radioaktivnim raspadima.

Radioaktivno zračenje je ionizirajuće zračenje (kao što je i kozmičko i rendgensko zračenje, pa čak i ultraljubičasto zračenje). Ionizirajuće zračenje izbija elektrone iz atoma i molekula, zbog čega u tvarima nastaju pozitivno i negativno nabijene čestice (molekule ili njihovi dijelovi) – koje se nazivaju ionima. [9]



Slika 12. Izvori radijacije [9]

„Radioaktivni otpad je materijal koji sadrži prirodne radioaktivne nuklide i/ili nuklearnim reakcijama umjetno stvorene radionuklide u udjelima većima od prirodnih, a nema praktičnu primjenu. „ [9]



*Slika 13. Radioaktivni otpad [9]*

Radioaktivni otpad nastaje procesiranjem tvari (npr. plin, nafta, ugljen, minerali) koje sadrže radionuklide prirodnih uranijevih ili torijevih nizova te korištenjem radionuklida u dijagnostičke i terapijske svrhe u medicinskim ustanovama; industrija i znanstvenoistraživačke ustanove također stvaraju manje količine radioaktivnog otpada, a najveće količine nastaju kao posljedica aktivnosti svake od faza nuklearnog gorivog ciklusa.

Radioaktivni otpad nastaje u djelatnostima u kojima se koristi radioaktivno zračenje, a to su: energetika, poljoprivreda, znanost, industrija i medicina. Najveća količina radioaktivnog otpada nastaje radom nuklearnih elektrana i u fazama nuklearnog gorivnog ciklusa. Odustajanjem od prerade i recikliranja nuklearnog goriva, istrošeni gorivni elementi postali su radioaktivni otpad. Osim istrošenog goriva, nuklearne elektrane svakodnevno proizvode radioaktivni otpad koji se naziva i pogonski otpad koji uključuje različite dijelove opreme (ventili, cijevi, manometri), otpad nastao pročišćavanjem vode i plinova (filteri) te različitu zaštitnu opremu (rukavice, kombinezoni).

U medicini radioaktivni otpad nastaje korištenjem radioaktivnih materijala i ionizirajućih zračenja za liječenje ili dijagnozu bolesti. Takav radioaktivni otpad traži poseban tretman. Posude koje sadržavaju kontaminirani materijal pohranjuju se sve dok njihova aktivnost ne padne ispod dopuštenih granica.

Razvojem znanosti došlo je do smanjenja količine radioaktivnog otpada zbog smanjenja upotrebe dugoživućih izotopa. U industriji RAO se javlja u obliku istrošenih gromobrana i detektora dima te ostalih uređaja koji nisu u upotrebi, a sadrže radioaktivne izvore. Pri izvođenju eksperimenata u znanstvenoistraživačkim institutima također nastaje radioaktivni otpad zbog korištenja izvora ionizirajućeg zračenja. [9]

### 5.1. Klasifikacija radioaktivnog otpada

Pri klasifikaciji radioaktivnog otpada utvrđuje se koliko će vremena otpad biti radioaktivan, koliki je udjel radioaktivnoga materijala u otpadu i stvara li otpad toplinu. Međunarodno su prihvaćene sljedeće kategorije radioaktivnog otpada: vrlo nisko, nisko, srednje i visoko radioaktivan otpad.

- *Vrlo nisko radioaktivni otpad* sadrži zanemarivu specifičnu aktivnost pa nije opasan za okoliš i zdravlje pučanstva i može se zbrinjavati na isti način kao i standardni komunalni otpad.
- *Nisko radioaktivni otpad* sadrži malu specifičnu aktivnost i zanemariv udjel radionuklida s dugim vremenom poluraspada. Stvara se u medicinskim ustanovama, industriji i nuklearnom gorivom ciklusu. Pri rukovanju i transportu toga otpada nije potrebno koristiti štitove od nuklearnoga zračenja. Radi smanjivanja volumena otpad se kompaktira ili spaljuje. Konačno zbrinjavanje provodi se odlaganjem u površinsko odlagalište (plitko pokapanje).
- *Srednje radioaktivni otpad* sadrži veću specifičnu aktivnost pa je pri rukovanju i transportu potrebno koristiti štitove od nuklearnoga zračenja. Nastaje u pogonu nuklearnih reaktora i pri razgradnji nuklearnih elektrana. Otpad se prvo solidificira u betonu ili bitumenu, a konačno zbrinjavanje ovisi o vremenu poluraspada prisutnih radionuklida. Otpad koji sadrži radionuklide s kratkim vremenom poluraspada zbrinjava se u površinskom odlagalištu, dok se otpad s radionuklidima s dugim vremenom poluraspada zbrinjava u dubokim podzemnim odlagalištima.
- *Visoko radioaktivni otpad* sadrži velik udjel radionuklida u obliku fisijskih produkata i transuranijskih elemenata koji se stvaraju u jezgri reaktora. Taj otpad stvara i značajnu količinu topline, tako da se prije konačnoga zbrinjavanja treba godinama hladiti.

Pojavljuje se u dva oblika: kao istrošeno gorivo koje se ne prerađuje i kao fizijski produkti dobiveni preradbom istrošenoga goriva. Prije konačnoga zbrinjavanja svaki od tih dvaju oblika valja posebno obraditi. Istrošeno se gorivo radi hlađenja i smanjenja radioaktivnosti privremeno pohranjuje (na 20 do 50 godina) na lokaciji nuklearne elektrane u bazenu za istrošeno gorivo i u suhim betonskim ili željeznim spremnicima. Fisijski produkti najprije se prevode u čvrsti oblik njihovom ugradnjom u posebnu vrstu borosilikatnoga stakla (vitrifikacija), a zatim se radi hlađenja i smanjenja radioaktivnosti pohranjuju u privremenom odlagalištu. Konačno se zbrinjavaju odlaganjem u stabilne geološke formacije na dubini od 500 do 1000 m. [9]



Slika 14. Klasifikacija otpada [9]

Dodatno, nisko i srednjeradioaktivni otpad možemo podijeliti s obzirom na agregatno stanje na:

- plinoviti – radioaktivni plinovi koji se do raspadanja čuvaju u posebnim spremnicima
- tekući – tekućine kontaminirane radionuklidima; za smanjenje volumena koristi se filtriranje, isparavanje i sušenje u bačvi (zagrijavanjem bačve izvlači se voda) i tako nastaje čvrsti i suhi talog.
- čvrsti – kontaminirane otpadne tvari (plastika, papir, krpe, osobna zaštitna oprema, alati i filterski ulošci) [9]

## 5.2. Učinci radioaktivnog zračenja na čovjeka

Mogući načini ozračivanja su:

- akutno – u kratkom vremenskom intervalu (impulsno)
- kronično – u duljem vremenskom intervalu
- lokalno – ozračen određen organ
- totalno – cijelo tjelesna ozračenost.

Zračenju možemo biti izloženi na dva načina:

- unutarnje (izvor zračenja je u živom organizmu, te se to naziva interna kontaminacija),
- vanjsko (izvor zračenja je izvan tijela te može biti ozračeno cijelo tijelo ili samo određeni dio tijela)

Učinke zračenja dijelimo na somatske i genetske. Somatski učinci pojavljuju se na ozračenoj osobi, a genetski kod potomaka.

Pojedini dijelovi tijela su posebno pogođeni izloženosti različitim vrstima zračenja. Nekoliko faktora uključeno je u utvrđivanje potencijalnih zdravstvenih učinaka izloženosti radijaciji.

Oni uključuju:

- dozu (količina energije pohranjene u tijelu),
- sposobnost zračenja da naštetiti ljudskim tkivima,
- koji organi su pogođeni.

Najvažniji čimbenik je doza - količina energije pohranjene u tijelu. Što se više energije apsorbira u stanice, veća je šteta. Apsorbirana doza je količina energije koja se apsorbira po gramu tkiva. [9]

*Tablica 3. Djelovanje zračenja na čovjeka [9]*

Kosa	Gubljenje kose se događa kod izloženosti radijaciji na 200 REM-a ili više.
Mozak	Izlaganje radijaciji od 5.000 REM-a ili većoj može oštetiti mozak. Zračenje ubija živčane stanice i male krvne žile, a može uzrokovati napadaje i trenutnu smrt.
Štitnjača	Štitnjača je osjetljiva na radioaktivni jod. U dovoljnim količinama, radioaktivni jod može uništiti cijelu ili dio štitnjače.
Krvni sustav	Kada je osoba izložena radijaciji od oko 100 REM-a, broj limfocita u krvi će smanjiti, ostavljajući žrtvu osjetljiviju na infekcije.



Srce	Intenzivna izloženost radioaktivnom materijalu od 1.000 do 5.000 REM-a će učiniti neposrednu štetu na male krvne žile i vjerojatno uzrokovati zatajenje srca i smrt.
Gastrointestinalni trakt	Oštećenje probavnog trakta izaziva mučninu, povraćanje i krvavi proljev. To se događa kada je žrtva izložena zračenju od 200 REM-a ili više. Zračenje će početi uništavati stanice u tijelu koje se brzo dijele. To uključuje krv, gastrointestinalni trakt, reproduktivni sustav i stanice kose, DNK i RNK preživjelih stanica.
Reproduktivni trakt	Zbog toga što se stanice reproduktivnog trakta brzo dijele, ti dijelovi tijela mogu biti oštećeni nižim razinama kao što je 200 REM, a posljedica je leukemija, rak i druge bolesti.
Bolesti krvi	Dolazi do anemije kod osoba izloženih zračenju.
Maligni tumori	Oboljenje od leukemije, karcinom štitnjače, rak dojke, rak pluća...

### 5.3. Radioaktivni otpad u Hrvatskoj

Republika Hrvatska, kao zemlja članica EU, ima obvezu zbrinuti RAO i iskorištene izvore ionizirajućeg zračenja koji su nastali 60-godišnjom primjenom izvora ionizirajućeg zračenja u medicini, industriji, znanosti, vojnoj i javnoj uporabi. Također, Republika Hrvatska je u skladu s Ugovorom između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Republike Slovenije o uređenju statusnih i drugih pravnih odnosa vezanih uz ulaganje, iskorištavanje i razgradnju Nuklearne elektrane Krško obvezna zbrinuti polovicu RAO-a i istrošenog nuklearnog goriva iz NE Krško.

Kako bi se na sustavan način organiziralo zbrinjavanje navedenog otpada, u Republici Hrvatskoj uspostaviti će se Centar za zbrinjavanje RAO-a. U Centru će se najprije uspostaviti središnje skladište za RAO i iskorištene izvore iz Hrvatske, a potom i dugoročno skladište za RAO iz NE Krško. Na istoj lokaciji provodit će se detaljni istražni radovi za izgradnju budućeg odlagališta RAO-a.

U Hrvatskoj postoje dva skladišta institucionalnog RAO-a: skladište u sklopu Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada i skladište Instituta Ruđer Bošković. Oba se nalaze u Zagrebu i oba su sanirana i zatvorena, a otpad u njima kondicioniran i pohranjen u spremnicima. Manje količine RAO skladište se u privremenim skladištima u institucijama u kojima nastaju. [9]

### 5.4. Zaštita od radioaktivnog otpada

Prostor, uređaji i postrojenja u kojima su smješteni izvori ionizirajućeg zračenja ili se obavljaju djelatnosti s izvorima ionizirajućeg zračenja, izvori ionizirajućeg zračenja, zaštitna oprema i osobna zaštitna oprema, moraju ispunjavati uvjete kojima se osiguravaju mjere sigurnosti izvora te zaštita ljudi i okoliša od ionizirajućeg zračenja i od onečišćenja radioaktivnim tvarima.

Izloženi radnici obvezni su tijekom rada provoditi sve propisane i uobičajene mjere samozaštite od ionizirajućeg zračenja kao i zaštite drugih osoba, koristiti zaštitnu opremu i uređaje za mjerenje osobnoga ozračenja, te koristiti sve druge potrebne mjere za zaštitu od ionizirajućeg zračenja. [10]

## 6. MEDICINSKI OTPAD

Medicinski otpad je otpad nastao prilikom pružanja njege, zaštite i očuvanja zdravlja ljudi i/ili životinja; otpad nastao u istraživačkim djelatnostima kao i otpad nastao prilikom pružanja različitih usluga kod kojih se dolazi u kontakt s krvlju i/ili izlučevinama ljudi i/ili životinja. [10]



*Slika 15. Medicinski otpad [3]*

Prema svojstvima, medicinski otpad može biti:

Pataloški otpad- dijelovi ljudskog tijela – amputati, tkiva i organi odstranjeni tijekom kirurških zahvata, tkiva uzeta u dijagnostičke svrhe, placente i fetusi, pokusne životinje i njihovi dijelovi.

Oštri predmeti- svi predmeti koji mogu prouzročiti ubod ili posjekotinu uključujući igle, skalpele, lancete, staklo, britvice I dr.

Infektivni otpad- otpad koji sadrži patogene biološke agense koji zbog svojeg tipa, koncentracije ili broja mogu izazvati bolest u ljudi koji su im izloženi – kulture i pribor iz mikrobiološkog laboratorija, dijelovi opreme, materijal i pribor koji je došao u dodir s krvlju ili izlučevinama infektivnih bolesnika ili je upotrijebljen pri kirurškim zahvatima, previjanju rana i obdukcijama, otpad iz odjela za izolaciju bolesnika, otpad iz odjela za dijalizu, sistemi za infuziju, rukavice i drugi pribor za jednokratnu uporabu, te otpad koji je došao u dodir s pokusnim životinjama kojima je inokuliran zarazni materijal, itd.

Farmaceutski otpad- uključuje farmaceutske proizvode, lijekove i kemikalije koji su vraćeni s odjela gdje su bili proliveni, rasipani, pripremljeni a neupotrijebljeni, ili im je istekao rok uporabe ili se trebaju baciti iz bilo kojeg razloga.

Kemijski otpad- odbačene krute, tekuće ili plinovite kemikalije koje se upotrebljavaju pri medicinskim, dijagnostičkim ili eksperimentalnim postupcima, čišćenju i dezinfekciji. Dijeli se na opasni kemijski otpad – toksične, korozivne, lako zapaljive, reaktivne i genotoksične tvari i inertni kemijski otpad koji nema navedena svojstva.

Radioaktivan otpad- uključuje radioaktivnu terapijsku tekućinu i tekućine korištene za istraživanja, a podliježe posebnim propisima.

Citotoksični i citostatski otpad- opasni medicinski otpad koji nastaje zbog primjene, proizvodnje i pripravljanja farmaceutskih tvari s citotoksičnim i citostatskim efektom, uključivo primarnu ambalažu i sav pribor korišten za pripremu i primjenu takvih tvari.

Uz gore navedeni opasni otpad u zdravstvenim ustanovama nastaje i inertni medicinski otpad. On nije opasan i po svom sastavu je sličan komunalnom otpadu, a nastaje u kuhinjama, restoranima, uredima itd. Zbrinjava se kao komunalni otpad jer nije nastao pri medicinskim postupcima i ne predstavlja rizik za zdravlje i okoliš.

Ukoliko se nepropisno odlaže, medicinski otpad predstavlja opasnost za medicinsko osoblje, osobe koje barataju otpadom i opću populaciju. Opasan medicinski otpad može prouzročiti djelovanje mikroorganizama, izazvati radijacijske opekotine, otrovanja, zagađenje i druge opasnosti. [10]

#### 6.1. Sigurnost pri radu sa medicinskim otpadom

Osobe koje su u kontaktu s opasnim infektivnim otpadom moraju poznavati načela zaštite na radu i sigurnosti radnika. Osoblje mora proći odgovarajuću obuku koja će osigurati da osoblje razumije potencijalne opasnosti vezane uz medicinski otpad i da shvati važnost korištenja zaštitne opreme i provođenja osobne higijene.

Obuku trebaju proći svi zaposlenici koji su izloženi riziku, a to su medicinsko osoblje, spremačice i radnici koji su zaduženi za održavanje postrojenja za obradu otpada te oni koji rukuju medicinskim otpadom i rade na njegovom odlaganju.

Gospodarenje medicinskim otpadom podrazumijeva razvrstavanje i skupljanje na mjestu nastanka u ambalažu koja je prilagođena svojstvima otpada, količini, načinu skladištenja, prijevoza i obrađivanja.

Spremnici za skupljanje opasnog medicinskog otpada moraju biti otporni na djelovanje opasnih svojstava otpada i moraju dobro podnositi uobičajene uvjete prilikom prijevoza, poput promjena temperature, tlaka i vlažnosti i vibracija. Zarazni medicinski otpad mora se na mjestu nastanka odvojiti i skupiti u hermetički zatvorne spremnike otporne na probijanje i istjecanje tekućina. U privremeno skladište se prevozi bez premještanja u druge spremnike i na način koji onemogućava kontakt ljudi s otpadom. Spremnici moraju biti označeni natpisom koji sadrži sve potrebne informacije i koji mora biti točno određene veličine ( 70 x 75 milimetara). [10]



Slika 16. Spremnici za odlaganje medicinskog otpada [12]

## **Skladištenje medicinskog otpada**

Medicinski otpad se na mjestu nastanka mora skladištiti u privremeno, natkriveno i zaključano skladište koje je odvojeno od osnovne djelatnosti i u kojem je spriječen dotok oborinskih voda.

Zarazni medicinski otpad smije se držati najduže 15 dana na temperaturi od +8 °C, ili osam dana na temperaturi od +8 do + 15 °C.

## **Prijevoz medicinskog otpada**

Kad je u pitanju prijevoz opasnog medicinskog otpada, on se mora prevoziti vozilima u kojima temperatura ne prelazi +15 °C, na način koji sprječava direktan kontakt ugroženih osoba s otpadom. Tijekom isporuke se ne smije premještati u druge spremnike ili naknadno razvrstavati.

Medicinski otpad može se obrađivati direktnim spaljivanjem ili sterilizacijom i usitnjavanjem. Što se spaljivanja tiče, u Hrvatskoj ne postoje spalionice otpada pa se otpad koji sadrži štetne kemijske tvari, i mora se izravno spaljivati, izvozi izvan Hrvatske. [10]

## **7. ISTRAŽIVANJE KOLIČINE PROIZVODNJE OTPADA**

### **7.1. Cilj**

Cilj istraživanja je analiza proizvedene količine kemijskog i medicinskog otpada u EU i različitim zemljama EU (Njemačka, Francuska, UK, Grčka, Italija, Austrija), zemljama bivšeg „istočnog bloka“ sada članicama EU (Poljska, Mađarska), te u Hrvatskoj, Srbiji i Sloveniji.

### **7.2. Metoda**

Istraživanje je učinjeno retrospektivnom analizom prospektivne baze podataka EU-Eurostat. Analizirani su podaci: ukupno proizvedena količina otpada u 28 zemalja EU, Njemačkoj, Francuskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu, Grčkoj, Italiji, Mađarskoj, Austriji, Poljskoj, Norveškoj, Hrvatskoj, Sloveniji, Srbiji. Količina otpada izražena je u tonama proizvedenog otpada tijekom jedne godine. Analizirana je proizvedena količina otpada u: 2012., 2014., 2016.-toj godini.

### 7.3. Rezultati

U Tablici 4. prikazana je ukupna količina otpada proizvedena navedenim zemljama EU i nekim zemljama izvan EU. Zapaža se porast količine ukupnog otpada tijekom navedenog razdoblja u zemljama EU. Isto se zapaža u Italiji, Austriji, Poljskoj i UK. Međutim, u Grčkoj je tijekom 2014. godine proizvedeno manje otpada nego u 2012. i 2016.-toj godini. Postavlja se pitanje: da li je proizvedeno manje otpada ili je zakazala izmjera količine proizvedenog ukupnog otpada. U Francuskoj tijekom navedenog razdoblja, iz godine u godinu, otpada količina proizvedenog ukupnog otpada. U Hrvatskoj se količina proizvedenog otpada značajno povećava. U Mađarskoj i Sloveniji je količina ukupno proizvedenog otpada značajno manja u 2016.-toj godini. U Norveškoj i Srbiji se količina proizvedenog otpada smanjuje tijekom promatranog razdoblja.

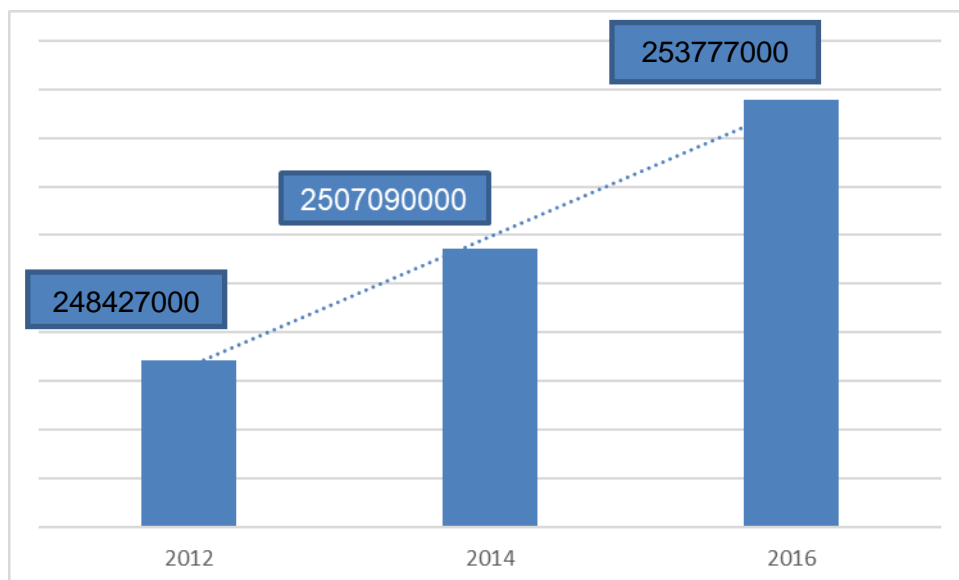
*Tablica 4. Ukupna količina proizvedenog otpada izražena u tonama [13]*

DRŽAVE	2012.	2014.	2016.
EU (28 država)	2484270000	2507090000	2537770000
NJEMAČKA	368022172	387504241	400071672
GRČKA	72328280	69758868	72358026
FRANCUSKA	344731922	324462969	323474270
HRVATSKA	3368714	3724563	5277598
ITALIJA	154427046	157870348	163995048
MAĐARSKA	16310151	16650639	15938077
AUSTRIJA	48045089	55868298	61225037
POLJSKA	162382959	179179899	182005677
SLOVENIA	4546506	4686417	5494362
UK	241690407	263319476	277254977
NORVEŠKA	10720872	10614912	11131594
SRBIJA	55002574	49128310	48965314

Grafikon 1. Ukupna količina otpada u zemljama Europe (tone) [13]

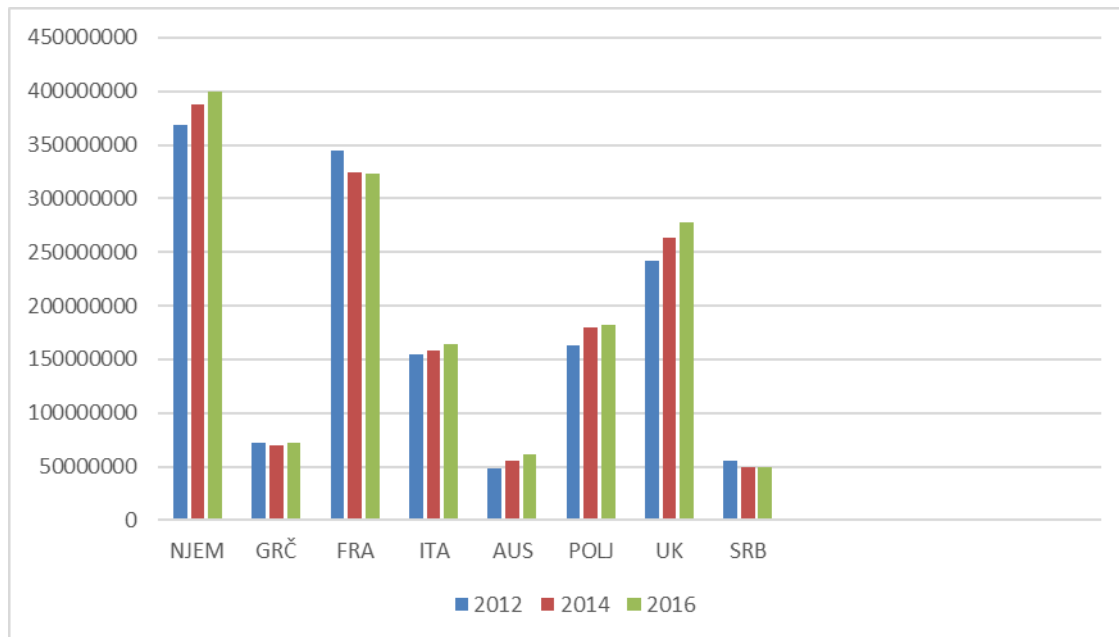


Grafikon 2. Ukupna količina otpada u zemljama EU (tone) [13]

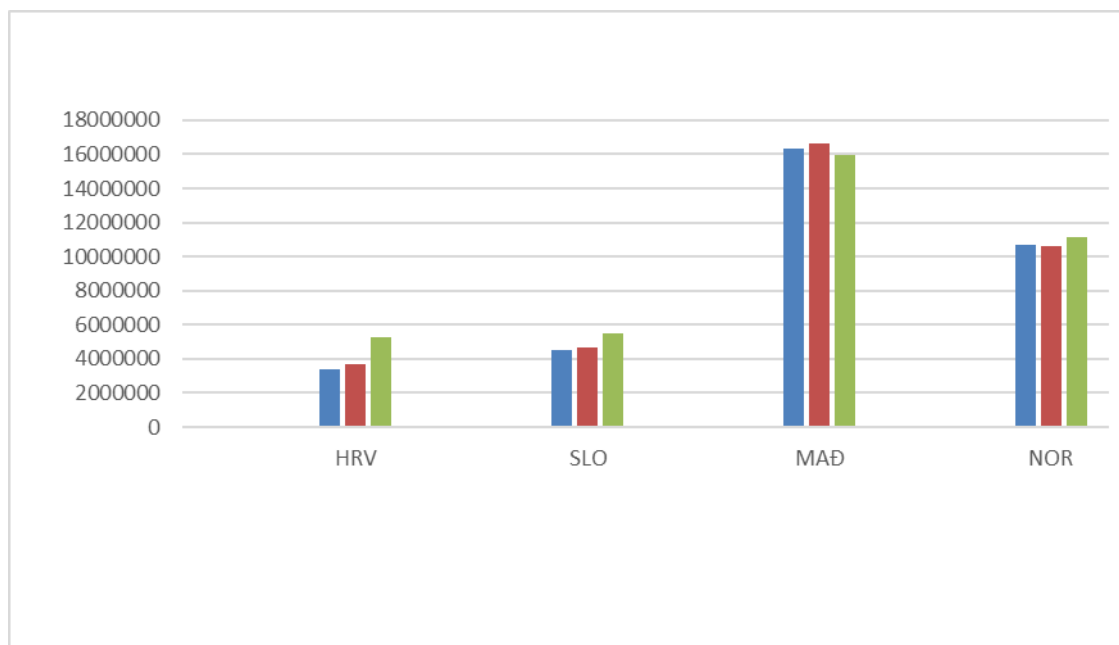




Grafikon 3. Količina otpada u pojedinim zemljama Europe (tone) [13]



Grafikon 4. Količina otpada u pojedinim zemljama Europe (tone) [13]

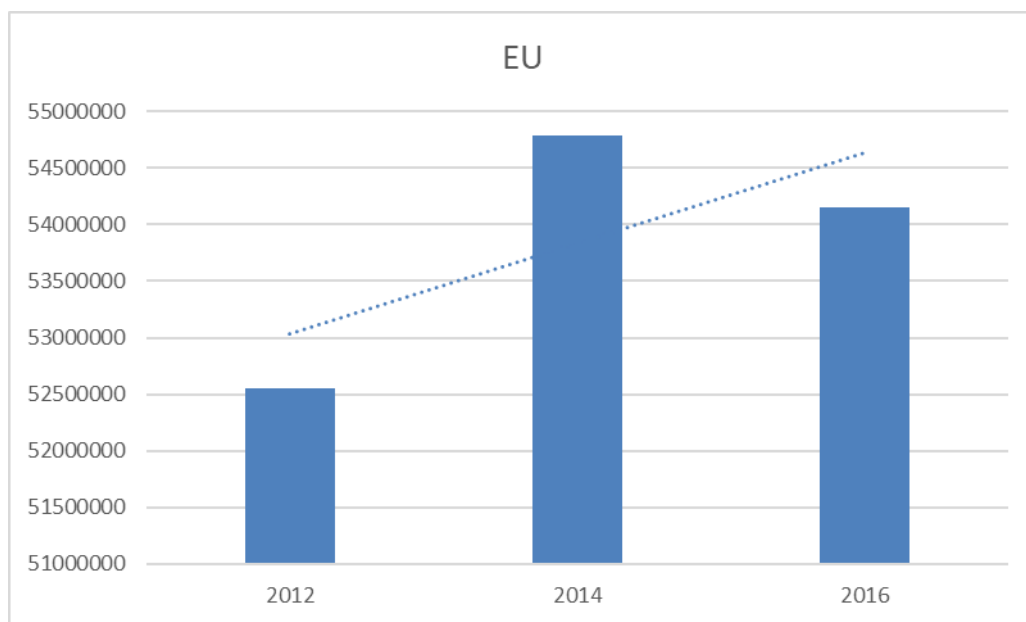


U Tablici 5. prikazana je količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada. Iz tablice možemo uočiti da se u zemljama EU količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada uvećava. Povećanje količine uočava se i u Njemačkoj, Grčkoj, Hrvatskoj i Austriji. U 2014. godini uočavamo pad količine proizvodnje otpada u Francuskoj, Mađarskoj, Poljskoj, UK i Srbiji, ali u 2016. dolazi do ponovnog povećanja količine otpada. U Italiji i Poljskoj dolazi do povećanja količine otpada u 2014. godini, ali se ta količina u 2016. godini smanjuje. U Norveškoj se količina proizvedenog otpada smanjuje tijekom promatranog razdoblja.

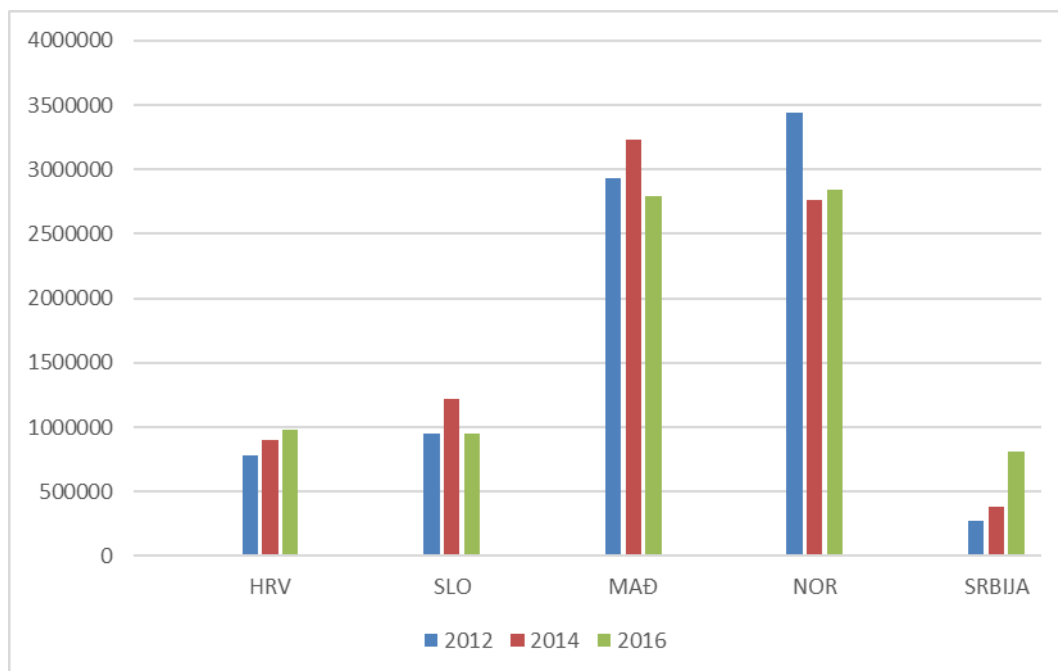
*Tablica 5. Količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada izražena u tonama [13]*

DRŽAVE	2012.	2014.	2016.
EU (28 država)	52550000	54790000	54150000
NJEMAČKA	8662166	8821344	8923265
GRČKA	174524	251623	474508
FRANCUSKA	5212930	4867183	4961278
HRVATSKA	44960	56814	63227
ITALIJA	13269093	15772490	14291742
MAĐARSKA	557934	489182	514707
AUSTRIJA	606941	696748	740409
POLJSKA	2511001	2486819	2988049
SLOVENIA	216629	227873	204670
UK	4453946	4388940	4800365
NORVEŠKA	1052088	911374	892533
SRBIJA	61716	32888	34555

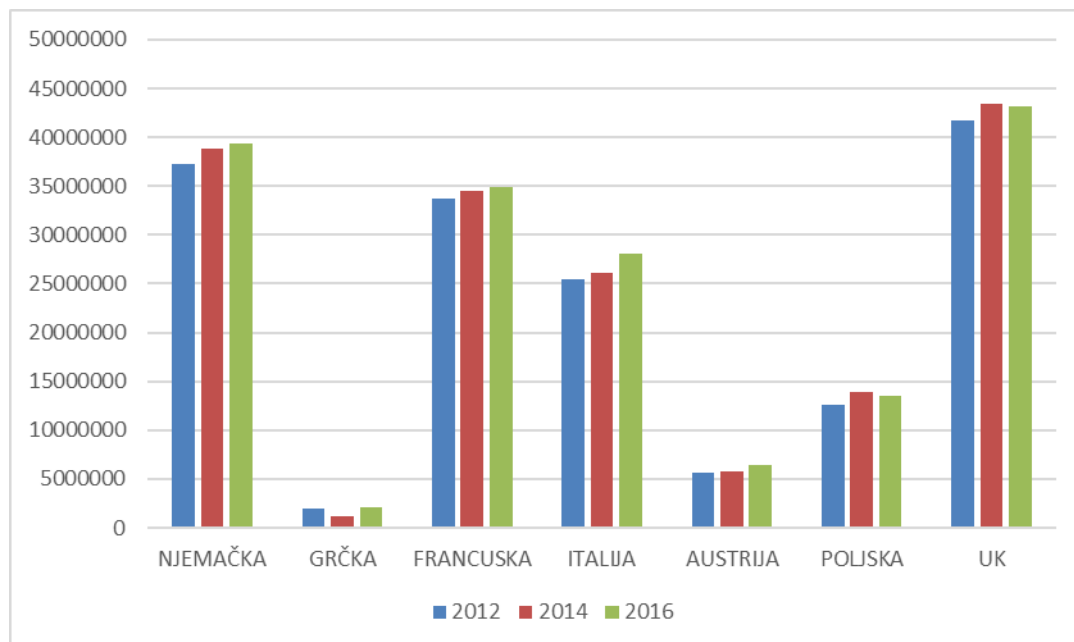
Grafikon 5. Količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada u EU (tone) [13]



Grafikon 6. Količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada izražena u zemljama Europe (tone) [13]



Grafikon 7. Količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada izražena u zemljama Europe (tone) [13]

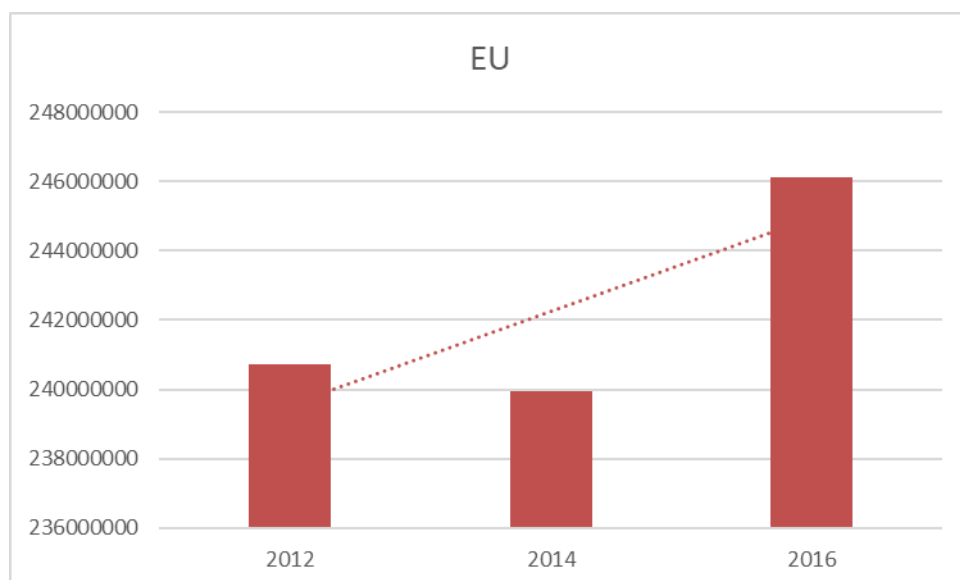


Tablica 6. prikazuje količinu proizvedenog otpada koji se može reciklirati. Na području EU uočavamo lagani pad količine otpada u 2014., ali se u 2016. godini opet bilježi povećanje. Isti trend primjećujemo i u Grčkoj i Norveškoj. Konstantno povećanje količine proizvodnje otpada zapažamo u Njemačkoj, Hrvatskoj, Italiji, Austriji i Srbiji. U 2014. godini primjećujemo povećanje količine otpada u Mađarskoj i Sloveniji, ali se u 2016. godini ta količina smanjuje. U Francuskoj, Poljskoj i UK zamjećujemo povećanje količine proizvodnje otpada od 2012. do 2014., i ostaje gotovo nepromijenjeno u 2016. godini.

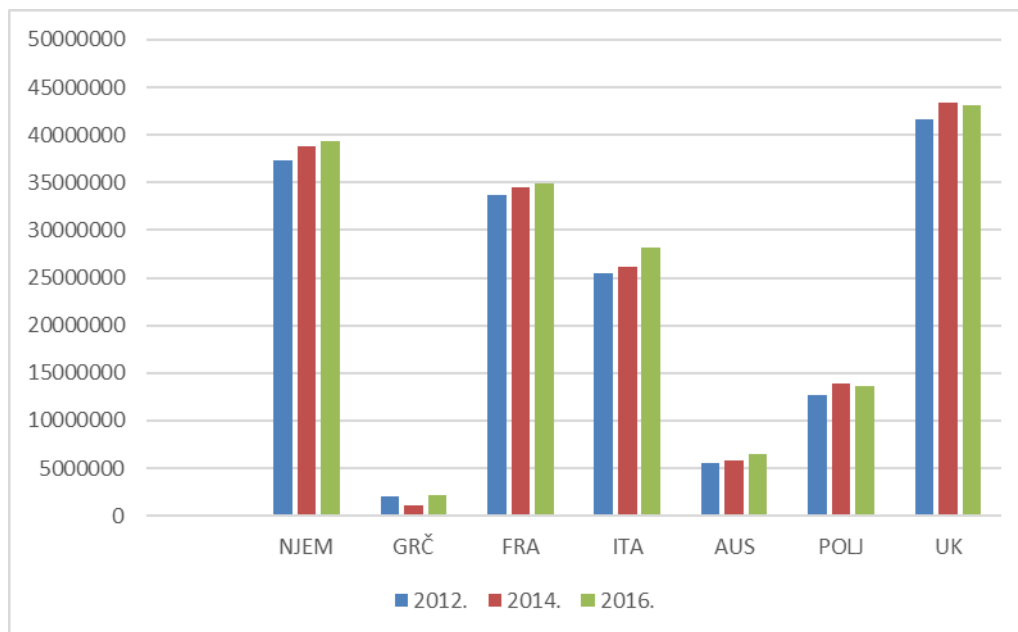
Tablica 6. Količina proizvedenog otpada koji se može reciklirati izražena u tonama [13]

DRŽAVE	2012.	2014.	2016.
EU (28 država)	240740000	239940000	246130000
NJEMAČKA	37283685	38860736	39380869
GRČKA	2000459	1125064	2128339
FRANCUSKA	33735163	34499195	34898422
HRVATSKA	781475	904420	982192
ITALIJA	25480073	26113675	28102050
MAĐARSKA	2936950	3230318	2790811
AUSTRIJA	5581141	5825952	6491363
POLJSKA	12630990	13933574	13562857
SLOVENIA	952837	1222752	949641
UK	41677745	43429979	43113943
NORVEŠKA	3440196	2762942	2839212
SRBIJA	269204	378425	813482

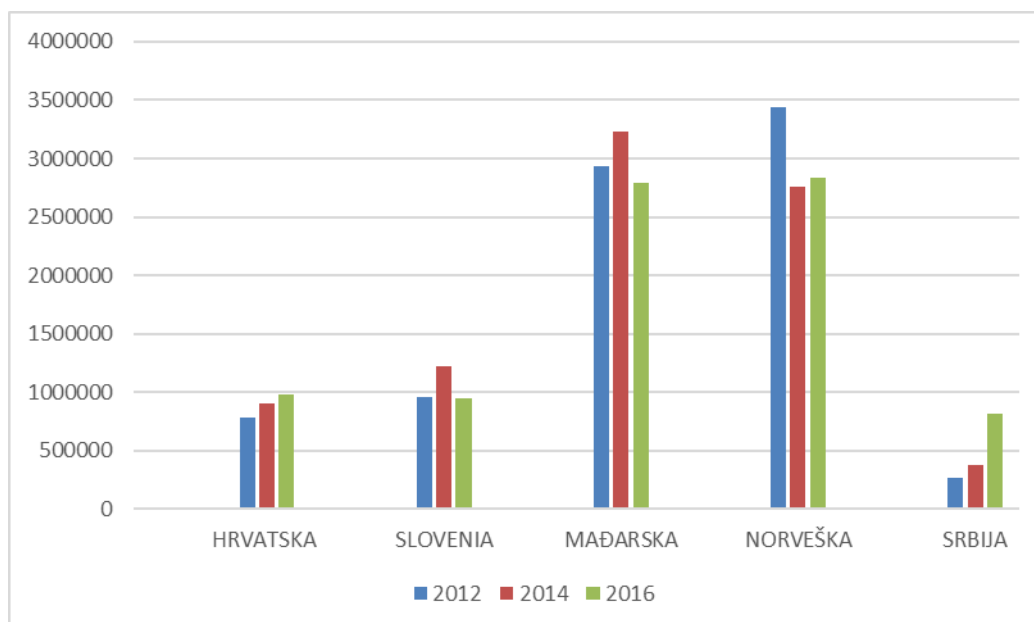
Grafikon 8. Količina proizvedenog otpada koji se može reciklirati u EU (tone) [13]



Grafikon 9. Količina proizvedenog otpada koji se može reciklirati u zemljama Europe (tone) [13]



Grafikon 10. Količina proizvedenog otpada koji se može reciklirati u zemljama Europe (tone) [13]



Tablica 7. prikazuje količinu proizvedenog otpada biljnog i životinjskog podrijetla. Povećanje proizvodnje otpada biljnog i životinjskog podrijetla primjećujemo u EU, Njemačkoj, Grčkoj, Francuskoj, Hrvatskoj, Italiji i UK. U Mađarskoj, Austriji i Poljskoj zapažamo povećanje proizvodnje otpada u 2014. godini nasprem 2012. godine, ali u 2016. dolazi do porasta proizvodnje otpada. U Srbiji se 2014. godine proizvodnja otpada povećava, ali se u 2016. smanjuje. U Norveškoj i Sloveniji se količina proizvedenog otpada smanjuje tijekom promatranog razdoblja.

*Tablica 7. Količina proizvedenog otpada biljnog i životinjskog podrijetla izražena u tonama [13]*

DRŽAVE	2012.	2014.	2016.
EU (28 država)	85670000	88220000	95280000
NJEMAČKA	14086695	15011037	15623841
GRČKA	491888	575225	1115124
FRANCUSKA	11281262	11304163	11812213
HRVATSKA	132580	395664	614474
ITALIJA	5785758	6929296	7852188
MAĐARSKA	791369	699238	734568
AUSTRIJA	1892661	1887723	2064803
POLJSKA	4861199	3112616	3190746
SLOVENIA	309839	289773	266156
UK	8801851	9995263	10291119
NORVEŠKA	961529	595319	593482
SRBIJA	177480	199453	186970

Tablica 8. prikazuje količinu proizvedenog otpada u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu. Na području EU u 2014. godini zapažamo pad proizvedenog otpada, ali se u 2016. bilježi ponovni rast. Isto zamjećujemo u Njemačkoj, Poljskoj, Francuskoj i Austriji. U 2016. godini količina proizvedenog otpada se smanjuje u Norveškoj, UK, Sloveniji, Mađarskoj i Italiji. U Hrvatskoj se količina proizvedenog otpada od 2012. do 2016. konstantno povećava kao i u Grčkoj.

*Tablica 8. Količina proizvedenog otpada u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu izražena u tonama [13]*

TERITORIJ	2012.	2014.	2016.
EU (28 država)	21380000	18710000	20910000
NJEMAČKA	648869	438829	1126134
GRČKA	9979	10976	255170
FRANCUSKA	1290136	1274216	1315214
HRVATSKA	75096	269111	496153
ITALIJA	407979	323518	320928
MAĐARSKA	460047	520961	484320
AUSTRIJA	179044	128124	129834
POLJSKA	884425	492106	534931
SLOVENIA	164761	102716	63248
UK	610133	612429	576195
NORVEŠKA	150002	192189	161946
SRBIJA	0	0	101675



## 8. RASPRAVA

### **Utjecaj otpada na okoliš**

Čovjek svojim aktivnostima utječe na stanje okoliša: na čistoću zraka, vode i zemlje, na koncentraciju stakleničkih plinova koji utječu na klimatske promjene, na količinu otpada koji stvara.

Zaštita okoliša je skup odgovarajućih aktivnosti i mjera kojima je cilj sprječavanje onečišćenja i zagađenja okoliša, sprječavanje nastanka šteta, smanjivanje i/ili otklanjanje šteta nanesenih okolišu te povrat okoliša u stanje prije nastanka štete. Svaki poremećaj količine određenih kemijskih ili bioloških tvari ili fizikalnih osobina od prirodnih vrijednosti, a koja se može određenim kemijskim, fizikalnim ili biološkim putem vratiti u prvobitno stanje naziva se onečišćenje, dok zagađenje predstavlja trajan oblik promjene sastava i osobina okoliša.

### **Vrste onečišćenja i zagađenja**

Kemijsko onečišćenje i zagađenje- pod pojmom kemijskog onečišćenja podrazumijeva se ispuštanje u okoliš bilo namjerno ili nenamjerno kemijske tvari koja nije svojstvena okolišu, te svojim djelovanjem mijenja fizikalne, kemijske i biološke karakteristike okoliša. Kemijske tvari koje onečišćuju okoliš su najčešće proizvodi ljudske aktivnosti.

### **Biološko onečišćenje i zagađenje**

Biološko onečišćenje je posljedica razvoja neke vrste organizama (ili mikroorganizama) na osnovi kemijskog ili biokemijskog onečišćenja. Organizmi (ili mikroorganizmi) se hrane kemijskom tvari (najčešće organskog ili biokemijskog podrijetla), te razmnožavanjem uzrokuju značajnu promjenu u okolišu te mogu utjecati na zdravlje biljaka, životinja i ljudi.

U literaturi se navode brojni primjeri zagađenja kemijskim i medicinskim otpadom. Eker i Bilgili su analizirali ukupni medicinski otpad (kruti, tekući, oštri, kućni, reciklažni) u 375 zdravstvenih ustanova: državne i privatne bolnice, sveučilišne bolnice, ustanove za njegu medicinskih sestara i njegovatelja, centri za dijalizu, privatne ordinacije obiteljske i dentalne medicine [14]. Količina medicinskog otpada iznosila je 28,8% od ukupne

količine prikupljenog otpada. Glavni „proizvođači“ otpada bile su državne bolnice (57,9%). Procjena količina medicinskog otpada bila je sukladna broju bolničkih kreveta: porastom broja kreveta zapazio se je i porast količine otpada. Analiza je pokazala da je količina proizvedenog medicinskog otpada u bolnicama iznosila  $2,11 \pm 3,83$  kg /1 ležaj /1 dan, a u ambulanti  $1,45 \pm 9,84$  kg/1 ambulantu/1 dan. Nije zapažena korelacija količine otpada i kategorije zdravstvenih usluga. Cilj rada Komilisa i suradnika bio je izračunati stopu stvaranja „jedinичne količine opasnog medicinskog otpada“ u kg/krebetu/dan koristeći podatke iz 132 zdravstvene ustanove [15]. Analiza je načinjena temeljem težine opasnog medicinskog otpada koji se spaljivao u spalionici medicinskog otpada u Ateni tijekom razdoblja od 22 mjeseca (2009.-2010. godine). Zdravstvene su ustanove bile podijeljene na javne ili privatne. Bile su podijeljene i u sedam potkategorija: rodilišta, liječenje karcinoma, opća medicina, vojna bolnica, dječji odjeli, psihijatrijska i sveučilišna bolnica. Rezultati su pokazali da postoji velika varijabilnost u količini proizvedenog otpada, čak i među bolnicama iste kategorije. Prosječna količina otpada varirala je po krevetu od 0,012 kg/krebet/dan za javne psihijatrijske bolnice, 1,72 kg/krebet/dan za javne sveučilišne bolnice. U privatnim bolnicama se je prosječna količina otpada kretala između 0,0012 kg/krebet/dan za psihijatrijske klinike, do 0,49 kg/krebet/dan za rodilišta. Privatne bolnice s porođajnim odjelima i opće bolnice stvorile su statistički više otpada u odnosu na odgovarajuće javne bolnice. Procijenjeno je da zarazni/toksični i toksični medicinski otpad čini 10% i 50% ukupnog medicinskog otpada koji nastaje u onkološkim odjelima državnih bolnica. Minoglou je sa suradnicima ispitao ovisnost stupnja nastajanja zdravstvenog otpada na nekoliko socijalno-ekonomskih i okolišnih parametara [16]. Učinjena je korelacije između količine proizvedenog zdravstvenog otpada (izražene u kg / krevet / dan) u odnosu na ekonomske indekse (BDP, izdaci za zdravstvo po glavi stanovnika), socijalni indeksi (životni vijek, srednje godine školovanja, prevalencija HIV-a, smrtni slučajevi zbog tuberkuloze i malarije i smrtnost ispod pet godina) i indeks ekološke održivosti (ukupne emisije CO<sub>2</sub>) iz 42 zemlje širom svijeta. Rezultati su pokazali da su životni vijek, srednje godine školovanja i emisija CO<sub>2</sub> pozitivno utječu na količinu proizvedenog medicinskog otpada te se mogu koristiti kao statistički prediktori. Europska elektronička industrija koristi PCB koji se jeftino proizvodi u Kini [17]. Povećanjem proizvodnje europski će proizvođači elektroničke opreme i zakonodavstvo morati riješiti brojna pitanja zbog različitih problema vezanih uz zdravstvenu opasnost,

ali i različite specifikacije složenih proizvoda. Neispunjavanje ovih zahtjeva biti će skupo i moglo bi rezultirati gubitkom europskih prodajnih mogućnosti.

Jepson P.D., Deaville R., Barber J.L., Aguilar A., Borrell A., Murphy S., Barry J., Brownlow J., Barnett J., Berrow S., Cunningham A.A., Davison N.J., Doeschate t.M., Esteban R., Ferreira M., Foote D.A., Genov T., Giménez J., Loveridge J., Llavona A., Martin V., Maxwell D.L., Papachlimitzou A., Penrose R., Perkins M.W., Smith B., de Stephanis R., Tregenza N., Verborgh P., Fernandez A., Law R.J.: PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters, *Scientific Reports* 6 (2016),18573

Organoklorini (OC) pesticidi i postojaniji poliklorirani bifenili (PCB) izuzetno su toksični za ptice, ribe i sisavce u eksperimentalnim studijama [18]. Stvarni utjecaj OC onečišćenja na morske predatore u Europi nije nepoznat. U ovom radu je dokazano da nekoliko vrsta kitova ima vrlo visoku srednju koncentraciju PCB-a koja može uzrokovati opadanje populacije i suzbiti oporavak populacije. Paneuropska metaanaliza nasukanih (n = 929) ili biopsijskih (n = 152) kitova pokazala je da srednje razine PCB-a koje značajno premašuju sve poznate pragove toksičnosti PCB-a za morske sisavce. Neka područja (npr. zapadni dio Sredozemnog mora, jugo-zapadni Iberijski poluotok) su globalne "vruće točke" PCB-a za morske sisavce. Zapaženo je da su se koncentracije PCB snizile nakon zabrane EU sredinom osamdesetih. Tada su se „stabilizirale“ i u morskim lukama Velike Britanije i u zapadnom dijelu Sredozemnog mora. Međutim, unatoč zabranama, ograničenjima primjene u industriji i različitim drugim mjerama njihova je količina i utjecaj na život u moru još uvijek neprihvatljiv, posebno u kitova predatora.

Studija Brankoviča i suradnika procijenila je učinke laktacijske izloženosti nondioksinu sličnom PCB-155 i dioksinu nalik PCB-169, pojedinačno i u kombinaciji, na razvoj pubertalne potkoljenice i njezinu biomehaniku u štakora [19]. Laktacijsko izlaganje PCB-169 rezultiralo je tvrdim i krhkim kostima koje sadrže veće količine minerala. Izloženost različitim PCB-ima pokazala je samo blage promjene u širini kosti i mineralizaciji. Rezultati su pokazali da primjenom PCB-a nastaju promjene, a toksičnost od je možda smanjena u kombiniranoj skupini. Izloženost lipofilnim zagađivačima okoliša, PCB-u, ima niz štetnih učinaka na zdravlje divljih životinja i ljudi. Zapažen je utjecaj na mineralizaciju kostiju, rast i mehaničku čvrstoću.

Početak 90-ih godina prošlog stoljeća zapažen je u toksikološkoj i medicinskoj literaturi članak iz Slovenije o zagađenosti rijeke (Kupe) PCB-om. Jan i Adamić izvjestili su o razinama PCB-a u hrani i prehranbeni unos PCB-a iz hrane uzgajane u kontaminiranom području u Beloj krajini (Slovenija, Jugoslavija) [20]. Otkriveno je veliko odstupanje u količinama PCB-a u pojedinoj hrani životinjskog i lisnatog biljnog podrijetla. Tada su postojale samo smjernice za toleranciju PCB-a za hranu životinjskog podrijetla. Autori su zaključili da lisnato povrće i neolupljeno voće iz kontaminirane regije predstavljaju značajan izvor izloženosti PCB-u ljudi. Količina PCB-a u ribama i jajima premašila je dopušteno odstupanje koja je utvrdila FDA. Prema službenim podacima o potrošnji hrane, unos PCB-ova iz hrane životinjskog podrijetla smanjio se od 1985. do 1988. sa 14,5 na 1,6 mg / godišnje po osobi, nakon što je prestala upotreba PCB-a u obližnjoj tvornici akumulatora. Prehranbeni unos PCB-a iz 1988. godine iz namirnica biljnog podrijetla i voća iznosio je 4,6 mg / godišnje po osobi.

Analizirana je količina PCB-a u organima i tkivima (mjehurić, bubreg, pluća, mišići, jetra, srce) 13 običnih nasukanih između 2000. i 2005. u sjevernom dijelu hrvatskih teritorijalnih voda Jadranskog mora [21]. Pronađeni su različiti oblici PCB-a, a najviše su bile koncentracije PCB-153 i PCB-138. Niže su koncentracije pronađene su u uzorcima mišića te u bubrezima, jetri i srcu, a najniže razine u plućima. Rezultati pokazuju da se Jadranskom more još uvijek onečišćuje PCB-om te da su životinjske i biljne vrste izložene visokom riziku razvoja bolesti.

Dioksini su trajni organski zagađivači koji ulaze u tijelo uglavnom putem unosa hrane. Granica između trenutne razine izloženosti u ljudskoj populaciji i razine koja izaziva biološke učinke je vrlo mala. Upravo je zbog tih razloga potrebna stroga kontrola koncentracija tih onečišćenja u hrani, ali i u hrani za životinje [22]. Jaja su važan dio prehrane i obzirom na način uzgoja i prehrane pilića i peradi imaju veći rizik kontaminiranja dioksina. Povišenom nivou dioksina u jajima, ali i mesu peradi može doprinijeti i gutanje čestica tla s područja koje je zagađeno dioksinom. Dostupni podaci pokazuju da se trenutna razina dioksina u tlu, ali i u stambenim i poljoprivrednim područjima u Europi povećava i često je previsoka za proizvodnju jaja. S druge strane, koncentracije polikloriranih dibenzo-p-dioksina / polikloriranih dibenzofurana u jajima iz piletine slobodnog uzgoja nisu nužno iznad graničnih vrijednosti. Razine onečišćenja u tlu trebaju biti niske i treba ih kontrolirati u područjima sa slobodnom hranom, iako

svi modificirajući faktori koji utječu na unos dioksina, ali i PCB-a, iz okoliša još uvijek nisu dovoljno poznati.

### Radioaktivno onečišćenje

Utjecaj zdravstvenog sustava na radioaktivna onečišćenja je nužan i minimalan. Vezan je uz određene dijagnostičke i terapijske postupke koji se koriste u modernoj medicini i u ovom trenutku ne postoji zamjensko liječenje ili neke druge dijagnostičke metode koje bi zamijenile primjenu radioaktivnih lijekova ili zračenja. Radioaktivna onečišćenja su posljedica korištenja radioaktivnih tvari, koje uslijed ljudske pogreške dolaze u okoliš. Najčešće su takve pogreške u proizvodnji električne energije. No postoji i namjerno ispuštanje radioaktivnih tvari kao što su razna nuklearna oružja. Nakon kontaminacije tla radioaktivnim tvarima tlo je dugo godina nemoguće koristiti u prvotne svrhe. [23]

### Divlja odlagališta otpada

Divlja odlagališta otpada su neuređeni prostori koji nisu predviđeni za odlaganje otpada, a formirali su ih najčešće građani bez prethodnog znanja tijela lokalne samouprave.

Na područjima na kojima se nekontrolirano odlaže otpad i na kojima se isti duže zadržava može doći do pojave raznih neželjenih utjecaja, pa i do same ekološke nesreće. Osnovni neželjeni utjecaji su: onečišćenje tla, onečišćenje podzemnih i površinskih voda procjednim vodama, onečišćenje zraka uzrokovano izbijanjem požara, neugodni mirisi i raznošenje laganog materijala vjetrom.

Ovisno o karakteristikama lokacije i sastavu odloženog otpada, te o količini vode koja se procjeđuje kroz odloženi otpad, dolazi do manjeg ili većeg onečišćenja tla i podzemnih i površinskih voda.

Plinovi koji se stvaraju prilikom razgradnje organskih tvari na odlagalištu mogu posredno ili neposredno utjecati na okoliš. U najvećoj količini prisutni su metan i ugljični dioksid, dok u manjoj količini sumporovodik i drugi.

Divlja odlagališta otpada predstavljaju iznimno veliku opasnost za okoliš, prvenstveno zbog onečišćenja tla, zraka te voda, kao i mora. Kao mogući izvori zaraza direktno ili indirektno utječu na zdravlje ljudi i ostalih živih organizama, a u ljetnim mjesecima često su i izvor požara. Većina divljih odlagališta otpada sadrži otpad iz domaćinstava, ali i velike količine građevinskog, čak i opasnog otpada.

### **Gospodarenje otpadom**

Gospodarenje otpadom je skup aktivnosti, odluka i mjera usmjerenih na sprječavanje nastanka otpada, smanjivanje količine otpada i/ili njegovoga štetnog utjecaja na okoliš, obavljanje skupljanja, prijevoza, oporabe, zbrinjavanja i drugih djelatnosti u svezi s otpadom, te nadzor nad obavljanjem tih djelatnosti i skrb za odlagališta koja su zatvorena.

Gospodarenje otpadom mora se provoditi na način da se ne dovodi u opasnost ljudsko zdravlje i bez uporabe postupaka i/ili načina koji bi mogli štetiti okolišu, a posebice kako bi se izbjeglo: rizik onečišćenja: mora, voda, tla i zraka, pojava buke, pojava neugodnih mirisa, ugrožavanje biljnog i životinjskog svijeta, štetan utjecaj na područja kulturnopovijesnih, estetskih i prirodnih vrijednosti, nastajanje eksplozije ili požara.

Ciljevi gospodarenja otpadom su brojni: izbjegavanje i smanjivanje nastajanje otpada i smanjivanje opasnih svojstva, uporaba otpada recikliranjem, ponovnom uporabom ili obnovom odnosno drugim postupkom koji omogućava izdvajanje sekundarnih sirovina, ili uporabu otpada u energetske svrhe, zbrinjavanje otpada na propisan način, sanacija otpadom onečišćenog okoliša. [24]

## 9. ZAKLJUČAK

Otpad je svaka tvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Pod pojmom „toksični otpad“, podrazumijevaju se opasne otpadne tvari koje mogu prouzročiti smrt ili opasnost za život, a produkt su industrijskih, kemijskih i bioloških procesa. Otpad se smatra toksičnim, ako ima sljedeća svojstva : otrovno, radioaktivno, eksplozivno, kancerogeno, mutageno, teratogeno, bioakumulativno. Toksični otpad možemo podijeliti u 3 kategorije: kemijski otpad, radioaktivan otpad i medicinski otpad.

Najveći problem otpada je količina otpada koja se proizvodi neprestano u prevelikim količinama. Ukupna količina proizvedenog otpada na području EU je u konstantnom porastu, kao i u Hrvatskoj.

Sa toksičnim otpadom se svakodnevnom susrećemo putem proizvoda koje pronalazimo u kućanstvu kao što su: baterije, boje i lakovi, elektronički uređaji, sredstva za čišćenje i dr. Štetne tvari mogu dospjeti u organizam putem kože, dišnog ili probavnog sustava, a rezultat toga mogu biti razne bolesti, oštećenja organa, karcinomi, oštećenje DNA, hormonski poremećaji, urođene mane i sl. Nesvjesnim stvaranjem i nepropisnim odlaganjem otpada zagađujemo ekološki sustav što kao posljedicu ima zagađenje tla, vode i zraka koji su neophodni za ljudsko zdravlje.

## 10. LITERATURA

- [1] Holding centar: Gospodarenje otpadom, Pojmovnik, <https://www.cistoca.hr/gospodarenje-otpadom-8/edukacija-1513/pojmovnik-1534/1534>, pristupljeno 02.05.2019.
- [2] Encyclopedia Britannica: Toxic waste, <https://www.britannica.com/science/toxic-waste>, pristupljeno 02.05.2019.
- [3] Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti: Znakovi sigurnosti, <http://www.zirs.hr/znakovi-sigurnosti.aspx?category=71>, pristupljeno 02.05.2019.
- [4] Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti (NN, broj 141/2013)
- [5] Cornell Cooperative Extension: Household Hazardous Waste Collection Day, <http://cceontario.org/events/2018/04/21/household-hazardous-waste-collection-day>, pristupljeno 02.05.2019.
- [6] Environmental Health&Safety: Chemical Waste Management Guide, <https://www.bu.edu/ehs/ehs-topics/environmental/chemical-waste/chemical-waste-management-guide/>, pristupljeno 03.05.2019.
- [7] Abeceda zaštite: Obveze poslodavca u zaštiti radnika od izloženosti opasnim kemikalijama, <https://www.zastita.eu/strucni-clanci/obveze-poslodavca-u-zastiti-radnika-od-izlozenosti-opasnim-kemikalijama-374>, pristupljeno 03.05.2019.
- [8] Zakon o održivoj uporabi pesticida (NN, broj 14/14 i 115/18)
- [9] Zbrinjavanje radioaktivnog otpada: Radioaktivni otpad, <https://radioaktivniotpad.org/zakoni-i-regulativa/>, pristupljeno 06.05.2019.
- [10] Pravilnik o uvjetima i mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja za obavljanje djelatnosti s izvorima ionizirajućeg zračenja (NN, broj 53/18)
- [11] Naputak o postupanju s otpadom koji nastaje pri pružanju zdravstvene zaštite (NN, broj 50/2000)
- [12] Dunaplast: Kante za medicinski otpad, <http://www.dunavplast.com/>, pristupljeno 08.05.2019.



- [13] Eurostat: Generation of waste by waste category, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00108/default/table?lang=en>, pristupljeno 29.08.2019.
- [14] Eker H.H., Bilgili M.S.: Statistical analysis of waste generation in healthcare services: a case study. *Waste Manag Res* 29 (2011.), 8, 791-796
- [15] Komilis D., Fouki A., Papadopoulos D.: Hazardous medical waste generation rates of different categories of health-care facilities. *Waste Manag*, 32 (2012), 7, 1434-1441
- [16] Minoglou M., Gerassimidou S., Komilis D.: Healthcare Waste Generation Worldwide and Its Dependence on Socio-Economic and Environmental Factors. *Sustainability* 2017, 9, 220
- [17] Weinhold M.K.: European printed circuit board (PCB) technology and environmental trends: their impact on PCB supply from China. *Circuit World* 32 (2006.), 4, 25-27
- [18] Jepson P.D., Deaville R., Barber J.L., Aguilar A., Borrell A., Murphy S., Barry J., Brownlow J., Barnett J., Berrow S., Cunningham A.A., Davison N.J., Doeschate t.M., Esteban R., Ferreira M., Foote D.A., Genov T., Giménez J., Loveridge J., Llavona A., Martin V., Maxwell D.L., Papachlimitzou A., Penrose R., Perkins M.W., Smith B., de Stephanis R., Tregenza N., Verborgh P., Fernandez A., Law R.J.: PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters, *Scientific Reports* 6 (2016), 18573
- [19] Brankovič J., Fazarinc G., Antanasova M., Jevnikar P., Jan J., Anders I., Pavšič Vrtač K., Jakovac Strajn B., Antolinc D., Vrecl M.: Lactational exposure to dioxin-like polychlorinated biphenyl 169 and nondioxin-like polychlorinated biphenyl 155: Effects on rat femur growth, biomechanics and mineral composition, *Ecotoxicology and environmental safety* 180 (2019.), 30, 106-113
- [20] Jan J., Adamic M.: Polychlorinated biphenyl residues in foods from a contaminated region of Yugoslavia, *Food additives and contaminants*, 8 (1991.), 4, 505-512
- [21] Romanić S.H., Holcer D., Lazar B., Klinčić D., Mackelworth P., Fortuna C.M., Organochlorine contaminants in tissues of common bottlenose dolphins *Tursiops*

truncatus from the northeastern part of the Adriatic Sea. Environmental toxicology and pharmacology 38 (2014.), 2:469-479

[22] Schoeters G., Hoogenboom R.: Contamination of free-range chicken eggs with dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls. Molecular Nutrition and Food Research 50 (2006), 10:885-896

[23] Zakon o zaštiti okoliša ( NN, broj 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)

[24] Gospodarnje otpadom Sisak d.o.o.: Što su divlja odlagališta?,  
<https://gos.hr/divlja-odlagalista/sto-su-divlja-odlagalista/>, pristupljeno 09.05.2019

## 11. PROLOZI

### 11.1. Popis slika

Slika 1. Označavanje otrova .....	3
Slika 2. Znak za opasnost od radioaktivnosti.....	4
Slika 3. Piktogram eksplozivno .....	4
Slika 4. Piktogram kancerogeno, mutageno, teratogeno .....	5
Slika 5. Toksični otpad.....	6
Slika 6. Kemijski otpad.....	7
Slika 7. Ulazak štetnih tvari u organizam .....	8
Slika 8. Mjere zaštite .....	11
Slika 9. Zaštitne rukavice.....	11
Slika 10. Zaštitno odijelo.....	12
Slika 11. Digestor .....	12
Slika 12. Izvori radijacije .....	18
Slika 13. Radioaktivni otpad .....	19
Slika 14. Klasifikacija otpada .....	21
Slika 15. Medicinski otpad .....	26
Slika 16. Spremnici za odlaganje medicinskog otpada .....	28

## 11.2. Popis tablica

Tablica 1. Štetne tvari i njihovo djelovanje na čovjeka.....	10
Tablica 2. Toksični kemijski spojevi i njihovo djelovanje .....	13
Tablica 3. Djelovanje zračenja na čovjeka.....	23
Tablica 4. Ukupna količina proizvedenog otpada izražena u tonama .....	30
Tablica 5. Količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada izražena u tonama .....	31
Tablica 6. Količina proizvedenog otpada koji se može reciklirati izražena u tonama	36
Tablica 7. Količina proizvedenog otpada biljnog i životinjskog podrijetla izražena u tonama.....	36
Tablica 8. Količina proizvedenog otpada u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu izražena u tonama .....	39

## 11.3. Popis grafikona

Grafikon 1. Ukupna količina otpada u zemljama Europe (tone).....	31
Grafikon 2. Ukupna količina otpada u zemljama EU (tone) .....	31
Grafikon 3. Količina otpada u pojedinim zemljama Europe (tone) .....	32
Grafikon 4. Količina otpada u pojedinim zemljama Europe (tone) .....	32
Grafikon 5. Količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada u EU (tone) .....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
Grafikon 6. Količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada izražena u zemljama Europe (tone) .....	34
Grafikon 7. Količina proizvedenog kemijskog i medicinskog otpada izražena u zemljama Europe (tone) .....	35
Grafikon 8. Količina proizvedenog otpada koji se može reciklirati u EU (tone).....	36
Grafikon 9. Količina proizvedenog otpada koji se može reciklirati u zemljama Europe (tone) .....	37
Grafikon 10. Količina proizvedenog otpada koji se može reciklirati u zemljama Europe (tone) .....	37