

# ZAŠTITA OKOLIŠA I GOSPODARENJE OTPADOM U SVRHU ODRŽIVOG RAZVOJA

---

**Bogović, Antonio**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*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:128:038893>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-17**



**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 LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**ANTONIO BOGOVIĆ**

**ZAŠTITA OKOLIŠA I GOSPODARENJE OTPADOM U SVRHU  
ODRŽIVOG RAZVOJA**

**ZAVRŠNI RAD**

Karlovac, 2020.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**ANTONIO BOGOVIĆ**

**ZAŠTITA OKOLIŠA I GOSPODARENJE OTPADOM U SVRHU  
ODRŽIVOG RAZVOJA**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor: mr.sc. Hrvoje Buljan, pred.

Karlovac, 2020.

## **SAŽETAK**

### **ZAŠTITA OKOLIŠA I GOSPODARENJE OTPADOM U SVRHU ODRŽIVOG RAZVOJA**

Ustav Republike Hrvatske utvrđuje pravo na zdrav život i okoliš kao dobro od interesa za RH i obvezu svih subjekata da osobitu skrb posvećuju zaštiti prirode i okoliša. Čovjek je svojim djelovanjem počeo ozbiljno ugrožavati okoliš, u kojeg otpuštamo znatne količine različitih plinova koji bitno mijenjaju kemizam atmosfere. Kroz djelovanje ljudi vidi se zagađenje podzemnih voda, a u nekim regijama zamjetan je i nedostatak pitke vode. Onečišćenje i uništavanje tla uzrokuju poremećaje u hidrološkom režimu što znači da se negativni procesi u jednom tlu mogu osjetiti i na okolnoj prirodi. Čovjek i industrija onečišćuju ne samo kemijskim toksičnim tvarima nego i odlaganjem velikih količina glomaznog otpada. No otpad može biti i koristan jer iz njega dobivamo sekundarne sirovine koje možemo reciklirati. Suvremena ljudska civilizacija suočava se s problemima skladištenja otpada koji su s razvojem velikih naselja i industrijalizacijom postali sve veći i teže rješivi. No u današnje vrijeme sve se više podiže svijest te se sve više razmišlja o načinima uporabe otpada o čemu će biti više u nastavku rada.

**Ključne riječi:** Atmosfera, čovjek, onečišćeno tlo, otpad, podzemne vode, reciklaža, ustav, zagađenje

## **SUMMARY**

### **ENVIRONMENTAL PROTECTION AND WASTE MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

The constitution of Republic of Croatia determinate the right for healthy life and environment as interest of Republic of Croatia. The obligation of all subjects is to take

care of nature and environment protection. We humans with our actions have already started to affect and endanger the environment in which we are emitting all kinds of different gasses which result in changing the natural chemistry of atmosphere. Through actions of people we can see the pollution of underground waters and in some regions a shortage of drinkable water. The pollution and destruction of soil are causing disturbance in hydrological system which means that negative effects in one part of the land can be felt in surrounding nature as well. Men and industry are not only polluting environment with toxic chemical matter but also with disposing huge amounts of bulky waste. But waste can also be useful because it can be recycled in to valuable resources. Modern human civilization is facing disposing waste problem which have become more bigger and even more difficult to solve. But in todays time the consciousness of people is changing more towards recycling about which I will talk more later.

**Key words:** Atmosphere, constitution, polluted, pollution ,man, recycling,soil, underground waters, waste.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ZAŠTITA OKOLIŠA.....	2
2.2. Onečišćenje i zaštita zraka .....	2
2.2.1. Nastajanje kiselih kiša.....	4
2.2.2. Važnost i gubitak ozona u atmosferi .....	5
2.2.3. Troposferski ozon .....	5
2.2.4. Stratosferski ozon .....	5
2.2.5. Ozonske rupe.....	6
2.2.6. Zaštita zraka .....	7
2.3. Zaštita od štetnog djelovanja buke .....	9
2.4. Onečišćenje i zaštita voda .....	10
2.4.1. Vrste onečišćenja voda.....	11
2.4.2. Zaštita Jadranskog mora .....	14
2.5. Onečišćenje i zaštita tla.....	15
2.5.1. Uzroci i posljedice onečišćenja i degradacije tla .....	15
2.5.2. Utjecaj poljoprivrede .....	16
2.5.3. Utjecaj urbanizacije.....	16
2.5.4. Utjecaj rudarstva .....	17
2.5.5. Utjecaj industrije.....	17
2.5.6. Utjecaj erozije na tlo.....	17

2.5.7. Zaštita tla .....	18
3. ODRŽIVO GOSPODARENJE OTPADOM.....	19
3.2. Otpad i njegova podjela prema mjestu nastanka i svojstvima .....	19
3.3. Načela gospodarenja otpadom.....	20
3.4. Gospodarenje otpadom .....	21
3.4.1. Reuse: ponovna uporaba otpada.....	23
3.5. Zbrinjavanje otpada .....	23
3.5.1. Mehaničko biološka obrada .....	24
3.5.2. Termička obrada .....	25
3.5.3. Fizikalno – kemijska obrada otpada.....	26
3.5.4. Odlaganje otpada i sanacija odlagališta.....	26
3.6. Odvojeno sakupljanje otpada .....	27
4. ODLAGALIŠTE OTPADA JAKUŠEVAC / PRUDINEC.....	29
4.2. Odlagalište .....	29
4.3. Reciklaža građevinskog otpada.....	30
4.4. Gospodarenje plinom .....	31
4.5. Biokompostana.....	32
4.6. Monitoring.....	34
5. ZAKLJUČAK .....	35
6. LITERATURA.....	36



## POPIS PRILOGA

Slika 1: Smog u Londonu 1952. godine .....	4
Slika 2. Ozonska rupa 6.9.2020. (ANONYMOUS, 2020. NASA) .....	7
Slika 3. opasni otpad u kućanstvu .....	20
Slika 4. Divlje odlagalište otpada .....	22
Slika 5. Mobilno reciklažno dvorište.....	23
Slika 6. Spalionica otpada u Beču .....	26
Slika 7. spremnici za odvojeno sakupljanje otpada u Općini Nuštar.....	28
Slika 8. Odlagalište otpada Jakuševac – Prudinec.....	30
Slika 9. Građevinski otpad nakon obrade .....	31
Slika 10. postrojenje za gospodarenje plinom .....	32
Slika 11. Uređaj za pročišćavanje procjednih voda .....	34

## 1. UVOD

Pojavom parnih strojeva u industriji došlo je do značajne promjene u svijetu. Proizvodi su se počeli proizvoditi u velikim količinama i po jeftinim cijenama, što je većini stanovnika omogućilo lagodniji život. Broj stanovnika počeo je naglo rasti, a za potrebe industrije sve je više stanovnika odlazilo živjeti u gradove, koji su se počeli neplanski širiti, pa su velike plodne površine nepovratno uništene za potrebe izgradnje stambenih prostora i infrastrukture. Razvojem automobilske industrije sve veći broj stanovnika imao je vlastiti automobil, pa je tako danas automobilska industrija jedan od najvećih zagađivača okoliša. Osim industrije i automobila tu su nažalost i ratovi koji osim što su izazvali velike gubitke u ljudstvu, izazvali su i velike štete u okolišu. Moderna poljoprivreda također je jedan od najvećih zagađivača okoliša, zbog korištenja velikih količina pesticida koji smanjuju biološku raznolikost i zagađuju podzemne vode. Također u suvremenoj poljoprivredi sade se velike površine pod istim kulturama, a to smanjuje prehrambenu bazu za brojne vrste životinja.

Zbog negativnih utjecaja na okoliš počeli su se javljati različiti problemi kao što su promjena klime, globalno zagrijavanje zbog kojeg se sve češće javljaju klimatski ekstremi kao što su super uragani, toplinski valovi, velike poplave u priobalnim područjima, kojima u budućnosti prijete i uništenje, uništavanje šumskog zemljišta (deforestacija) koja je izazvala povećanu eroziju tla i degradiranje plodnog tla, pojava ozonskih rupa zbog čega se javlja pojačano štetno djelovanje UV zraka, izumiranje sve većeg broja vrsta, onečišćenje zraka, tla, i voda, kao i sve veće gomilanje otpada u prirodi, posebice u zemljama u razvoju gdje se vrlo malo, ili nikako ne gospodari otpadom. U ovom radu navest će se osnovni problemi u zaštiti okoliša i gospodarenju otpadom, kao i moguća rješenja tih problema.

## 2. ZAŠTITA OKOLIŠA

### 2.2. Onečišćenje i zaštita zraka

Iako je problem onečišćenja zraka i štetan utjecaj onečišćenog zraka na biljke, čovjeka, i životinje prisutan nekoliko stoljeća, nije mu se posvećivala veća pozornost. Posljednjih godina onečišćenje zraka postaje jedan od najvećih problema javnog zdravstva današnjice.

Onečišćeni zrak u sebi sadrži tvari koje prirodno nisu u sastavu zraka, odnosno koje su strane. I čija veća koncentracija izaziva štetne posljedice na čovjeka, životinje i biljne vrste, kao i na građevine.

Onečišćivač zraka je plin ili čestica koji sa svojom povećanom koncentracijom mogu biti opasni za živa bića ili građevine, a potječe iz prirodnih ili umjetnih izvora ili kombinacije oba izvora.

Onečišćivači se dijele u dvije skupine, odnosno na primarne i sekundarne. Primarni onečišćivači mogu dolaziti iz prirodnih ili umjetnih izvora, kao što su vulkani, šumski požari, automobili, tvornice, elektrane na ugljen, farme i slično.

sekundarni onečišćivači nastaju u atmosferi kada dolazi do reagiranja primarnih onečišćivača međusobno ili sa normalnim sastojcima atmosfere, kao što je vodena para. Većina ih reagira zbog djelovanja sunčeve svjetlosti.

Primarne onečišćivače dijelimo na:

Sumporni dioksid ( $\text{SO}_2$ ) najčešće se emitira izgaranjem fosilnih goriva kao što su nafta i ugljen u rafinerijama, tvornicama i u pećima na drva. Sumpor djeluje štetno na dišne organe, a nakon nekog vremena oksidira se u sumporni trioksid ( $\text{SO}_3$ ) koji reagira s vodenom parom i daje sumpornu kiselinu ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Sumporna kiselina

pridonosi nastajanju kiselih kiša koje zakiseljuju tlo i rade štete na građevinama od betona i vapnenca (PAVIŠA, 2020.).

Ugljični monoksid (CO) plin je bez boje i mirisa, nije iritantan, vrlo je otrovan. Do njegova nastanka dolazi kod nepotpunog izgaranja fosilnih goriva, najčešće kod automobila. On se prilikom udisanja veže za hemoglobin umjesto kisika te ubrzo dolazi do trovanja organizma. Ugljični monoksid u atmosferi brzo prelazi u ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>), koji ako ga ima previše pridonosi globalnom zatopljenju, On izaziva takozvani efekt staklenika odnosno zadržava infracrveno zračenje sunca u nižim slojevima atmosfere te nastaje toplinska energija (PAVIŠA, 2020.).

Ugljikovodici (HC) ili nepostojani organski ugljici (VOC) su organski spojevi koji nastaju kod truljenja odnosno prirodnog raspadanja organskih tvari, izgaranjem fosilnih goriva i isparavanjem benzena koje najčešće nalazimo u blizini naftnih postrojenja (PAVIŠA, 2020.).

Dušikovi oksidi najčešće dušični dioksid (NO<sub>2</sub>). Nastaje prilikom izgaranja goriva u automobilima, a može se vidjeti kao izmaglica sivo smeđe boje koja se pojavljuje oko velikih gradova. To je jedan od najznačajnijih izvora onečišćenja današnjice, a procjenjuje se da u SAD-u čak 60% onečišćenja zraka dolazi iz automobila (PAVIŠA, 2020.).

Lebdeće čestice (PM) su krute ili tekuće čestice koje su dovoljno sitne da ostanu u zraku, u te čestice ubrajaju se čađa, pesticidi, dim, prašina, vlakna azbesta, i slično. Njihovi učinci su različiti, a posebno su opasne čestice promjera manjeg od 10 mikrometra zato što su dovoljno sitne da prodru duboko u respiratorni sustav ili čak u krvotok. Osim ovih čestica u zraku nalazimo i druge štetne tvari kao što su slobodni radikali, otrovni metali, sumporovodici, te radioaktivni elementi (PAVIŠA, 2020.).

Sekundarni onečišćivači su smog i prizemni ozon. Smog je vrsta onečišćenog zraka, a postoje dvije vrste smoga, a to su sumporni i fotokemijski smog. Sumporni ili

klasični smog nastaje izgaranjem velikih količina ugljena. Ovakva vrsta smoga bila je uvelike zastupljena u industrijskoj revoluciji kao i 50-ih godina prošlog stoljeća kada se zbog velike količine smoga nije moglo normalno voziti po velikim gradovima.

Moderni ili fotokemijski smog nastaje zbog emisija prometa i industrije pod utjecajem sunčeve svjetlosti i uz prisustvo primarnih onečišćivača, a jedan od glavnih sastojaka fotokemijskog smoga je prizemni ozon. On je štetan za ljude i životinje, a čini štete i na poljoprivrednim kulturama. Povećane količine ozona javljaju se u gradovima i industrijskim područjima, a zrak onečišćen ozonom vjetrom se raznosi i na ruralna područja gdje na kraju budu najviše koncentracije ozona (PAVIŠA, P., 2020.).



Slika 1: Smog u Londonu 1952. godine

#### 2.2.1. Nastajanje kiselih kiša

Kisele kiše nastaju kada se izgaranjem ugljena, nafte i benzina oslobađa dim koji u sebi sadrži sumporov dioksid i dušikov dioksid. Ti plinovi potom odlaze u atmosferu gdje se otapaju u kapljicama vode i stvaraju sumpornu kiselinu ( $H_2SO_4$ ) koja se onda zajedno sa kišom vraća na zemlju.

Kisele kiše na biljke štetno djeluju na dva načina: izvana i preko zakiseljenog tla, odnosno korijena. Izvana djeluje tako da na lišću i iglicama uzrokuje oštećenje, što onda uzrokuje povećano isparavanje vode u lišću te na kraju njegovo potpuno

sušenje i otpadanje. Štetno djelovanje zakiseljenog tla dešava se zato što kiselo tlo oslobađa teške kovine i uzrokuje promjene u biološkoj aktivnosti tla. Zbog toga najčešće stradavaju osjetljive dlačice korijena pa je biljci smanjen dovod vode i hranjivih tvari što onda uzrokuje usporen rast biljke. Takve biljke također su podložnije i bolestima i smrzavanju od mraza, a najviše su ugrožene šume (BULJAN, 2020.).

#### 2.2.2. Važnost i gubitak ozona u atmosferi

Ozon je plin bijelo plave boje sastavljen je od tri atoma kisika, prirodno se stvara u stratosferi na 20 do 50 kilometara visine, a tu se nalazi 90% ozona. Taj ozon naziva se ozonski omotač. Ostatak ozona nalazi se u nižem dijelu atmosfere, u troposferi na 10 km visine. Iako je ozon u oba sloja iste kemijske strukture on ima potpuno različito djelovanje.

#### 2.2.3. Troposferski ozon

Količina ozona u troposferi povećala se dvostruko zadnjih 50 godina, to naglo povećanje posljedica je velikog povećanja automobila i drugih prijevoznih sredstava kao i velikog razvoja industrije u razvijenim dijelovima svijeta. Ozon u nižim dijelovima atmosfere nije poželjan jer dolazi u direktan kontakt s ljudima, životinjama i biljkama. On snažno reagira s drugim molekulama, a u većim količinama je i vrlo toksičan. Troposferski ozon glavni je sastojak takozvanog ljetnog smoga koji je glavni izvor onečišćenja u velikim gradovima (ANONYMOUS a, 2020. ).

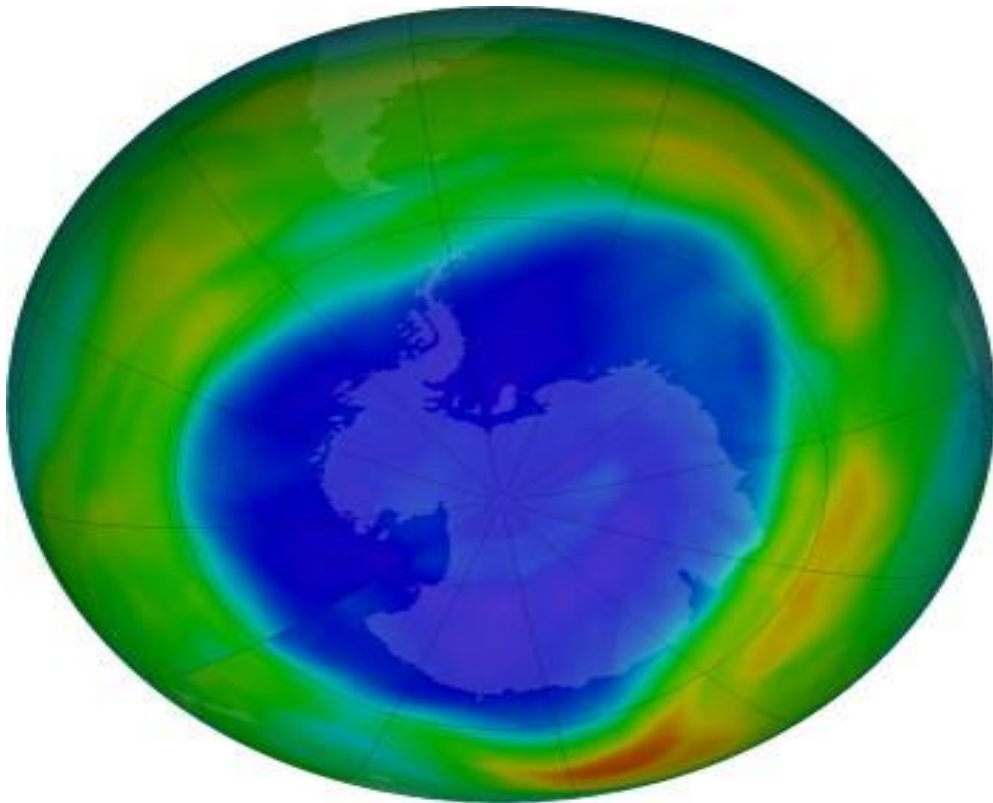
#### 2.2.4. Stratosferski ozon

Stratosferski ozon, odnosno ozonski omotač upija najveći dio štetnog UV-B zračenja sunca. Ozon upijajući UV zrake sunca predstavlja izvor topline u stratosferi, te je stoga vrlo važan za cjelokupnu temperaturu zemljine atmosfere. Da nema ozona i njegove uloge u filtriranju štetnih UV-B sunčevih zraka život na zemlji ne bi bio moguć. Svako smanjenje ozonskog omotača za 1% povećava prodiranje UV-B

zraka za 1,5%. Povećano UV zračenje ima štetan utjecaj na ljude i životinje kod kojih izaziva kancerogene promjene na koži te oštećenja očiju. Stoga se svake godine broj oboljelih od raka kože povećava, naročito kod muškaraca (ANONYMOUS a, 2020.).

#### 2.2.5. Ozonske rupe

Od 1928. godine u hladnjacima su počeli koristiti freoni (CFC), a tek 1974. godine otkriveno je njihovo štetno djelovanje na ozonski omotač. Djelovanjem UV zraka dolazi do nastanka kemijskih reakcija kojima se oslobađaju iznimno reaktivni atomi klora ili broma koji onda reagiraju s ozonom tako da mu oduzmu jedan atom kisika. Tako od ozona ( $O_3$ ) nastane kisik ( $O_2$ ). Zatim atomi broma i klora stvaraju bromov ili klorov monoksid koji onda reagiraju na slobodni atom kisika tako što mu dodaju svoj atom kisika koji su uzeli ozonu. Pri tome se ponovno oslobodi atom broma ili klora, i kemijska reakcija krađe atoma kisika od ozona se ponavlja. Stoga i mala količina CFC-a može uništiti veliku količinu ozona (ANONYMOUS a, 2020.).



Slika 2. Ozonska rupa 6.9.2020. (NASA 2020.)

#### 2.2.6. Zaštita zraka

Mjere za zaštitu zraka mogu se podijeliti u dvije skupine:

1. Mjere za sprječavanje onečišćenja
2. Mjere za sanaciju onečišćenja

Prva skupina mjera odnosi se na planiranje budućih projekata:

1. Odabiranjem lokacija koje su pogodne za izgradnju postrojenja koja zagađuju zrak
2. Određivanjem udaljenosti takvih pogona od sadržaja kao što su naselja, škole, bolnice i slične ustanove



3. Pravilnim planiranjem izgradnje prometnica, i regulacija prometa u naseljima, posebice u gradovima. Ovakav slučaj regulacije sve češći je u Europskim gradovima gdje se zabranjuje ulazak starijih automobila na dizelski pogon u sami centar grada. Također i ugradnja katalizatora u automobile.

Druga skupina se može podijeliti u dvije podskupine a odnosi se na sanacije:

1. Mjere kojima se rješava problem kojeg uzrokuje neki onečišćivač (ako je on jedini izvor onečišćenja u nekom području).
2. Mjere kojima se sanira problem ako se javlja više izvora onečišćenja.

Stupanj onečišćenja zraka podijeljen je u tri kategorije:

1. Kategorija je zrak koji je uglavnom čist ili je neznatno onečišćen, odnosno nisu prekoračene vrijednosti koje bi bile štetne za ljude ako borave na takvom području duže vrijeme.
2. Kategorija je umjereno onečišćen zrak, kod kojeg su preporučene vrijednosti prekoračene, međutim nisu dosegnule granične vrijednosti čistoće. Ovakav zrak, ako su ljudi izloženi duže vrijeme, nema negativnih utjecaja na zdrave osobe. Kod ugroženih skupina kao što su bolesnici (posebice respiratorni), mala djeca i starije osobe, ovaj zrak može imati negativne posljedice. Također može imati negativne posljedice i na životinjski i biljni svijet.
3. Kategorija je prekomjerno onečišćen zrak, kod ovog zraka su preporučene granične vrijednosti prekoračene. Takav zrak ima štetan utjecaj na sav živi i neživi svijet u području u kojem se javlja.

Zaštita zraka u Republici Hrvatskoj osigurana je:

- Zakonom o zaštiti okoliša
- Zakonom o zaštiti zraka
- Zakonom o prostornom uređenju i gradnji

- Uredbom o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka (BULJAN, 2020.)

### **2.3. Zaštita od štetnog djelovanja buke**

Buka je neželjen ili čak štetan zvuk za ljude i okoliš koji se javlja u vanjskom prostoru, a izazvan je aktivnošću ljudi. Najčešći izvori buke su cestovni, zračni, pomorski promet, različita postrojenja, kamenolomi i slično. Buka koja je štetna za zdravlje ljudi je buka koja prekoračuje najviše dopuštene razine koje se utvrđene propisima, te razine su do 130 decibela.

Negativne posljedice buke možemo podijeliti u tri kategorije, a to su:

- Buka od 55-60 decibela, ovakva buka ometa spavanje pa ima negativan utjecaj na kvalitetu života ljudi
- Buka od 60-65 decibela, izaziva jako uznemiravanje kod ljudi
- Buka iznad 65 decibela može izazvati posljedice u ponašanju

Granične vrijednosti buke su od 35 do 55 decibela

Mjere zaštite od buke su:

- Korištenje tihih strojeva u postrojenjima, korištenje tihih transportnih sredstava kao što su električna vozila i slično.
- Lociranje izvora buke ili objekata s izvorima buke.
- Lociranje objekata ili sadržaja koje treba zaštititi od buke
- Ugradnja odgovarajuće izolacije u radne i stambene prostore
- Primjena akustičnih mjera zaštite od buke, kao što su štitnici od buke uz brze ceste i autoput
- Mjerenja razine buke radi stalnog nadzora jačine zvuka

- Povremeno ograničavanje emisije zvuka ako je to potrebno na nekom području (BULJAN, H. 2020.)

Zaštita od buke u Republici Hrvatskoj regulirana je:

- Zakonom o zaštiti od buke
- Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi borave
- Pravilnikom o uvjetima koje moraju ispunjavati organizacije za mjerenje i previđene buke u sredini u kojoj ljudi borave.

#### **2.4. Onečišćenje i zaštita voda**

Onečišćenje vode je svaki dodatak fizičkih, kemijskih, bioloških sastojaka vodi, čime se uzrokuje kvarenje kakvoće vode. Izvori onečišćenja vode mogu biti s obzirom na način djelovanja aktivni i potencijalni.

Aktivni izvori su izvori koji sigurno emitiraju onečišćenje, a oni mogu biti stalni ili povremeni.

Stalni izvori su primjerice otpadne vode nekog naselja ukoliko nema adekvatnog pročistača vode.

Povremeni izvori su primjerice poljoprivredne površine s kojih otopljeno mineralno gnojivo, ili pesticidi kišom ili zalijevanjem odlaze u rijeke.

Potencijalni izvori onečišćenja u normalnim okolnostima ne emitiraju nikakvo onečišćenje, a do njihove emisije dolazi kada se desi nesreća, kvar, nepažnja i slično. Potencijalni izvori onečišćenja su primjerice nasukavanje tankera s naftom, izvrtanje cisterne s naftom ili kemikalijama, pucanje cjevovoda za transport nafte, curenje različitih rezervoara i slično.

Prema obliku izvori onečišćenja mogu se podijeliti na točkaste i raspršene.

Točkasti izvori onečišćenja su otpadne vode naselja (kućanske otpadne vode), otpadne vode iz industrijskih postrojenja i odvodi kišnice, koji se prikupljaju kanalizacijskim sustavom te se zatim u vodne sustave (rijeke, mora) kanalskim ispustima ispuštaju na jasno definiranom mjestu.

Raspršeni izvori zagađenja nastaju kada kiša i snijeg koji se topi protječu preko zemljišta i kroz zemlju, te nose zagađenje do najbližih rijeka, jezera ili podzemnih voda. Raspršeni izvori zagađenja sol kojom se posipaju ceste, koja se onda ispire u zemlju, ispiranje voda s deponija otpada, također i septičke jame ukoliko nisu pravilno izvedene pa otpad završava u podzemlju (GRIZELJ I ŠIMIĆ, 2016.).

#### 2.4.1. Vrste onečišćenja voda

Vrste onečišćenja voda mogu biti različite, a možemo ih podijeliti na:

- Fizičke
- Kemijske
- Mikrobiološke
- Radiološke

Fizičko zagađenje voda javlja se kao promjena boje, mirisa, okusa, prozirnosti i temperature vode. Promjena boje, mirisa i mutnoće se može pojaviti ukoliko je vodonosnik loše projektiran. Temperatura podzemne vode je u pravilu stabilna, a svako značajno odstupanje znači da se u podzemnim vodama dešavaju neki biološki ili kemijski procesi, ili da na vodonosnik utječu termalne vode iz dubljih slojeva zemlje. Promjene u temperaturi vode u rijekama ili jezerima najčešće se dešavaju zbog ispuštanja rashladnih voda iz industrijskih postrojenja i energetskih postrojenja kao što su termoelektrane. Promjena u temperaturi vode utječe na fizikalno-kemijska svojstva vode, kao i na ekološke uvijete u vodi (ČRNEK, 2018.).

Mikrobiološko zagađenje vode uzrokovano je prisutnošću patogenih bakterija, virusa ili nekih drugih mikroorganizama koji mogu ugroziti zdravlje ljudi. Mikroorganizmi najčešće dopijaju u površinske vode otpadnim vodama iz naselja, a u vodonosnik (podzemnu vodu) dopijaju iz oštećene kanalizacije, ili iz nepropisno izgrađenih septičkih jama. Najveći dio mikroorganizama se u površinskim vodama prenosi na veće udaljenosti, dok se u podzemnim vodama zadržava blizu izvora onečišćenja, zbog filtracije kroz stijene. U sustavima vodoopskrbe primjenjuje se preventivna dezinfekcija vode kloriranjem, ozoniranjem ili UV zrakama (ČRNEK, 2018.).

Kemijsko zagađenje voda je povećana prisutnost nekih iona koji su u manjim količinama prisutni u vodi, ili prisutnost nekih iona kojih inače nema u prirodnoj vodi. Kemijsko zagađenje može biti anorgansko i organsko. Anorgansko kemijsko onečišćenje dešava se kad se podzemna ili površinska voda miješa s industrijskim, rudničkim ili drugim otpadnim vodama koje u sebi sadrže toksine kao što su arsen, krom, olovo, živa bakar te različite anorganske kiseline i soli. Do anorganskog zagađenja može doći i zbog korištenja mineralnih gnojiva i pesticida. Organsko kemijsko zagađenje javlja se kad podzemne vode ili površinske vode dođu u kontakt s organskim spojevima. Najčešće su to nafta i njezini derivati, organski pesticidi, organska otapala, organske boje i kiseline (ČRNEK, 2018.).

Radiološko zagađenje voda posljedica je kontakta podzemnih voda s prirodnim radioaktivnim elementima ili umjetnim radioizotopima. Izvor ovakvih onečišćenja mogu biti rudnici urana, pogoni za preradu urana, nuklearne elektrane, odlagališta nuklearnog otpada (ČRNEK, 2018.).

Zakon propisuje da se zaštita voda provodi radi zaštite sveukupnog živog svijeta te omogućavanja neškodljivog i nesmetanog korištenja voda za različite svrhe.

Mjere zaštite voda su:

- Izgradnja novih i obnova postojećih sustava odvodnje vode
- Izgradnja uređaja za pročišćavanje otpadnih voda sustava javne odvodnje
- Smanjenje otpadnih voda u raznim postrojenjima
- Unapređenje postrojenja novijom tehnologijom koja manje zagađuje
- Smanjenje upotrebe pesticida kao zaštita od onečišćenja voda
- Gradnja novih sanitarnih i obnova starih deponija otpada
- Uklanjanje kopnenih izvora koji onečišćuju more

Zone zaštite voda najčešće se dijele na tri zone zaštite, a to su:

- Zona strogog režima je područje koje je ograđeno da ne omogućava pristup vodozahvatu
- Zona strogog ograničenja je područje u kojem je zabranjena eksploatacija mineralnih sirovina i gradnja.
- Zona ograničenja i kontrole je područje u kojem je zabranjeno ispuštanje onečišćenih voda, odlaganje otpada i građenje kemijskih industrijskih postrojenja.

Iznimno se može odrediti četvrta zona zaštite u krškim područjima koja imaju slabu mogućnost samopročišćavanja.

Zaštita voda u Republici Hrvatskoj osigurana je sljedećim zakonskim propisima i uredbama:

- Zakon o zaštiti okoliša
- Zakon o vodama
- Zakon o prostornom uređenju i gradnji
- Zakon o rudarstvu

Iz zakona o vodama proizlaze uredbe i pravilnici:

- Uredba o kategorizaciji vodotoka
- Uredba o klasifikaciji voda
- Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta

#### 2.4.2. Zaštita Jadranskog mora

Moguća su tri scenarija zaštite Jadranskog mora:

- Ne proizvoditi ništa, međutim to nije pametno s obzirom na geostrateški značaj Jadrana u Hrvatskoj
- Zaštita koja se temelji na pretpostavci o potpunoj učinkovitosti tehničkih mjera
- Zaštita koja se temelji na odabiru tehnologija kojima nisu potrebne velike količine vode za proizvodnju, koje ne koriste štetne i opasne tvari i gdje se reciklira voda i koriste otpadne tvari kao sirovine

Konvencije koje se odnose na zaštitu mora kojima je Hrvatska potpisnik:

- Konvencija o otvorenom moru donijeta 1958. godine u Ženevi
- Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja izglasana 1976. godine u Barcelona
- Protokol o suradnji o borbi protiv zagađenja Sredozemnog mora naftom i drugim štetnim tvarima u slučaju nezgode izglasan 1976. godine u Barceloni
- Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja s kopna izglasan 1980. godine u Ateni
- Protokol o posebno zaštićenim područjima Sredozemnog mora izglasan 1982. godine u Ženevi
- Konvencija Ujedinjenih naroda o pravima mora izglasana 1982. godine u Montego Bayu

Zakoni RH kojima se štiti Jadransko more:

- Zakon o zaštiti okoliša
  - Zakon o zaštiti prirode
  - Pomorski zakonik
  - Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama
  - Zakon o vodama
- (BULJAN, 2020.)

## **2.5. Onečišćenje i zaštita tla**

Najvažnija uloga tla je njegova proizvodna uloga, odnosno opskrbljivanje biljaka s vodom, zrakom i hranjivim tvarima koji su ključni za proizvodnju organske tvari. Sposobnost filtracije podzemne vode također je jedna od najvažnijih uloga tla, a o njenoj važnosti govori podatak da čak 65% kućanstava u Europi koristi podzemnu vodu za piće (SOFILIĆ, 2014.).

### **2.5.1. Uzroci i posljedice onečišćenja i degradacije tla**

Onečišćeno tlo je tlo u kojem se nalaze tvari koje u prirodnom sastavu tla ne nalazimo, a to izaziva negativne posljedice na ekosustav, zdravlje ljudi i gospodarstvo.

Glavni uzročnici onečišćenja su

- Brzo i neplansko širenje naselja i industrijskih postrojenja
- Sve veća izgradnja prometnica
- Sve veće korištenje pesticida i umjetnih gnojiva u poljoprivredi
- Ispuštanje otpadnih voda i odlaganje krutog otpada koje zauzima nove i ugrožava postojeće prostore
- Prekomjerna sjeća šuma



Djelovanje čovjeka ima sve veće utjecaje na sastav tla, a najveći izvori onečišćenja su poljoprivreda, urbanizacija, industrija, rudarstvo kao i erozija tla.

Oštećeno tlo se može podijeliti u tri skupine:

- Tlo na kojem trajno prestaje proizvodnja
- Tlo na kojem privremeno prestaje proizvodnja
- Skupina tala koja će ovisno o onečišćenju postati jedno od navedenih skupina

### 2.5.2. Utjecaj poljoprivrede

U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji u tlo se unose mineralna gnojiva i pesticidi. Mineralnim gnojivima u tlo se unose nitrati i fosfati te soli kalija, to ne uzrokuje smanjenje plodnosti tla, ali uklanja stvaratelje humusa. Biljke jedva iskoriste polovicu tih mineralnih gnojiva a ostatak se ispire u podzemne vode. Alternativa mineralnim gnojivima je zelena gnojidba i zaoravanje biljnih ostataka. Da bi se velika područja koja su zbog prevelike vlage nepovoljna za poljoprivrednu proizvodnju privela kulturi potrebno je provoditi opsežne melioracije tla, a to izaziva snižavanje razine podzemnih voda isušivanje vlažnih staništa i nestajanje prirodnih vrsta vezanih za takva staništa (BULJAN, 2020.).

### 2.5.3. Utjecaj urbanizacije

Povećanjem broja stanovnika dolazi do povećanja gradova, a povećanjem gradova smanjuju se obradive površine te dolazi do betonizacije i asfaltiranja cesta što pak uzrokuje zbijanje tla, a zbog odlaganja otpada dolazi do povećanih emisija lokalnih izvora onečišćenja. Izgradnjom naselja često se gubi vrijedno tlo koje se može iskoristiti za druge svrhe. Izgradnja prometnica posebice autocesta uzrokuje veliki gubitak tla budući da za jedan kilometar četverostazne ceste treba 4,6 ha. Autoceste i prometnice često zahtijevaju soljenje zimi što uzrokuje ispiranje kalcija, magnezija i kalija iz tla (BULJAN, 2020.).

#### 2.5.4. Utjecaj rudarstva

Područja s velikom količinom rudnika i površinskih kopova trpe zbog toga znatne posljedice, budući da se eksploatacijom minerala tlo osiromašuje. Na površinama gdje se nalaze rudnici uklanja se tlo i ta su područja izgubljena za svaki drugi način upotrebe. Okoliš je u tome slučaju opterećen potrebom preseljenja ljudi, opasnošću od lokalnih potresa, prašine i buke. U područjima s rudnicima snižava se razina podzemnih voda. U Hrvatskoj nema takvih područja, osim kamenoloma koji ne zauzimaju veće površine (BULJAN, 2020.).

#### 2.5.5. Utjecaj industrije

Mnoge grane u industriji intenzivno ispuštaju onečišćivače u okoliš, a najintenzivnije ispuštaju kemijska industrija, naftna industrija, čeličane, postrojenja za proizvodnju baterija, elektrane na ugljen. Sve to onečišćenje odlazi u atmosferu, a prije ili kasnije dospijeva u tlo. Najveći onečišćivači su kiseline, koje zakiseljuju tlo što izaziva promjene u PH vrijednosti tla, ispiranje hranjivih tvari i smetnje u rastu biljaka zbog oslobađanja teških metala. U Republici Hrvatskoj je na području Gorskog kotara koji je daleko od većih izvora onečišćenja izmjereno veće onečišćenje tla nego u nekom urbanom području, a razlog je to što je putem atmosfere onečišćenje iz industrijskog dijela Italije, a manjim dijelom iz područja Rijeke dospjelo na područje Gorskog kotara (BULJAN, 2020.).

#### 2.5.6. Utjecaj erozije na tlo

Erozija zemljišta postala je veliki problem jer obuhvaća velika područja i nanosi štete koje se ne mogu nadoknaditi. To je gubitak gornjeg plodnog sloja bogatog humusom koji je ključan za rast vegetacije. Osim poljoprivrede i građevinski radovi mogu znatno ubrzati stupanj erozije jer se prije gradnje otvara površinski sloj koji je stabiliziran biljkama pa se erozija znatno povećava. Deforestacijom dolazi do ubrzanje erozije tla

zato što se na nekom području koje je pokriveno šumom tlo erodira 100 puta sporije nego na nekom području koje je pokriveno travom (BULJAN, 2020.).

#### 2.5.7. Zaštita tla

U Republici Hrvatskoj po stanovniku otpada 0,45 ha obradivog tla što je relativno povoljan odnos za prehranu stanovništva. Da bi se tlo zaštitilo potrebno je:

- Voditi prostornu i zemljišnu politiku s obzirom na prirodne osobitosti tla kao i na potrebe današnjih i budućih naraštaja za kvalitetnim tlom
- U poljoprivredi i šumarstvu zamijeniti zastarjele načine obrade novim mjerama koje čuvaju kvalitetu tla
- Kvalitetno poljoprivredno tlo koristiti samo u poljoprivredne svrhe
- Prilikom definiranja novog građevinskog područja provesti ekološke i ekonomske analize korištenja i zaštite zemljišta

Zakoni kojima se štiti tlo u RH su:

- Zakon o zaštiti okoliša
  - Zakon o zaštiti prirode
  - Zakon o prostornom uređenju i gradnji
  - Zakon o poljoprivrednom zemljištu
  - Zakon o rudarstvu
  - Zakon o šumama
- (BULJAN, 2020.)

### **3. ODRŽIVO GOSPODARENJE OTPADOM**

#### **3.1. Otpad i njegova podjela prema mjestu nastanka i svojstvima**

Otpad je svaka tvar koju posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti, ili svaki predmet ili tvar čije su sakupljanje, prijevoz i obrada nužni za zaštitu javnog interesa.

Prema mjestu nastanka otpad dijelimo na komunalni i proizvodni.

Komunalni otpad je onaj iz kućanstva, ili otpad iz neke uslužne ili proizvodne djelatnosti ako je po svom sastavu i svojstvima sličan otpadu iz kućanstva.

Proizvodni otpad nastaje u raznim proizvodnim procesima u industriji, obrtu i drugim djelatnostima, a od komunalnog otpada razlikuje se po svom sastavu i svojstvima.

Prema svojstvima otpad dijelimo na opasni, neopasni i inertni.

Opasni otpad u sebi sadrži tvari koje imaju jedno od ovih svojstava : zapaljivost, reaktivnost, toksičnost, štetnost, nagrizanje, nadražljivost, kancerogenost i svojstvo da ispuštaju otrovne plinove kada reagiraju s nekim drugim otpadom ili kada se biološki razgrađuju. Veliku opasnost čini opasni otpad koji nastaje u kućanstvu (baterije, lijekovi kojima je prošao rok, ambalaža od pesticida i sl.), koji bi se trebao posebno odvajati i predati u reciklažna dvorišta ali najčešće zbog nedovoljne odgovornosti i educiranosti ljudi završi u komunalnom otpadu.

Neopasni otpad u sebi ne sadrži svojstva opasnog otpada, a njega čine otpad iz poljodjelske, ribarske, lovačke vrtlarske i primarne proizvodnje, kao i otpad od pripremanja hrane i pića.

Inertni otpad ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama, odnosno on nije zapaljiv, ne otapa se u vodi i ne reagira kemijski s drugim vrstama

otpada. Nije opasan po zdravlje ljudi, i za okoliš jer ne ispušta nikakve štetne tvari (SOFILIĆ, BRNARDIĆ, 2015.).



Slika 3. opasni otpad u kućanstvu

### 3.2. Načela gospodarenja otpadom

Gospodarenje otpadom temelji se na provedbi načela zaštite okoliša:

- Načelo onečišćivač plaća – proizvođač otpada snosi troškove mjera gospodarenja otpadom, te financijski odgovora ukoliko dođe do štete koju je prouzročio njegov otpad.

- Načelo blizine – prema ovom načelu otpad se mora obraditi u najbližoj odgovarajućoj građevini ili uređaju za obradu otpada u odnosu na lokaciju nastanka otpada.
- Načelo samodostatnosti – gospodarenje otpadom treba se obavljati na samodostatan način tako da omogućava neovisno ostvarivanje propisanih ciljeva na razini države, pri tome uzimajući u obzir zemljopisne okolnosti i potrebu za izgradnjom građevina za posebne kategorije otpada.
- Načelo sljedivosti – utvrđivanje porijekla otpada s obzirom na proizvod, ambalažu i proizvođača tog proizvoda (DRMIĆ, 2012.).

### **3.3. Gospodarenje otpadom**

Organiziranje skupljanja otpada prvi je korak u gospodarenju otpadom, a često je postotak sakupljanja otpada odraz razvijenosti neke zemlje. Razvijene zemlje sakupljaju i odvoze otpad kod čak 90% svojeg stanovništva, dok je kod zemalja u razvoju taj postotak daleko manji, odnosno oko 35%. Stoga u takvim zemljama ne skupljeni otpad završava posvuda u okolišu, što osim estetskog i higijenskog problema može biti i velika opasnost ukoliko među tim otpadom bude opasnog otpada. Samo je nekolicina zemalja do sada ( u zadnje vrijeme sve više i Hrvatska), organizirala odvojeno sakupljanje otpada već na mjestu nastanka. To su najčešće odvojeni spremnici za papir, staklo, plastiku, metal i biootpad, koji mogu biti posebno raspoređeni po kućanstvima, ili ih može dijeliti više kućanstava. Također otpad se odvojeno može sakupljati tako da se odvozi na tzv. „eko otoke“ ili reciklažne centre. U centre građani mogu donijeti i različita kemijska sredstva koja više ne koriste, istrošene baterije, stare akumulatore, metal, lijekove kojima je prošao rok trajanja i sl.

Prije industrijske upotrebe odvojeni otpad treba sortirati, jer građani greškom ili namjerno ubacuju otpad koji ne spada u neki od spremnika za odvajanje otpada. Posebna kategorija kod odvojenog skupljanja otpada je ambalažni otpad. kako bi

smanjila količinu ambalažnog otpada Europska unija donijela je posebnu direktivu kojom su svi oni koji ambalažu stavljaju na tržište, dužni pobrinuti se za njezino zbrinjavanje. Proizvođači ambalaže moraju osigurati najmanje 50% iskorištavanja otpadne ambalaže, pri čemu trebaju izravno reciklirati najmanje 25% ukupne ambalaže, ovi uvjeti obavezni su za svaku članicu EU, kao i za zemlje koje će postati buduće članice (SPRINGER, 2001.).



Slika 4. Divlje odlagalište otpada

Iz strategije EU za gospodarenje otpadom opće prihvaćeno načelo je takozvano načelo „četiri R“, a to znači:

Reduction: smanjenje i sprječavanje nastanka otpada postavljenjem tehničkih standarda, razvojem novije i čišće tehnologije, edukacije i sl.

### 3.3.1. Reuse: ponovna uporaba otpada

Recycling: recikliranje je postupak kojim se ambalaža ponovno upotrebljava, ali uz prethodnu pripremu, stoga se razlikuje od prethodnog postupka jer nema izravne ponovne primjene.

Recovery: regeneracija materijala i energije je postupak kojim se kemijskom, fizikalnom i toplinskom pretvorbom materijala ponovno proizvodi materijal ili energija (BULJAN, 2020.).



Slika 5. Mobilno reciklažno dvorište

### 3.4. Zbrinjavanje otpada

Napredni sustavi zbrinjavanja otpada obuhvaćaju različite tehnologije iskorištavanja svojstava otpada ( sirovinska, biološka, energetska), u svrhu smanjenja negativnih učinaka otpada. Primjenom nove zakonske obaveze članicama EU-a po kojoj udio organskog ugljika ne bi trebao biti veći od 5%, bitno će se povećati pred obrada otpada prije njegovog trajnog odlaganja.

Razlikujemo sljedeće tehnologije obrade otpada:



- Mehanička obrada
- Biološka obrada
- Termička obrada
- Fizikalno - kemijska obrada

#### 3.4.1. Mehaničko biološka obrada

Koncept mehaničko biološke obrade otpada razvio se zbog želje da se reducira količina biorazgradivog otpada koji se odlaže na odlagalištima, odnosno da se sustavom automatske separacije omogući povrat korisnih sirovina iz otpada. Ovu tehnologiju obuhvaćaju dva ključna procesa, a to su mehanička i biološka obrada otpada. Mehanička obrada podrazumijeva postupke usitnjavanja i peletizacije, drobljenja i mljevenja te prosijavanja otpadnog materijala. Biološka obrada podrazumijeva bio sušenje i bio stabilizaciju, te kompostiranje (aerobnu) ili fermentaciju (anaerobnu) razgradnju.

Kompostiranje ili aerobna biološka obrada vrši se tako da se organski otpad slaže u hrpe. Organski otpad se zatim prevrće rastresa a ako je to potrebno i vlaži. Ovaj proces traje od desetak dana do čak i nekoliko mjeseci, ovisno o vrsti otpada. Kompostiranje se smatra svrsi hodno ukoliko nema nekih sofisticiranijih metoda zbrinjavanja organskog otpada. velika prednost kod kompostiranja je ta što ne zahtjeva nikakvu posebnu opremu. Kako bi se smanjila ukupna količina otpada građane treba educirati i pokazati im kako da kod kuće sami kompostiraju svoj organski otpad, tako mogu proizvesti svoj vlastiti kompost koji onda mogu iskoristiti za vrt i sl.

Fermentacija ili anaerobna biološka obrada otpada ne koristi se često u obradi krutog otpada, dok se u obradi muljeva iz uređaja za pročišćavanje voda vrlo često rabi. Glavni produkt fermentacije je bioplin koji ima oko 60% ogrjevne moći pa se koristi za grijanje (JAKELJIĆ, 2016.).

### 3.4.2. Termička obrada

Termička obrada otpada djelotvoran je, ali nešto skuplji proces obrade komunalnog otpada. Ovakav način obrade otpada ima gotovo svaki veći europski grad, a njegova velika prednost je ta što ne zahtijeva veliku površinu kao postrojenja za mehaničko – biološku obradu otpada. Sa stajališta zaštite okoliša (ako se koriste pročišćavači u dimnjacima, i oslobođena energija iskoristi) ovaj način obrade otpada je jedno od najprihvatljivijih rješenja. U osnovi spalionica (energana na otpad) identična je termoelektrani na kruto gorivo, stoga ako nema sustav za pročišćavanje plinova koje emitira jednako je štetna za okoliš kao i termoelektrana na kruto gorivo. Osnovne vrste termičke obrade otpada su spaljivanje i piroliza.

Spaljivanje (potpuna oksidacija organskih sastojaka otpada), je postupak čijom se oslobođenom energijom proizvodi električna i toplinska energija.

Piroliza (termička razgradnja organskog dijela otpada bez prisutnosti, ili uz kontrolirani dotok zraka). Proizvod ovog procesa je pirolitički plin koji svojim izgaranjem daje toplinsku energiju. Ostatci izgaranja su kruti ili tekući katrani koji se mogu dalje iskoristiti u druge svrhe. Prema rasponu temperatura pri kojima se obavlja piroliza (JAKELJIĆ, 2016.).



Slika 6. Spalionica otpada u Beču

#### 3.4.3. Fizikalno – kemijska obrada otpada

Ova metoda podrazumijeva korištenje fizikalnih i kemijskih metoda u obradi otpada, a cilj je da otpad postane bezopasan ili da se iskoristi u druge svrhe. Najčešće metode fizikalno – kemijske obrade otpada su taloženje, kristalizacija, reakcije neutralizacije, oksidacije i sl. Ovakvom načinu obrade najviše se podvrgava industrijski otpad koji se onda pretvara u sirovinu.

#### 3.4.4. Odlaganje otpada i sanacija odlagališta

Otpad koji se odlaže na odlagalištima vrlo je aktivan, jer se prilikom razgradnje organskog djela otpada oslobađaju plinovi koje nazivamo deponijski plinovi, a prilikom doticaja otpada s vodom nastaju procjedne vode koje onda završavaju u podzemnim vodama. Prema utjecaju na okoliš, deponiji se razvrstavaju u dvije kategorije:

I – za zahtjevniji otpad u koji spadaju sve vrste komunalnog otpada i neke vrste industrijskog otpada.

II – za manje zahtjevan otpad

Odlagališta (deponiji) moraju imati osigurano brtvljenje vode s gornje i donje strane, pročišćavača procjednih voda i osiguran sustav otplinjavanja odlagališnog plina.

Kod neuređenih odlagališta javljaju se dvije mogućnosti rješavanja problema:

-Uređenje odlagališta bez obrade prethodno odloženog otpada, a štetan utjecaj otpada smanjuje se kako vrijeme prolazi.

-Sanacija odlagališta kod koje se obrađuje odloženi otpad, odnosno iskorištava se materijal i energija dobivena iz otpada. Kod ovog načina štetan utjecaj otpada smanjuje se i potpuno uklanja u kratkom vremenu.

Kod ove metode nude se dva rješenja, a to su in-situ i ex-situ.

In-situ podrazumijeva iskopavanje otpada, čišćenje stare lokacije, a zatim odlaganje otpada na novouređenu plohu.

Ex-situ podrazumijeva uklanjanje i prijevoz otpada u postrojenja za obradu otpada (termičku ili mehaničko-biološku ) ili odvoz otpada na neku drugu lokaciju (ANONYMOUS d, 2020.).

### **3.5. Odvojeno sakupljanje otpada**

Ulaskom u Europsku uniju, Hrvatska se obavezala putem nadležnih tijela osigurati odvojeno sakupljanje otpadnog papira, plastike, stakla, elektroničkog otpada, otpadnih guma, otpadnih ulja, otpadne odjeće i obuće i medicinskog otpada. U

Hrvatskoj je to organizirano tako da je svaka jedinica lokalne samouprave dužna osigurati odvojeno prikupljanje otpada, tako da:

1. Osigura funkcioniranje jednog ili više reciklažnih dvorišta, ili mobilnih jedinica za odvojeno prikupljanje otpada.
2. Postavi dovoljan broj spremnika za odvojeno prikupljanje različitih vrsta otpada.
3. Obavijesti lokalno stanovništvo o lokaciji reciklažnog dvorišta, mobilnih jedinica i spremnika za odvojeno sakupljanje opasnog otpada i drugih vrsta otpada koji se odvojeno sakuplja.
4. Osigura uslugu prijevoza glomaznog komunalnog otpada na zahtjev korisnika usluge.



Slika 7. spremnici za odvojeno sakupljanje otpada u Općini Nuštar

## **4. ODLAGALIŠTE OTPADA JAKUŠEVAC / PRUDINEC**

### **4.2. Odlagalište**

Odlagalište Jakuševac-Prudinec je odlagalište za komunalni i neopasni otpad grada Zagreba i bliže okolice. Sanacija odlagališta obavlja se od 2000. godine, prema građevnoj dozvoli. Građenje će se obavljati dok se ne popune sve plohe, a potom stavi završni prekrivni sloj, i izvedu svi zdenci za otplinjavanje. Odlagalište je suvremen pogon u kojem se reciklira građevinski otpad, proizvodi plin i kompost. Odlagalište je podijeljeno u šest ploha, s tim da je šesta ploha dodatno podijeljena na tri dijela zbog svoje velike površine. Dnevno se na odlagalište dopremi oko 970 tona otpada, što je na godišnjoj razini oko 350 000 tona otpada. Na samom ulazu u odlagalište nalaze se 3 elektroničke mostne vage na kojima se vozila važu prilikom ulaska i izlaska iz odlagališta. Prilikom vaganja vrši se i vizualna kontrola, kao i preuzimanje obavezne dokumentacije. Na ulazu se nalazi i uređaj za mjerenje radioaktivnosti, kao i videonadzor. Nakon vaganja otpad se privremeno skladišti na platou za iskoristivi otpad, gdje se onda uzima sav otpad koji je koristan. Korisni otpad šalje se na postupak oporabe ili se šalje ovlaštenim tvrtkama (ANONYMOUS c, 2020.).



Slika 8. Odlagalište otpada Jakuševac – Prudinec

#### **4.3. Reciklaža građevinskog otpada**

Građevinski otpad razvrstava se, a potom se odlaže na postrojenje za reciklažu građevinskog otpada. U postrojenju se otpad drobi s dvije drobilice, a istovremeno se izdvajaju metal i druge nečistoće. Građevinski otpad se razvrstava i odlaže na postrojenje za reciklažu građevinskog otpada. Na postrojenju se građevinski otpad obrađuje i razvrstava ovisno o frakcijama dobivenim nakon obrade. Postrojenje može primiti 50 tona otpada po satu, a iz njega se dobivaju različite granulacije materijala koji se može koristiti za razne građevinske potrebe (ANONYMOUS c, 2020.).



Slika 9. Građevinski otpad nakon obrade

#### **4.4. Gospodarenje plinom**

Sustav za gospodarenje plinom izgrađen je na zadnjem djelu odlagališta, a na tom će se dijelu pri završetku gradnje također izbušiti zdenci za otplinjavanje.

Sustav za otplinjavanje ugrađen je u pojedine plohe koje se više ne koriste za ugrađivanje otpada. Sustav se sastoji od perforiranih cijevi koje skupljaju plin koji nastaje raspadanjem organskih tvari. Nastali plin se zatim kompresorima izvlači i odvodi u stanicu za skupljanje bioplina. U stanici za prikupljanje bioplina vrše se



analize kemijske kvalitete plina, a zatim se plin tlači i odvozi potrošačima. Najveći dio bioplina završi u plinskim motor-generatorima koji služe za proizvodnju električne energije. Preostala količina plina se spaljuje u visokotemperaturnim bakljama.

mTEO plinsko postrojenje je postrojenje u kojem se stvara električna energija, a od prosinca 2004. do lipnja 2020. godine u postrojenju je proizvedeno 148.473 MWh električne energije (ANONYMOUS c, 2020.).



Slika 10. postrojenje za gospodarenje plinom

#### **4.5. Biokompostana**

Biokompostana izgrađena je na sjevernom dijelu odlagališta, a u njoj se aerobnim procesom proizvodi kompost koji se dobiva iz odvojeno prikupljenog biootpada (lišće,

grane, piljevina i sl.). Kompost se zatim miješa sa zemljom u onoj mjeri koja jamči generiranje tla prirodne kvalitete.

Biokompostana se sastoji od dva dijela od kojih je jedan za mehaničko-biološku obradu otpada u postrojenju zatvorenog tipa u kojem se procesi potpuno kontroliraju i reducira se neugodni miris. Drugi dio je otvorenog tipa i u njemu se generira tlo u hrpama, o čemu je već bilo riječi u prethodnom dijelu završnog rada (ANONYMOUS c, 2020.).

#### Pročišćavanje procjednih voda

Procjedne vode u odlagalištu nastaju kada se produkt razgradnje organskog dijela otpada pomiješa s oborinskim vodama. Takva se zagađena voda zatim sustavom drenažnih cijevi prenosi u sabirne bunare kojih ima dva (sjever i jug). Iz bazena se voda pomoću vodenih pumpi prenosi u sustav za pročišćavanje vode.

Posebno važan dio zaštite okoliša je interventni crpni sustav koji se sastoji od četiri zdenca kojima je zadaća da crpe zagađenu podzemnu vodu. Obilazak i kontrola ovog sustava vrši se svaki dan. Interventni crpni sustav stvara barijeru koja onemogućuje zagađenoj vodi da dođe do Črnkovca gdje su pričuve vrlo kvalitetne podzemne vode (ANONYMOUS c, 2020.).



Slika 11. Uređaj za pročišćavanje procjednih voda

#### **4.6. Monitoring**

Za praćenje kvalitete rada odlagališta izuzetno je važan sustav monitoringa, kojim se prati kakvoća zraka na imisijskoj postaji u naselju Jakuševac, vrši se kemijska analiza podzemnih voda, prati se kakvoća procjednih voda na 3 lokacije, a vrši se i upravljanje interventnim crpnim sustavom koji služi za prihvaćanje zagađene podzemne vode, čime se osigurava zaštita budućeg crpilišta pitke vode Črnkovec (ANONYMOUS c, 2020.).

## 5. ZAKLJUČAK

Zaštita okoliša i gospodarenje otpadom u prošlosti su bili teme koje su zanemarivane, međutim razvojem znanosti i povećanjem svijesti ljudi u posljednjih nekoliko desetljeća ova problematika se sve više obrađuje. Europska unija jedan je od glavnih pokretača politike zaštite okoliša na svjetskoj razini donošenjem odredbi i postavljanjem standarda kojima se uvelike smanjuju negativni utjecaji na okoliš. Glavni cilj odredbi je cjelovito upravljanje zaštitom okoliša, odnosno usklađivanje mjera kojima je svrha ostvarivanje jedinstvene zaštite okoliša, izbjegavanje i smanjivanje rizika po okoliš te poboljšavanje i ostvarivanje učinkovite zaštite okoliša. Odredbe su obavezne za sve sadašnje i buduće članice, pa je tako i Hrvatska morala ostvariti određene standarde kako bi pristupila Europskoj uniji. Ulaskom Hrvatske u Europsku uniju značajno se poboljšavaju mjere za zaštitu okoliša, javlja se veća potreba za stručnjacima u području zaštite okoliša a samim time i nova radna mjesta, te se općenito poboljšava kvaliteta života stanovnika koji i sami postaju svjesniji da se promjena može desiti samo ako i oni sami odluče činiti dobro za okoliš.

## 6. LITERATURA

1. ANONYMOUS, a (2020): Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske, 2.9.2020  
<https://mzoe.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/klima/zastita-ozonskog-sloja-i-fluorirani-staklenicki-plinovi/sto-je-to-ozon-i-ozonska-rupa/1949>
2. ANONYMOUS, b (2020): NASA advanced supercomputing division, 6.9.2020.  
<https://www.nas.nasa.gov/moved/ozone.html>
3. ANONYMOUS, c (2020): Zagrebački holding (ZGOS), 5.9.2020.  
<https://www.zgh.hr/o-nama/podruznice-trgovacka-drustva-i-ustanove-2176/zgos/2192>
4. ANONYMOUS, d (2020.): Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, 4.10.2020  
[https://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje\\_otpadom/odlagalista\\_otpada\\_i\\_sanacije/](https://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje_otpadom/odlagalista_otpada_i_sanacije/)
5. BULJAN, H., (2020): Zaštita okoliša. Interna skripta, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, str: 79-110.
6. ČRNEK, N., (2018): Onečišćenje i zaštita voda. Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, str: 12-16., 14.8.2020.  
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/vuka%3A1024/datastream/PDF/view>
7. DRMIĆ, A., (2012): Načela gospodarenja otpadom i njihovo značenje. Stručni rad, Zagreb., 6.11.2020.  
<https://hrcak.srce.hr/130614>
8. SOFILIĆ, T., I. BRNARDIĆ, (2015): Održivo gospodarenje otpadom. Metalurški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, str.: 11-20. 11.10.2020.  
<https://www.simet.unizg.hr/hr/nastava/predavanja/preddiplomski-sveucilisni->

[studij-metalurgija/3-godina-preddiplomskog-studija/odrzivo-gospodarenje-otpadom/view](#)

9. GRIZELJ, ŠIMIĆ V., (2016): Kontrola izvora onečišćenja voda. Hrvatske vode, Zagreb, str: 48., 6.11.2020.  
[https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=236561](https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=236561)
10. JAKELJIĆ, M.,(2016.): Metode obrade i recikliranja komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. Str: 13-18,10.10.2020.  
<https://repositorij.sumfak.unizg.hr/islandora/object/sumfak%3A625/datastream/PDF/view>
11. PAVIŠA, P., (2020.): Onečišćenje zraka u Republici Hrvatskoj. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet. Str: 13-14., 7.11.2020.  
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/efzg:5303>
12. SOFILIĆ T., (2014): Onečišćenje i zaštita tla. Metalurški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str.: 36., 6.11.2020.  
<https://www.bib.irb.hr/686398?rad=686398>
13. SPRINGER, O.P., (2001): Ekološki leksikon. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja Republike Hrvatske, Zagreb. str.: 143 – 160.