

# SUVREMENA INDUSTRIJA I IZVORI ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U OKOLIŠU

---

**Ostroški, Leon**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*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:128:040876>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



**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 REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Leon Ostroški

**Suvremena industrija i izvori onečišćujućih  
tvari u okolišu**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Leon Ostroški

**Modern industry and sources of environmental  
pollutants**

Final paper

Karlovac, 2022.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Leon Ostroški

**Suvremena industrija i izvori onečišćujućih  
tvari u okolišu**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr. sc. Jasna Halambek v. predavač

Karlovac, 2022.



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

Klasa:  
602-11/\_\_\_-01/\_\_\_

Ur.broj:  
2133-61-04-\_\_\_-01

Datum:

## ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA

Ime i prezime	Leon Ostroški		
OIB / JMBG			
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail			
Matični broj studenta			
JMBAG			
Studij (staviti znak <b>X</b> ispred odgovarajućeg studija)	<input checked="" type="checkbox"/> preddiplomski	<input type="checkbox"/> specijalistički diplomski	
Naziv studija	Stručni studij sigurnosti i zaštite		
Godina upisa			
Datum podnošenja molbe			
Vlastoručni potpis studenta/studentice			
Naslov teme na hrvatskom: <b>Suvremena industrija i izvori onečišćujućih tvari u okolišu</b>			
Naslov teme na engleskom: <b>Modern industry and sources of environmental pollutants</b>			
Opis zadatka:  Cilj završnog rada je analizirati suvremenu industriju te njezine izvore onečišćujućih tvari u okolišu. Uz pomoć dostupne literature prikazati će se razvoj industrije kroz povijest, njezin utjecaj na okoliš, a poseban naglasak dati će se na onečišćenja autoindustrije koja ima izričito velik značaj onečišćenja u suvremenoj industriji.			
Mentor:	Predsjednik Ispitnog povjerenstva:		

## PREDGOVOR

Izjavljujem da je Završni rad pod naslovom **Suvremena industrija i izvori onečišćujućih tvari u okolišu** isključivo mojeg vlastitog rada i da se temelji na mojim istraživanjima. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno prepisan. Kako ne bi kršio nečija autorska prava.

Želio bih se zahvaliti svim profesorima na prenesenim znanjima tijekom 3. godine studija, a posebno se želim zahvaliti svojoj mentorici dr.sc. Jasni Halambek što je prihvatila biti mentorica i pomogla mi pri izradi ovog završnog rada.

Zatim se posebno zahvaljujem prijateljima, kolegama i cijeloj svojoj obitelji na velikoj podršci, a najviše roditeljima koji su me uvijek podržavali i motivirali kroz ovaj studij. Bez njih ovo ne bi bilo moguće.

Veliko Hvala svima!

Leon Ostroški

## SAŽETAK

Intenzivan i negativan utjecaj rasta broja stanovnika na okoliš relativno je suvremena pojava, koja je uočena u posljednja dva stoljeća. Sve je više otpadnih tvari u biosferi. Kruti, tekući, plinoviti, a u novije vrijeme i opasni otpad ispušta se ili odlaže u okoliš. Uzrok tome se može potražiti u industrijskoj revoluciji koja je na stanoviti način omogućila demografsku ekspanziju, jer je pridonijela zadovoljenju osnovnih životnih potreba čovjeka kao biološke vrste. Možemo reći da budućnost industrije leži u recikliranju materijala i u obnovljivim izvorima energije. Stoga je cilj ovog završnog rada obraditi suvremenu industriju i njezine izvore onečišćujućih tvari u okolišu kako bi ih čovjek u budućnosti nastojao neutralizirati ili minimizirati.

**Ključne riječi:** Industrijska revolucija, suvremena industrija, izvori onečišćujućih tvari, opasni otpad.

## SUMMARY

The intense and negative impact of growth population on the environment is a relatively modern phenomenon, which has been observed in the last two centuries. There is more and more waste material in the biosphere. Solid, liquid, gaseous and more recently, hazardous waste is discharged or dumped into the environment. The reason for this can be found in the industrial revolution, which in a certain way enabled demographic expansion, because it contributed to the satisfaction of the basic life needs of man as a biological species. We can say that the future of the industry lies in material recycling and renewable energy sources. Therefore, the goal of this final paper is to process the modern industry and its sources of pollutants in the environment so that in the future man will try to neutralize or minimize them.

**Keywords:** Industrial revolution, modern industry, sources of pollutants, hazardous waste.

# SADRŽAJ

<b>ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA</b> .....	I
<b>PREDGOVOR</b> .....	II
<b>SAŽETAK</b> .....	III
<b>SUMMARY</b> .....	III
<b>SADRŽAJ</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Predmet i cilj rada</b> .....	1
<b>1.2. Struktura i sadržaj</b> .....	2
<b>2. INDUSTRIJA</b> .....	3
<b>2.1. Razvoj industrije</b> .....	3
<b>2.2. Podjela Industrije</b> .....	5
<b>3. SUVREMENA POJAVA GLOBALNIH RAZMJERA</b> .....	6
<b>3.1. Globalne klimatske promjene</b> .....	6
<b>3.2. Globalno zagrijavanje Zemljine atmosfere</b> .....	6
<b>3.3. Smanjivanje ozona u atmosferi</b> .....	8
<b>4. SUVREMENA INDUSTRIJA</b> .....	10
<b>4.1. Čišća proizvodnja</b> .....	10
<b>4.2. Strategija ekološkog poslovanja</b> .....	11
<b>4.3. Ekološka učinkovitost</b> .....	11
<b>4.4. Automobilska industrija</b> .....	13
<b>4.4.1. Električni automobili</b> .....	13
<b>4.4.2. Hibridna vozila</b> .....	13
<b>4.4.3. Dizelska i benzinska vozila</b> .....	14
<b>4.4.4. Vozila na vodik</b> .....	14
<b>4.4.5. Vozila na plin</b> .....	15
<b>5. UGROŽENA DOBRA OKOLIŠA</b> .....	16
<b>5.1. Zrak</b> .....	16
<b>5.1.1. Izvori onečišćenja zraka</b> .....	16
<b>5.1.2. Kvaliteta zraka u Hrvatskoj</b> .....	17
<b>5.1.3. Štete od onečišćenja zraka</b> .....	18
<b>5.1.4. Obrada i uklanjanje onečišćujućih tvari i plinova</b> .....	18
<b>5.1.5. Glavne mjere za zaštitu zraka od onečišćenja</b> .....	19
<b>5.2. Vode</b> .....	20



5.2.1.	Značenje voda i njihova potrošnja .....	20
5.2.2.	Štete zbog onečišćenja voda .....	20
5.2.3.	Procesi obrade otpadnih voda i procesna oprema .....	21
5.2.4.	Mjere za zaštitu voda .....	22
5.3.	Tlo .....	22
5.3.1.	Značenje tla i štete od onečišćenja .....	22
5.3.2.	Procesi i postupci obrade neopasnog otpada .....	22
5.3.3.	Opasni otpad i postupci obrade .....	24
5.3.4.	Zaštitne mjere .....	24
6.	OSTALE VRSTE I IZVORI ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U OKOLIŠU .....	25
6.2.	Električna energija i izvori onečišćenja nastali kod proizvodnje .....	25
6.3.	Radioaktivno zračenje, izvori onečišćenja i zbrinjavanje .....	26
7.	POLITIKA ZAŠTITE OKOLIŠA .....	27
7.2.	Politika zaštite okoliša u Hrvatskoj .....	28
8.	ZAKLJUČAK .....	29
9.	LITERATURA .....	30
10.	POPIS PRILOGA .....	32

# **1. UVOD**

## **1.1. Predmet i cilj rada**

Cilj ovoga rada je analizirati suvremenu industriju te njezine izvore onečišćujućih tvari u okolišu. U prošlosti se nije toliko pažnje pridavalo na onečišćenja okoliša, no porastom čovječanstva i industrije, ovo postaje sve veći problem. Ono što se posljednjih godina čini za zaštitu okoliša, zapravo se ne čini kako bi se okoliš spasio uništenja, nego zato da bi se zaštitio od njegovih štetnih posljedica na ljudsko zdravlje, kvalitetu života i društvo.

Osnovni cilj završnog rada je pojasniti temu suvremene industrije i time prikazati njezine izvore onečišćujućih tvari u okolišu. Uz pomoć navedene literature prikazati razvoj industrije kroz povijest, i većim djelom opisivati njezin utjecaj na okoliš, te prikazati onečišćenja autoindustrije koja ima izričito velik značaj onečišćenja u suvremenoj industriji.

## 1.2. Struktura i sadržaj

Prvo poglavlje uvodi u problematiku završnog rada. Ukratko se opisuje tema i cilj ovog završnog rada. Također se navode metode i načini prikupljanja svih potrebnih informacija vezanih za završni rad. U završnom dijelu prvog poglavlja se opisuje struktura i sadržaj svakog poglavlja.

U drugom poglavlju kao podlogu za navedenu temu i lakše shvaćanje obrađena je tematika industrije od njezine revolucije do danas, njezin štetan utjecaj na okoliš, kao i podjela industrije.

U trećem poglavlju pod nazivom „Suвременa pojava globalnih razmjera“ govori se o globalnim klimatskim promjenama i globalnom zagrijavanju zemljine atmosfere.

Četvrto poglavlje „Suвременa industrija“ usmjereno je na modernu tehnologiju proizvodnje gdje se smanjuje štetno djelovanje industrije i osvrće se na čišću proizvodnju.

U petom poglavlju prikazana su „Ugrožena dobra okoliša“ kako bi se dokazala njihova važnost za život i opstanak života na Zemlji.

U šestom poglavlju prikazane su „Ostale vrste i izvori onečišćujućih tvari u okolišu“ kroz termoelektrane, nuklearne elektrane i njihovo radioaktivno zračenje.

U sedmom poglavlju „Politika zaštite okoliša“ govori se o njezinim ciljevima i unapređenju kvalitete okoliša.

Na samom završetku rada prikazane su literature i slike koje su se koristile kao podloga u izradi ovog završnog rada.

## 2. INDUSTRIJA

„Osposobite se dobrim obrazovanjem. Zatim s pomoću tog obrazovanja izgradite državu dostojnu svojih beskrajnih mogućnosti.“

Michelle Obama

Sve većim razvojem novih tehnologija čovjek je svojim utjecajem i aktivnostima proširio granice svoje vrste. U početku je čovjek cijenio iskorištavanja prirodnih dobara i uvažavao zakone prirode, no samim njegovim razvojem i razvojem civilizacije, ljudska zajednica je počela koristiti sve više energije gradeći bolje živote i ujedno se s time stvaralo sve više otpada koju prirodni okoliš nije mogao apsorbirati i čimbenici koji ugrožavaju okolinu postali su kompleksniji, tako je stanje okoliša danas jedna od najvećih briga čovječanstva.

### 2.1. Razvoj industrije

Industrija se kao pojam definira kao gospodarska djelatnost koja primjenom strojeva i mehaniziranog radnog procesa ostvaruje masovnu i standardiziranu proizvodnju. Nagli napredak industrije se dogodio u 18. stoljeću i obično se vezuje za otkriće parnog stroja i škotskog inženjera James Watt- a koji ga je osmislio i usavršio 1784. godine u Engleskoj. U ostalim zemljama razvoj industrije je započeo tek nešto kasnije. Tako je razvoj industrije u Francuskoj započeo 1815. godine u vrijeme napoleonskih osvajanja, u Njemačkoj zbog loših uvjeta industrija započinje tek 1848. godine. Prije parnog stroja, strojevi su se pokretali pomoću životinja i snagom vode, a od otkrića novog izvora pare (energije), prirodni izvori energije su postali sekundarni izvor. 1772. godine u Londonu je proradila i prva tvornica na parni pogon. Kako je transport sve više bio nužan, revolucija je zahvatila kopneni i morski promet, tako je 1807. godine izrađen prvi parobrod „Clermont“. Prva parna lokomotiva je izgrađena 1814. godine, a izradio je George Stephenson. Razvojem željezničkog prometa omogućen je prijevoz robe i ljudi kopnenim putem. Nastavkom razvoja industrije i željeznica 1930. godine uspostavljena je i prva redovna linija. Razvoj prometa povukao je sa sobom i razvoj u ostalim granama industrije. Ugljen, osim što je pokretao parne strojeve pridonio je razvoju metalurgije, tako je proizvodnja sirovina (željeza) porasla.

Početakom 1870-ih godina bio je najrašireniji proizvodni sustav u svijetu. Zadnju trećinu 19. stoljeća obilježili su znatan tehnički napredak (nove metode proizvodnje čelika, razvitak kemijske tehnologije, uvođenje električne energije, itd.) širenje industrije, organizacija poljoprivrede na širokoj osnovi i koncentracija proizvodnje. Od 1775. do 1905. godine došlo je do važnih promjena u alatima, tipovima upotrijebljene energije, tehnikama i materijalnim uvjetima proizvodnje općenito. Ljudi su u tom razdoblju bili svjedoci razvitka potpuno novih sredstava transporta i komunikacija. Početkom 1870-ih godina kapitalizam je bio najrašireniji proizvodni sustav u svijetu. Kapitalizam i industrijalizacija odnosno njihov egoizam prodiru sve više u neobnovljive izvore zemlje crpeći naftu i tako stvaraju nove oblike onečišćenja kao npr. izlivanje nafte iz tankera, kvarovi naftovoda. Možemo reći da je industrija veliki potrošač, ali isto tako i veliki onečišćivač.

Brz i prostorno neravnomjeran razvoj industrije promijenio je sliku svijeta. Došlo je do promjene strukture stanovništva (porasta), velike zaposlenosti i do ekonomskog povezivanja nacionalnog gospodarstva i njihovog stapanja u svjetsko gospodarstvo. Zbog naglog i neravnomjernog razvoja industrije nastao je veliki raskorak između razvijenih i nerazvijenih zemalja, te tako ubrzao iscrpljivanje proizvodnih resursa i veliko onečišćenje čovjekova okoliša [1].

## 2.2. Podjela Industrije

Prema predmetu rada industrija se dijeli na:

- Ekstraktivna industrija
- Prerađivačka industrija

Prema vrsti proizvoda podjela industrije je sljedeća:

- Teška industrija
- Laka industrija

Grane teške industrije su:

- Energetika
- Rudarstvo
- Metalurgija
- Kemijska industrija
- Građevinska industrija

Grane lake industrije su:

- Prehrambena industrija
- Tekstilna industrija
- Drvna industrija
- Duhanska industrija
- Grafička industrija
- Industrija građevinskih materijala
- Industrija kože i obuće [2]

## **3. SUVREMENA POJAVA GLOBALNIH RAZMJERA**

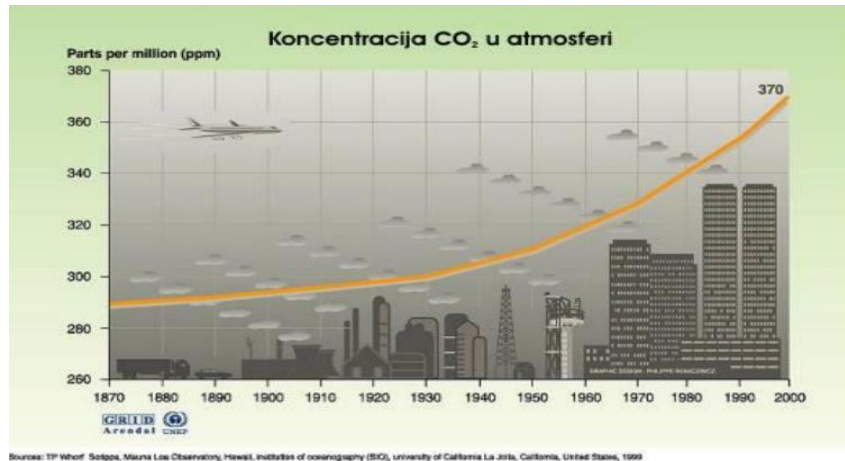
### **3.1. Globalne klimatske promjene**

Povijest dokazuje da su klimatske promjene najčešće izazvane evolutivnim promjenama na Zemlji ili velikim prirodnim katastrofama kao što su na primjer erupcije vulkana, a u posljednjim desetljećima aktivnošću čovjeka. Jedna od najpoznatijih klimatskih promjena prozvana malo ledeno doba (1500-1850. godine) povezuje se s velikim društvenim promjenama u Europi. Zbog zahlađenja stanovnici Europe više su boravili u svojim kućama pa se razvijala znanost i umjetnost. Klima je na kraju malog ledenog doba postala toplija i vlažnija, pa je tada nastupila tzv. bolest krumpira zbog koje je nastupila glad. Slični problemi izazvani promjenom klime pojavili su se i u razdoblju oko 1930. godine u nekim dijelovima SAD-a gdje je došlo do erozije tla. Danas čovjek svojom aktivnošću mijenja globalnu temperaturu. Posljedice bi mogle biti veće nego one koje su izazvale malo ledeno doba. Iako postoje mnogi uzročnici klimatskih promjena, najvažnije je globalno zagrijavanje zemljine atmosfere i nestajanje ozona u atmosferi [3].

### **3.2. Globalno zagrijavanje Zemljine atmosfere**

Dugo prije dolaska civilizacije tanki plinoviti pokrivač što okružuje Zemlju održao je malu količinu sunčeve topline blizu površine Zemlje, dok se veći dio „odbijao“ natrag u svemir. Onečišćenjem zraka, plinski omotač Zemlje sprječava to odbijanje topline u svemir, jer zrake imaju manje energije nego prilikom dolaska. Zato toplina ostaje u atmosferi i dolazi do prekomjernog zagrijavanja, a osnovni mehanizam se naziva učinkom staklenika. U predindustrijskim uvjetima količine plinova na Zemlji bile su u globalnoj ravnoteži, no tijekom industrijske revolucije čovjek je velikim iskorištavanjem energije iz fosilnih goriva, osiromašivanjem šuma (šume apsorbiraju CO<sub>2</sub>) i drugim aktivnostima doveli do znatnog povećanja ugljik(IV)-oksida odnosno ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferi (slika 1.). To povećanje iznosi oko 20% u odnosu na stanje u početku industrijske revolucije. Znanstvenici predviđaju udvostručenje CO<sub>2</sub> u atmosferi u sljedećem stoljeću. Prema mišljenju znanstvenika, akumulacija plinova, tj. učinak staklenika će u sljedećem stoljeću dovesti do zagrijavanja površinske temperature za 1,5 do 2 °C, odnosno temperatura će se prosječno povećavati za 0,3 °C svakih 10 godina. Zagrijavanjem atmosfere izazva se otapanje ledenjaka, dizanja razine mora, poplave, promjene u klimi pojedinih područja, te širenje neplodnih površina i pustinja.

Vodeći računa o globalnim ekološkim gibanjima, mora se kontinuirano preispitivati i prostorni razmještaj gradova i gospodarskih kapaciteta kako ne bi bilo iznenađenja porastom voda, odnosno gubitkom nekih biljnih ili životinjskih vrsta koje mogu predstavljati važne sirovine za proizvodnju.



Slika 1. Globalna koncentracija CO<sub>2</sub> u razdoblju od 1870. do 2000. godine

Izvor: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode; Učinak staklenika URL: [www.mzoupu.hr](http://www.mzoupu.hr)

Mogući učinci globalnog zagrijavanja i promjene klime mogli bi biti presudni za razvoj cijelog planeta. Glavno obilježje tog problema jest velika neizvjesnost koja ga okružuje. Mnoga područja u svijetu već imaju status osjetljivih područja zbog postojanja kombiniranih zemljopisnih i prirodnih te gospodarsko-društvenih okolnosti (područja na niskoj nadmorskoj visini u zemljama u razvoju). Ako se postigne politička suglasnost da je pravilan pristup rješavanju toga problema poduzimanje mjera opreza, on bi uključivao provođenje mjera za smanjivanje emisije stakleničkih plinova i stabilizaciju klime, uz snošljivu i umjerenu promjenu temperature. Zato je potrebno ostvariti međunarodne sporazume da bi se primijenio takav pristup, no kako bi jedne zemlje profitirale, a druge izgubile takav sporazum neće biti lako postići [3].



### 3.3. Smanjivanje ozona u atmosferi

Ozon je plin blijedoplave boje, a u malim koncentracijama je osvježavajućeg mirisa. Vrlo aktivan u oksidacijskim procesima i djeluje razarajuće na organske tvari. U industriji se upotrebljava kao sredstvo za pročišćavanje voda i zraka u zatvorenim prostorima, kao oksidirajuće i izbjeljujuće sredstvo. U atmosferskoj smjesi ozon je tzv. manjinski sastojak, prostorno i vremenski promjenjivog obujmnog udjela koji je manji od 0.001%. Srednja raspodjela ozona u atmosferi ovisi o nadmorskoj visini, zemljopisnim koordinatama, te o dobu dana i godine. Omotač se više smanjuje u određenim godišnjim dobima. U razdoblju od rujna do listopada 1986. godine procijenjeno je da se sloj ozona iznad Antarktika smanjio za 50 % u odnosu na 60-e godine. To je rezultiralo stvaranjem goleme „rupe“, čija je veličina otprilike jednaka zemljišnoj površini SAD-a. Rupa se sama po sebi oporavlja nakon određenog vremena, ali se kasnije ponovno pojavljuje. Istraživanja koja su slijedila otkrila su slično stanje i iznad Arktika, zatim iznad sjeverne hemisfere, pa čak i iznad tropskih područja. Opadanje je najizraženije u donjoj stratosferi (približno 10 do 25 km iznad Zemljine površine) te iznosi prosječno 10 % na desetljeće.

Tablica 1. Sastav zraka

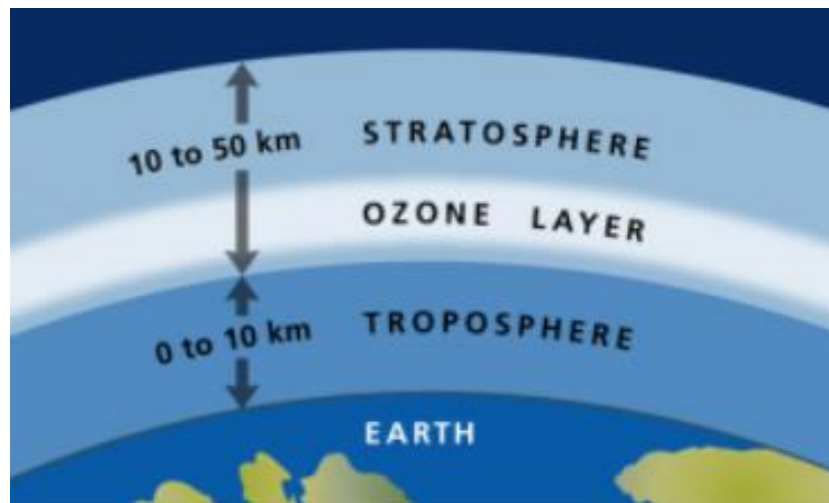
Izvor: <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/kemija-7/m02/j01/index.html>

sastojak	volumni udjel / %
dušik	78,10
kisik	20,93
ugljikov dioksid	0,03
metan	0,00018
argon	0,9325
neon	0,0018
helij	0,0005
kripton	0,0001
ksenon	0,000009

Problem ozona može djelomično zbunjivati. Ozon se, naime, pojavljuje na dvije razine u atmosferi, u stratosferi 15 do 20 kilometara iznad površine Zemlje, i u troposferi, nižem dijelu atmosfere, do 15 kilometara iznad površine Zemlje (slika 2). Ozon je plin koji nastaje prirodnim putem, u stratosferi se skuplja kao ozonski omotač i nalik je tankom pojasu oko Zemlje. Tu je

koncentracija ozona pozitivna jer štiti Zemlju od ultraljubičastog (UV-B) zračenja sa sunca. Tako da apsorbira oko 77 % toga zračenja. Istodobno, ozon koji se taloži u troposferi, može štetno utjecati na zdravlje i vegetaciju, a uključen je i u proces nastajanja kiselih kiša. Stvaranje troposferskog ozona je prirodno, no ono može biti i pojačano međusobnim djelovanjem dušičnih oksida ( $\text{NO}_x$ ), kisika (O) i isparivih organskih spojeva. Na taj način velika razina količine ozona u troposferi nije dobra, za razliku od velikih koncentracija u stratosferi.

Nestajanje ozonskog omotača dovodi do pojačanog Sunčevog zračenja zbog čega je oboljevanje od raka na koži češće. Smanjenjem ozonskog omotača za 1% uzrokuje povećanje ultraljubičastog zračenja za 1 do 2 % te učestalost raka kože za do 3 do 4 % [3].



Slika 2. Raspodjela ozonskog omotača

Izvor: <https://www.energijapozitiva.com/ozonski-omotac-nas-stiti/>

## 4. SUVREMENA INDUSTRIJA

Bilo koja industrijska aktivnost uzrokuje ispuštanje različitih polutanata u okolinu. Nove moderne tehnologije proizvodnje smanjuju štetno djelovanje industrije u prvom stupnju proizvodnje (prerada sirovina i poluproizvoda) gdje se koristi mnogo energije i ujedno se dobiva mnogo otpada. Taj problem je posebno izražen u zemljama u razvoju koje obiluju prirodnim procesima, a strane industrijske kompanije eksploatiraju te resurse. Međutim, ne onečišćuje se okoliš samo eksploatacijom sirovina i preradom poluproizvoda, nego i izradom gotovih proizvoda i njihovom potrošnjom se znatno onečišćuje okoliš. Suvremena ekonomija se fokusirala strogo na izučavanje proizvodnih troškova, zanemarujući štetu koju čovječanstvo trpi.

### 4.1. Čišća proizvodnja

Današnja proizvodnja teži prema „čišćoj proizvodnji“ koja predstavlja primjenu sveobuhvatne preventivne strategije zaštite životne sredine na proizvodne procese, proizvode i usluge sa ciljem povećanja ukupne efikasnosti i smanjenja rizika po zdravlje i životnu sredinu.

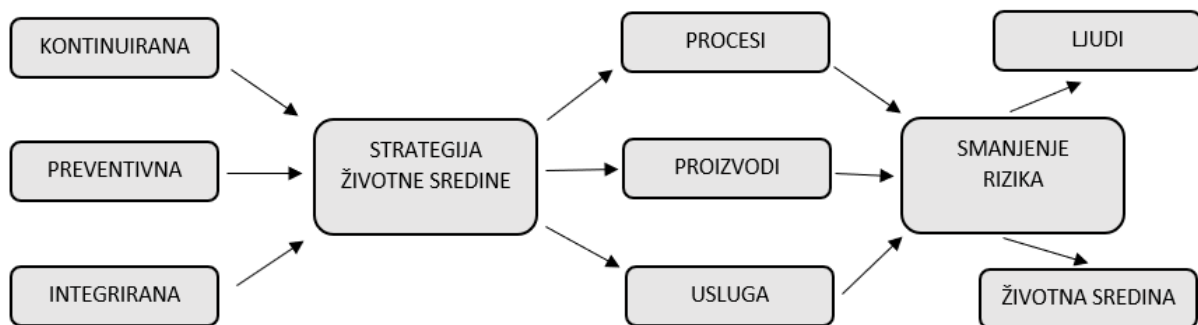
Usmjeravanjem u čišću proizvodnju, poduzeća će klasične zahtjeve za postizanje konkurentnosti i produktivnosti zamijeniti principom sprječavanja i smanjenja otpadnih tokova na sljedeće načine:

- Smislenija uporaba sirovina, vode i energije
- Smanjenjem troškova proizvodnje
- Smanjenjem količine otpada i emisije
- Povećanjem stupnja produktivnosti i bolje kvalitete proizvoda
- Stvaranjem poduzeća koje će biti „prijatelj“ životnoj sredini [4].

U čišću proizvodnju ubrajamo energetske učinkovitost, proizvodnja obnovljive energije i korištenje obnovljivih izvora, te smanjenje i reciklaža otpada. Kako je reciklaža otpada u razvijenim zemljama odavno u uporabi tako postaje prekretnica osvještavanja Hrvatskih građana i poduzeća u 2018. godini. U punoj su snazi izgradnje centara za gospodarenje otpadom i cilj je postići 50% odvojenog komunalnog otpada do 2023. godine [5].

Od sredine 1990-ih Organizacija Ujedinjenih naroda za industrijski razvoj (UNIDO) i Organizacija Ujedinjenih naroda za životnu sredinu (UNEP) (slika 3.) na svjetskom nivou potiču primjenu resursno efikasne i čišće proizvodnje (RECP). „čišća proizvodnja“ je

kontinuirana primjena integrirane i preventivne strategije životne sredine na procese, proizvode i usluge da bi se povećala ukupna efikasnost i time smanjili štete i rizike za životnu sredinu [4].



Slika 3. Sustav čišće proizvodnje prema UNIDO i UNEP

Izvor: <https://www.unido.org/our-focus-safeguarding-environment-resource-efficient-and-low-carbon-industrial-production/resource-efficient-and-cleaner-production-recp>

## 4.2. Strategija ekološkog poslovanja

Kada promatramo strategiju ekološkog poslovanja, briga za okoliš ne postaje samo trošak poslovanja, nego kroz produktivnost i povećanu djelotvornost, niže troškove propisa i marketinške strategije kao moćan izvor konkurentske prednosti.

Odustajanje od relativno neučinkovitog i skupog „end of pipe“ principa prema aktivnim načelima čišće proizvodnje, ekološke učinkovitosti i industrijske ekologije polako se ulazi u temeljna načela upravljanja suvremenog poduzeća i tako stvarajući nove standarde poslovanja koji se očituju kroz kooperativne odnose, marketing i odnose s javnošću te isto tako i industrijske standarde ISO 14000 [6].

## 4.3. Ekološka učinkovitost

Zbog pritiska javnosti i zakonske regulative jedan dio transnacionalnih kompanija okupljen oko Svjetskog poslovnog savjeta za održivi razvoj (WBCSD) započeo je konkurentsku igru zasnovanu na principima održivog razvoja i postepeno proširio njena pravila na sve poslovne sudionike svjetskog tržišta. Ekološka učinkovitost je odnos vrijednosti proizvedenih dobara i usluga prema iznosu troškova izraženih u financijskim pokazateljima. Osnovno pravilo takvog

načina poslovanja je isporuka roba i usluga u kojima se zadovoljavaju ljudske potrebe i donosi kvalitetu života po konkurentskim cijenama, uz progresivno smanjivanje pritiska na okoliš i resurse tijekom životnog vijeka.

Faktori uspjeha ekološke učinkovitosti prema WBSCD-u:

- Smanjiti materijalni intenzitet robe i usluge
- Smanjiti energetske intenzitet robe i usluga
- Ojačati sposobnosti recikliranja materijala
- Smanjiti rasprostiranje toksičnih tvari
- Maksimizirati održivu upotrebu obnovljivih resursa
- Smanjiti egzistenciju materijala
- Povećati servisni intenzitet robe i usluge

WBSCD je ponudio skup općih pokazatelja koji se mogu primijeniti bez obzira na poslovnu djelatnost kako bi poduzećima omogućio mjerljivost njihovih uspjeha na putu ekološke učinkovitosti.

#### 1. Indikatori vrijednosti

- Količina prodane robe ili usluge
- Prodajna vrijednost

#### 2. Utjecaj na okoliš

- Ukupna potrošnja energije
- Potrošnja vode
- Utrošak materijala
- Emisija stakleničkih plinova
- Emisija sastojaka koji oštećuju ozonski omotač [7].

## **4.4. Automobilska industrija**

Kada pričamo o autoindustriji općenito, mislimo na veliki popis kompanija koje su se specijalizirale u područjima proizvodnje, dizajna i naposljetku same prodaje automobila i dijelova za automobile. Razvoj automobilske industrije naveliko utječe na visoku koncentraciju ugljičnog dioksida u atmosferi, stoga proizvođači posebnu pozornost posvećuju smanjenju emisija i zaštiti okoliša. Intenzivno se radi na istraživanju što laganijih materijala za proizvodnju vozila, jer se samim smanjenjem težine vozila smanjuje i emisija ugljičnog dioksida. Istraživanja su dokazala da smanjenjem težine vozila od 10 % rezultira smanjenoj potrošnji goriva od 5 do 7 %. Unatoč razvoju automobila na alternativna pogonska goriva, mnogi analitičari predviđaju kako će benzin i dizelsko gorivo i dalje biti najraširenije još neko vrijeme.

### **4.4.1. Električni automobili**

Električni automobili postaju vrlo važan dio automobilske industrije iako nemaju direktan utjecaj zagađenja zraka tijekom vožnje, to se događa indirektno tijekom njihove proizvodnje gdje se emitiraju velike količine štetnih plinova u zrak. Najveći zagađivači kod električnih automobila su elektrane koje proizvode struju koja ih pokreće, jer tijekom proizvodnje baterija za svaki automobil izbacila dva puta više CO<sub>2</sub> u zrak nego kod bilo kojeg drugog klasičnog automobila. Unatoč svemu električni automobili su i dalje ekološki najbolje rješenje za čišći planet, jer gotov automobil ne ispušta štetne plinove tijekom rada, ali nikako ne može biti „zelen“ jer se prilikom njegove proizvodnje i kod izmjena baterija emitira velike količine plinova [8].

### **4.4.2. Hibridna vozila**

Hibridni automobili za razliku od ostalih vozila koja koriste jedan izvor energije, za pokretanje koriste dva ili više izvora energije. Najviše ih pronalazimo u kombinacijama dizelskog motora ili benzinskog motora s elektromotorom. Na tržištu postoje razni modeli, a najčešći su Nissan, Toyota, Citroen, Honda. Kako je Toyota poznata po svojim automobilima s hibridnim pogonom, odnosno „zelenim“ automobilima Toyota Motor Corporation je izračunala da su od

1997. godine hibridna vozila zaslužna za smanjenje emisije štetnih plinova od 26 milijuna tona ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) kakvu bi emitirala vozila benzinskim motorom [9].

#### **4.4.3. Dizelska i benzinska vozila**

Dizelski motori imaju veći doseg, s obzirom da troše nešto manje goriva od klasičnog benzinskog motora. U nekim slučajevima mogu biti ekonomičniji i učinkovitiji od hibridnih vozila. Za razliku od benzinskih motora, dizelski motori emitiraju manje ugljičnog monoksida/dioksida u okoliš, iako je gorenje dizela više vidljivo od one kod benzina. Benzinski i dizelski motori na cesti imaju veći problem sa štetnim plinovima nego što se prije mislilo. Problem je u razlici emisija ugljikovog dioksida testiranih u laboratorijskim uvjetima i vrijednostima postignutim na cesti, gdje automobili mogu trošiti čak 50 % više goriva što naravno utječe i na veće emitiranje štetnih plinova [10].

#### **4.4.4. Vozila na vodik**

Vodik je kao alternativno gorivo zakonom priznat 1992. godine, a već je 1997. godine na auto salonu u Detroitu predstavljen prvi elektromobil koji je za pokretanje crpio struju iz gorivih vodikovih ćelija. U današnje vrijeme se vodik smatra kao gorivom budućnosti. Velika mu je prednost što je kao gorivo obnovljivo i može se proizvesti u raznim postupcima iz vode i ispuh iz takve vrste automobila je posve čist [11].

Postupci za dobivanje vodika iz vode:

- Solarnom energijom
- Energijom vjetra
- Kemijskim reakcijama termolize i hidrolize ugljikovodika.

#### 4.4.5. Vozila na plin

Prirodni plin se može dijeliti u neke od vrsta. LNG kao (liquefied natural gas) tzv. ukapljeni prirodni plin i CNG kao (compressed natural gas) zemni plin, LPG poznatiji kao autoplina u odnosu na benzin smanjuje emisije toksina i kancerogenih tvari poput benzena i toluena do 96%. Prilikom vožnje na plin, auto u okoliš ispušta oko 70 % manje ugljičnog monoksida i oko 85% manje čađe, zatim 45% manje dušikovih oksida i 10% manje CO<sub>2</sub>. Iako se plin čini kao odlična alternativa za smanjenje emisija štetnih plinova i za spas okoliša, s druge strane imamo niz negativnih stvari koji su dovoljno jaki da otjeraju veliki dio zainteresiranih ljudi i zbog kojih se plin nije uspio jače nadmetnuti [12].

Neke prednosti prirodnog plina:

- Ekonomske prednosti
- Nema čađe
- Nema mirisa
- Nema emisije sumpornih spojeva
- Manje emisije štetnih tvari

Nedostaci prirodnog plina:

- Veća potrošnja goriva
- Manja snaga goriva
- Emisija NO<sub>x</sub> kao kod benzinskih motora [13].



## 5. UGROŽENA DOBRA OKOLIŠA

Iako nam je vrlo teško dokazati važnost dobara okoliša, jer je svako ugroženo dobro kao zrak, voda i tlo podjednako važno za život i opstanak života na Zemlji, no ipak čini se da je onečišćenje zraka u današnje vrijeme najakutniji ekološki problem.

### 5.1. Zrak

Zrak je plinoviti omotač koji okružuje Zemlju i zove se atmosfera. Po sastavu zrak je smjesa od 78% dušika, 21% kisika i oko 0.94% ostalih plinova kao što su ugljikov(IV) oksid, vodena para, ozon, prašine, sumporov(IV) oksid, itd. Emisije koje mogu djelovati na promjenu kvalitete zraka mogu se podijeliti u dvije skupine:

- Emisije koje uzrokuju prirodne pojave
- Emisije koje su neposredno ili posredno posljedica čovjekova djelovanja

Emisije koje su izazvane čovjekovim djelovanjem zovu se antropogene i za prirodni su sustav najopasnije. Međutim ne treba smetnuti s uma da i prirodne emisije znatno utječu na atmosferu. Danas, primjerice Norveška, Austrija, Švicarska iz prekograničnih emisija primaju između 80 i 90% ukupnih emisija. Radi smanjenja opasnosti od onečišćavanja atmosfera uopće, a posebice od prekograničnog onečišćavanja među europskim je zemljama postignut dogovor o smanjenju SO<sub>2</sub> i plinova koji dovode do učinka staklenika. Izrađen je scenarij razvoja pod nazivom Globe I. i Globe II., prema kojima se ograničava onečišćenje atmosfere [3].

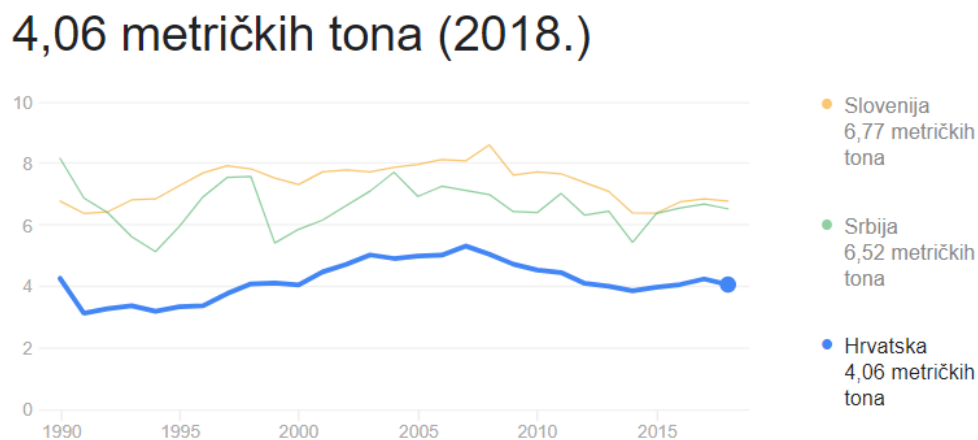
#### 5.1.1. Izvori onečišćenja zraka

Onečišćenje atmosfere svakim danom postaje sve veći problem. Glavni onečišćivači zraka su plinovi koji se razvijaju izgaranjem fosilnih goriva, krute čestice iz industrijskih postrojenja i automobili. Automobil je postao najveći onečišćivač zraka, a termoelektre koje troše fosilna goriva nalaze se na drugom mjestu. Količina ugljikovog (IV) oksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferi porasla je u zadnjih 100 godina za oko 14%. Iako ga ima relativno malo u atmosferi oko 0.3%, on apsorbira infracrvene zrake koje se reflektiraju od zemljine površine i akumulira toplinu u troposferi, samim time povećava temperaturu Zemlje stvarajući takozvani učinak staklenika. Onečišćenju okoliša u EU posljednjih desetak godina pridaje se posebna pozornost u sklopu različitih programa zaštite okoliša. Da bi se moglo spriječiti onečišćenje okoliša, potrebno je

poznavati glavne izvore onečišćenja kao i tvari s kojima ti izvori utječu na onečišćenje okoliša [3].

### 5.1.2. Kvaliteta zraka u Hrvatskoj

Kvaliteta zraka u Hrvatska organizirano se prati od 1964. godine. Danas gotovo u svim većim gradovima postoje mjerna mjesta, a svi se podaci sjedinjuju u posebnom izvještaju. Područja koja ne prekoračuju stroge granične vrijednosti onečišćenja (SGVZ) smatraju se čistim. Ona područja kojoj se vrijednosti nalaze između strogih graničnih vrijednosti i graničnih vrijednosti onečišćenja (GVZ) smatraju se onečišćenim, a izuzetno onečišćenim smatra se područje kada su mjerenjem utvrđene vrijednosti veće od granične vrijednosti onečišćenja. Kritičnim se smatra ako su vrijednosti dvostruko veće od vrijednosti graničnih vrijednosti onečišćenja. Emisije ugljikovog dioksida (Slika 4.) zadnjih godina su u blagom padu. Prema rezultatima mjerenja, može se reći da je većina velikih gradova (Zagreb, Rijeka, Split, Osijek) u skupini kritično onečišćenih područja, osobito prostori u užem središtu grada ili oko industrijskih zona [14].



Slika 4. Emisija ugljikovog dioksida u Hrvatskoj po stanovniku

Izvor: <http://iszz.azo.hr/iskzl/>

### **5.1.3. Štete od onečišćenja zraka**

Štete i nepovoljni učinci od onečišćenja zraka mogu se pratiti, mjeriti i izraziti u naturalnim jedinicama, a poslije toga i procjenjivati u novčanim jedinicama gdje se pri tome glavne štete od onečišćenja zraka mogu podijeliti u pet skupina.

1. Štetni utjecaji na ljudsko zdravlje
2. Štetni utjecaji na biljni i životinjski svijet
3. Štetni utjecaji na materijale
4. Štetni utjecaji na kulturno blago
5. Smanjenje vidljivosti

### **5.1.4. Obrada i uklanjanje onečišćujućih tvari i plinova**

U cilju sprečavanja onečišćenja zraka, za uklanjanje i obradu onečišćujućih tvari iz otpadnih i ispušnih plinova nastalih u različitim gospodarskim sektorima na raspolaganju su različiti procesi i postupci. Prije samog odabira odgovarajućeg postupka obrade potrebno je detaljno proučiti lokaciju, proizvodne procese i proizvodne pogone, te provesti detaljnu analizu otpadnih tokova i njihove izvore. Zatim procijeniti i utvrditi uzorke ispuštanja onečišćenja i provesti analizu toka tvari i energije čiji je cilj poboljšati samu učinkovitost radnog procesa. Nakon detaljne analize odabiru se najpovoljnije i odgovarajuće procesne opreme za obradu onečišćujućih tvari u otpadnim plinovima, te se uvodi u sustav praćenja procesa obrade i mjerenje sastava izlaznih plinova sukladno važećim propisima (IPCC, 2003.; IPPC, 2006.). Lebdeće čestice, hlapivi organski spojevi, sumporovi spojevi ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), dušikovi spojevi ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ) i spojevi nastali nepotpunim izgaranjem (CO i neizgoreni ugljikovodici) glavna su onečišćenja u zraku.

Lebdeće čestice koje se vraćaju u proizvodni proces, u postupku predobrade otpadnog plina uklanjaju se u centrifugalnom taložniku, ciklonu ili filtru. Kada povrat lebdećih čestica nije isplativ, tada se obrada otpadnih plinova provodi u vlažnom skruberu, elektrostatskom taložniku ili vrećastom filtru.

Hlapivi organski spojevi koji imaju veliku uporabnu vrijednost mogu se ukloniti iz otpadnih plinova primjenom odgovarajućih postupaka kao što su membranska separacija, kondenzacija, adsorpcija ili u kombinaciji kondenzacija/adsorpcija, te membranska separacija/kondenzacija.

Ako je koncentracija hlapivih organskih spojeva u otpadnom plinu niska ili je proces uklanjanja ekonomski neprihvatljiv primjenjuju se drugi postupci obrade, kao što su ispiranje otpadnih plinova, biološka obrada ili ukupna razgradnja, odnosno oksidacija pri visokim temperaturama.

Plinovi SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> i CO<sub>2</sub> mogu se iz otpadnih plinskih smjesa ukloniti primjenom različitih postupaka, primjerice ispiranjem u skruberu primjenom različitih otapala ili adsorpcijom u koloni ispunjenoj odgovarajućim adsorpcijskim sredstvom. Plinovi H<sub>2</sub>S i NH<sub>3</sub> još se mogu obraditi i biološkom filtracijom, a H<sub>2</sub>S i CO<sub>2</sub> termički spaljivanjem pri visokoj temperaturi.

Ispušni plinovi NO<sub>x</sub>, CO i neizgoreni ugljikovodici, te čestice ugljika (C) iz transportnih vozila izrazito onečišćuju zrak. Mnoge zemlje su uvele ograničavanje ispuštanje ovih štetnih plinova, pa je automobilska industrija prisiljena proizvoditi sve bolje motore s poboljšanim izgaranjem goriva i katalitičkom konverzijom ispušnih plinova s ugrađenim filtrima za uklanjanje sitnih čestica ugljika (C) [15].

### **5.1.5. Glavne mjere za zaštitu zraka od onečišćenja**

Da bi se smanjile štete od onečišćenja zraka, poduzimaju se razne mjere i aktivnosti. Mjere za zaštitu od onečišćenja mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine.

- Mjere za sprječavanje onečišćenja
- Mjere za sanaciju onečišćenja

Prije poduzimanja mjera zaštite potrebno je izraditi katastar izvora onečišćenja zraka, zatim izraditi katastar stanja onečišćenog zraka, nakon toga utvrditi meteorološke uvjete za proračun širenja emisije, poslije toga izraditi planove sanacije područja s ugroženom kvalitetom zraka i na kraju izraditi tehno ekonomski modul za prognoziranje emisija.

Mjere za zaštitu zraka od onečišćenja mogu biti dugoročne ili kratkoročne, te se mogu podijeliti na tehničke mjere, kontrolne mjere, upravne i ekonomsko – financijske mjere. Na temelju kontrolnih mjera propisuju se i stalno prate vanjske i unutarnje emisije štetnih tvari kao i prekoračenje dopuštenih standarda. Pomoću upravnih mjera javne vlasti propisuju i nadziru provođenje zakona iz područja zaštite okoliša i standarda, a ekonomsko – financijske su one mjere i aktivnosti kojima se javne vlasti koriste u ekonomskoj i fiskalnoj politici radi smanjivanja onečišćenja zraka[3].

## **5.2. Vode**

### **5.2.1. Značenje voda i njihova potrošnja**

Voda je pokretač života. Čak je 71% Zemljine površine pod vodom, a i sam je život nastao u vodi i do danas je često povezan s njom. Tek 2.6% od ukupnih količina vode pripada pitkoj vodi. Voda se nalazi u neprekidnom kruženju u tzv. hidrološkom ciklusu koji obuhvaća 1) isparavanje, 2) padaline, 3) poniranje i 4) otjecanje. Cijeli taj ciklus je u ekološkoj ravnoteži, s time da na kopno padne više vode nego što ispari, dok je na morima obrnuto. Pretpostavke su da se u kružnom tijeku nalazi više od 500 000 km<sup>3</sup> vode, pri čemu iz mora ispari oko 86%, a iz kopna 14%.

### **5.2.2. Štete zbog onečišćenja voda**

Izvori onečišćenja voda mogu biti:

- Industrijski otpadi
- Pesticidi i druge kemikalije
- Organske otpadne vode
- Fekalije

Industrijska onečišćenja voda posebice su opasna zbog toga što industrija ispušta razne kemikalije, anorganske i organske kiseline, teške metale, naftne derivate, radioaktivni otpad i druge krute, tekuće i plinovite otpade. Možemo reći da su ta onečišćenja opasnost i za vode i za čovjeka, te cjelokupnu floru i faunu. Gradovi su također veliki onečišćivači vode koji trajno onečišćuju vode otpadnom industrijskom vodom, tehnološkom i kanalizacijskom otpadnom vodom. Onečišćavanje rijeka postaje veliki problem, posebice u industrijskim zemljama, jer se u rijeke ulijevaju milijuni kubika otpadnih voda.

Oceani su postali najveći i najjeftiniji prijevozni putovi. Procjenjuje se da prosječno godišnje u oceane dotječe više od 10 milijuna tona nafte i naftnih derivata i da zbog toga godišnje ugiba 500 000 do 2 500 000 morskih ptica. Naftne bušotine iz podmorja stvaraju 11 % ukupnog onečišćenja mora, a najveća opasnost su tankeri. Kako bi se zaštitile rijeke i mora, izrađuju se sustavi za pročišćavanje voda[15].

### 5.2.3. Procesi obrade otpadnih voda i procesna oprema

Pri obradi otpadnih voda primjenjuju se fizikalni, fizikalno – kemijski i biološki procesi. Uklanjanje suspendiranih i koloidnih čestica biorazgradivih organskih tvari, postojanih organskih tvari i otopljenih anorganskih tvari iz otpadne vode provodi se u četiri stupnja obrade (prethodni, primarni, sekundarni, tercijarni). U svakom stupnju obrade uklanja se samo određena vrsta onečišćujućih tvari iz otpadne vode.

U fizikalne procese obrade otpadne vode ubrajaju se sedimentacija (taloženje), flotacija i adsorpcija. Sedimentacija je proces uklanjanja čvrstih čestica iz otpadne vode gravitacijskim taloženjem. Proces se odvija u sedimentacijskim bazenima (taložnicima) odnosno u izbistrivačima ili u ugušivačima. Flotacija je fizikalni proces koji se primjenjuje za ugušćivanje mulja pri čemu se u suspenziju uvode mjehurići plina za destabilizaciju koloidnih čestica. Mjehurići plina se prelijepe oko čestica mulja pa stvarna gustoća postaje manja od vode. Flotacija se odabire kada umjesto sedimentacije u sustavima obrade otpadnih voda brzina taloženja čestica mala pa se vrlo sporo talože ili se ne mogu uopće istaložiti. Adsorpcija je fizikalni proces u kojem otopljene molekule (adsorbati) prijanjaju na čvrstu površinu (adsorbens) pod utjecajem sila privlačenja. Na proces adsorpcije utječu brzina toka vode, karakteristike suspenzije i adsorbensa, te postupak proizvodnje adsorbensa.

U fizikalno – kemijske procese obrade vode ubraja se i koagulacija. U tom se procesu uklanjaju koloidne čestice koje stvaraju mutnoću u vodi iz vodocrpilišta ili u otpadnoj vodi. Raspršene koloidne čestice su različitih promjera od 1 do 1000 nm. U procesu koagulacije se u otpadnu vodu dodaju kemijski spojevi pa sitne raspršene čestice prelaze u aglomerate i u procesu flokulacije stvaraju se pahuljice koje se uklanjaju sedimentacijom, flotacijom zraka ili filtracijom.

Postoje dva osnovna procesa biološke obrade otpadne vode, a to su aerobni i anaerobni procesi. Obrada otpadne vode u aerobnim uvjetima provode se u bioreaktoru s aktivnim muljem ili u reaktoru s biofilmom u prisutnosti  $O_2$ . U sustavu s aktivnim muljem mikroorganizmi su suspendirani u otpadnoj vodi i s vremenom tvore pahuljice aktivnog mulja. Anaerobna obrada otpadne vode provodi se bez prisutnosti  $O_2$ , a mikroorganizmi mogu biti suspendirani u otpadnoj vodi ili imobilizirani na inertnom materijalu. Za uspješnu obradu otpadne vode u aerobnim uvjetima je potrebno osigurati omjer  $BPK_5 : N : P$  koji iznosi  $100 : 3 - 5 : 1$ , dok u anaerobnim uvjetima iznosi  $100 : 0,5 : 0,1$  [15].

## **5.2.4. Mjere za zaštitu voda**

Najvažnije mjere koje bi trebalo poduzeti za zaštitu voda i za sprječavanje štetnog utjecaja onečišćenih voda su:

- Stimulirati gradnju uređaja za pročišćavanje da bi se spriječilo daljnje onečišćenje vodotoka i mora
- Izbor lokacije i primjena suvremenih tehnoloških procesa s recirkulacijom otpadnih voda i maksimalnim iskorištavanjem otpada
- Izučavati pojave onečišćenja voda iz izvora koji se do sada nisu dovoljno razmatrali i predložiti odgovarajuće zaštitne mjere [15].

## **5.3. Tlo**

### **5.3.1. Značenje tla i štete od onečišćenja**

Pod pojmom tla podrazumijeva se onaj sloj zemljine kore pod nazivom litosfera. Ona je vanjski omotač Zemlje čija debljina iznosi od 8 do 70 kilometara. Najvažnija uloga tla je njegova proizvodna uloga, odnosno opskrbljivanje biljaka vodom, zrakom i hranjivim tvarima koje su ključne za proizvodnju organskih tvari.

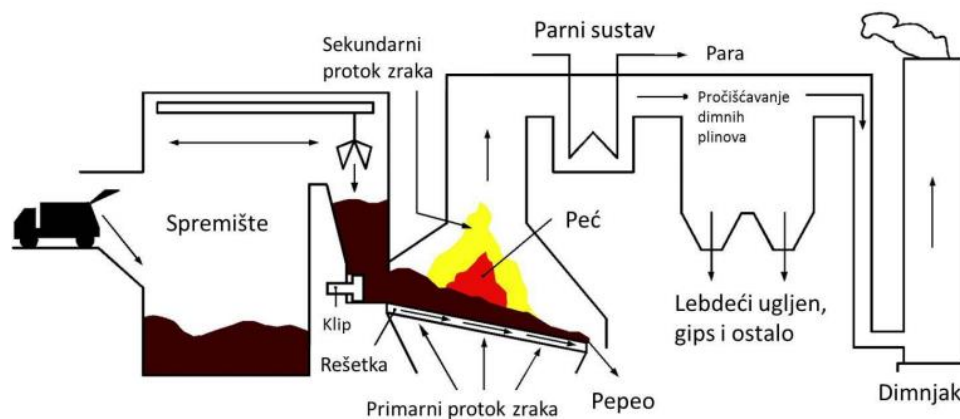
Zaštiti tla dugo nitko nije pridavao pažnje kao i zaštiti zraka i voda, jer se smatralo da je zemljišni fond neiscrpno velik. Glavni uzročnici onečišćenja tla su gradovi i njihovo neplansko širenje, mnogi neriješeni komunalni problemi, poljoprivreda koja koristi sve više umjetnih gnojiva i pesticida i industrija koja onečišćuje tlo ispuštanjem otpadnih voda i odlaganjem velikih količina krutog otpada [15].

### **5.3.2. Procesi i postupci obrade neopasnog otpada**

Najčešći postupci obrade neopasnog otpada kao što je otpad iz kućanstava i otpad koji je po prirodi i svom sastavu sličan otpadu iz kućanstava su odlaganje na sanitarno odlagalište, spaljivanje i kompostiranje. Odlagalište je i danas u mnogim zemljama u svijetu glavni oblik zbrinjavanja čvrstog otpada. Stari postupak zbrinjavanja je bio odlaganje čvrstog otpada u prirodne ili namjerno izvedene udubine u blizini naselja. Procjedna voda s takvih odlagališta kapa ili se cijedi kroz odloženi otpad, te pronalazi put do tla, površinske i podzemne vode.

Procjedne vode na svom putu otapaju štetne i toksične tvari koje su odbačene s ostalim otpadom što doprinosi dodatnom onečišćenju tla i vode. Za razliku od neuređenih (divljih) odlagališta postoje i sanitarna odlagališta gdje se otpad odlaže u prethodno propisno zaštićenu udubinu koja se svakodnevno komprimira u male selekcije i pokriva tankim slojem nasipnog materijala. U odlagališta internog otpada može se odlagati samo ona vrsta otpada koja ne podliježe fizikalnoj, kemijskoj ili biološkoj transformaciji. Interni otpad ne smije biti reaktivan, stvarati procjedne vode i odlagališni plin u znatnoj količini, koji mogu onečistiti okoliš ili štetiti ljudskom zdravlju. U odlagališta opasnog otpada odlaže se otpad koji potječe iz brojnih industrija, ali su glavni izvori organski i anorganski proizvodni procesi. Obradeni opasni otpad odložen u odlagalište podliježe različitim biološkim, fizikalnim i kemijskim procesima koji će tijekom vremena razgraditi pojedine komponente otpada.

Spaljivanje otpada je oksidacija gorivih tvari u otpadu uz nastajanje topline, vodene pare, dušika i ugljikovog dioksida. Danas je komunalni čvrsti otpad vrlo heterogenog sastava u odnosu na otpad s početka 20. stoljeća. Spaljivanje pruža prednost u odnosu na odlaganje u tlo jer potpuno uništava i najopasnije materijale, znatno smanjuje volumen i masu otpada i nije potrebno ulagati u izgradnju prihvatnog skladišta za otpad velikog volumena (slika 5.).



Slika 5. Shematski prikaz rada spalionice čvrstog otpada

Izvor: <https://www.howitworksdaily.com/whats-inside-a-waste-incinerator/>

Kompostiranje otpada je mikrobiološka razgradnja biorazgradivog čvrstog otpada uz odgovarajuću vlažnost i prisutnost  $O_2$  iz zraka. Cilj kompostiranja je mikrobiološkim procesom prevesti organske tvari podložne truljenju u stabilni produkt uz uništavanje patogenih mikroorganizama, biljnih štetnika, sjemenki krovova, kukaca i njihovih jajašaca, te ubrzati sušenje sirovog komposta. Sami proces kompostiranja je aeroban pa je potrebno osigurati dovoljnu količinu  $O_2$  što se osigurava redovitim prozračivanjem kompostne hrpe [15].



### **5.3.3. Opasni otpad i postupci obrade**

Opasan otpad nastaje u brojnim industrijskim procesima (prerada nafte, kemijska industrija, proizvodnja i prerada metala), pri spaljivanju otpada, vojnim aktivnostima, uslužnim djelatnostima i u tisućama ostalih malih i srednjih poduzetničkih poslova. Obvezu uklanjanja opasnog otpada iz napuštenih odlagališta ne može preuzeti isključivo država, nego lokalna zajednica u suradnji s nekadašnjim gospodarskim subjektima, kao i s današnjim vlasnicima. U Hrvatskoj se prema Uredbi o kategorijama, vrsta i klasifikaciji otpada i listom opasnog otpada (NN 50/2005) navode različiti postupci obrade opasnog otpada koji može biti u tekućem, muljevitom ili čvrstom stanju. Postoje razni postupci obrade opasnog otpada, a to su fizikalno – kemijski procesi, biološki, zatim termički postupci obrade i kondicioniranje otpada.

Uklanjanje opasnih tvari iz tla klasičnim postupkom je financijski vrlo zahtjevan zahvat jer se onečišćeno tlo prvo mora iskopati i zatim termički obraditi. Osim toga, ovim se postupkom uništavaju i mnogi korisni organizmi u tlu. Druga mogućnost je unošenje velikog volumena vode u onečišćeni dio tla kako bi se onečišćenje postupkom razrjeđivanja i ekstrakcije izdvojilo iz tla. Bioremedijacija je također jedan od mogućih načina uklanjanja opasnih tvari iz tla. Razgradnjom onečišćujućih i opasnih spojeva s mikroorganizmima koji su prisutni u onečišćenom okolišu. Fitoremedijacija uporabom močvarnih i viših biljaka koje tijekom vegetacijskog razdoblja apsorbiraju i akumuliraju opasne tvari iz onečišćenog tla. Ovaj postupak je i danas u uporabi, ekonomski je prihvatljiviji od konvencionalnih, no ima i svoja ograničenja, primjerice biljka može ukloniti onečišćenje samo do one dubine do koje seže korijenski sustav.

### **5.3.4. Zaštitne mjere**

Kako bi se tlo zaštitilo, potrebno je primijeniti neke zaštitne mjere, a to su:

- Postaviti cjeloviti zemljišnu politiku i politiku uređenja prostora na način da se vodi računa o prirodnim osobitostima tla i o potrebama sadašnjeg i budućeg društva
- Prilikom definiranja građevinskih područja provoditi ekološke i ekonomske analize kvalitete i značenja zemljišta
- U poljoprivredi i šumarstvu treba omogućiti one načine obrade tla koji čuvaju njezinu kvalitetu[15].

## 6. OSTALE VRSTE I IZVORI ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U OKOLIŠU

### 6.2. Električna energija i izvori onečišćenja nastali kod proizvodnje

Termoelektrane i nuklearne elektrane su energetska postrojenja za proizvodnju električne energije rabe fosilna goriva (naftu, plin, ugljen) odnosno nuklearno gorivo i samim time stvaraju onečišćenja.

- Toplinsko onečišćenje
- Ukapljeni otpadni tokovi
- Čvrsti otpad
- Štetni plinovi

Toplinsko onečišćenje nastaje kada se voda za hlađenje izmjenjivača topline ispušta u prijemnik (rijeka ili more), odnosno kada je razlika između temperature rashladne vode i prijemnika veća od 1 – 2 °C, takvo onečišćenje se može spriječiti na tri načina:

- Zagrijanu vodu miješati s hladnom vodom prije ispuštanja u prijemnik
- Raspršivati zagrijanu vodu
- Zadržati zagrijanu vodu u bazenu.

Sljedeća vrsta onečišćenja su ukapljeni otpadni tokovi koji nastaju tokom rada termoelektrana.

- Vruće koncentrirane otopine iz kotlovnice
- Otpadna voda od ispiranja
- Kisele procjedne vode iz skladišta ugljena
- Procjedne vode s odlagališta šljake i pepela
- Ulja, masti i ostali ukapljeni otpad

Zatim čvrsti otpad koji nastaje spaljivanjem ugljena u termoelektranama pri čemu nastaje oko 10 % šljake. Nekad se šljaka odvozila na obale rijeka, te bi nabujale vode s vremenom šljaku otplavile nizvodno. Danas se koristi kao dodatak cementu i mineralno punilo pri asfaltu.

Naposljetku dolaze štetni plinovi koji se ispuštaju u zrak pri izgaranju ugljena. Sumporov dikosid (SO<sub>2</sub>) i dimna prašina se uklanjaju u vlažnom skruberu (ispirać plinova) uz dodatak

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  gdje se ukloni 98 % prašine. Vodeni mulj nastao pri pročišćavanju dimnih plinova u skruberu odvodi se u taložnik, a izbistrena otpadna voda se ispušta preko preljeva. Takve vode su jako korozivne i negativno utječu na tijek biološke obrade otpadne vode, pa se zbog toga uz nadzor vrlo polagano ispuštaju u uređaj na daljnju obradu ili u kanalizaciju i vodotok [3].

### **6.3. Radioaktivno zračenje, izvori onečišćenja i zbrinjavanje**

Nuklearna energija je alternativni izvor energije koji omogućava čovječanstvu kompenzaciju sa iscrpljenim resursima nafte. Radioaktivnost je proces kojim prirodne radioaktivne tvari otpuštaju energetske čestice ili zrake. Tvar i energija otpušteni tijekom ovog procesa potječu iz jezgre atoma. Zračenje je energija koja prolazi kroz tvar ili kroz vakuum, tako imamo ionizacijsko zračenje koje nastaje u prisutnosti radioaktivnog materijala u okolišu, aparata koji proizvode ionizacijske zrake pri proizvodnji i pri proizvodnji radioaktivnih tvari u nuklearnim reaktorima. Zračenje negativno utječe na zdravlje ljudi, životinja i biljaka, izazivajući genetske promjene i oštećenje tkiva.

Većina radioaktivnog otpada niske razine zračenja se puni u spremnike i odvozi u odlagalište izrađeno pri površini tla uz osiguranje dugoročnog praćenja stanja odlagališta. Provedena su brojna istraživanja i izneseni prijedlozi za odlaganje i gospodarenje radioaktivnim otpadom srednje i visoke razine zračenja kako bi bili prihvatljivi za javnost i okoliš, te sigurna rješenja za upravljanje radioaktivnim otpadom. Za zbrinjavanje radioaktivnog otpada niske razine zračenja postoje odlagališta pri površini, odnosno na razini tla gdje se na kraju spremnici sa otpadom pokriva i brtvi nepropusnom membranom i tlom. Za radioaktivni otpad niske i srednje razine zračenja zalijeva se cementom u nehrđajućim čeličnim spremnicima i pohranjuje u odlagališta u čvrstim stijinama ispod vodonosnika. Otpad se redovito provjerava i premješta da spremnici ne dođu u dodir s podzemnom vodom. Pri trajnom zatvaranju odlagalište se zalijeva cementom. Za otpad koji ostaje radioaktivan tijekom dugog vremenskog razdoblja predloženo je odlaganje u podzemna spremišta u dubokim stabilnim geološkim slojevima od 250 do 1000 m. Izolacija bi se osigurala kombinacijom projektiranih i prirodnih pregrada (stijene, sol glina). Odlagalište se sastoji od miniranih tunela ili špilja gdje se odlaže otpad, te se za ovu vrstu objekta ne bi bilo potrebno prenijeti aktivno održavanje na buduće generacije [3].

## 7. POLITIKA ZAŠTITE OKOLIŠA

Stalnim tehnološkim i znanstvenim napretkom pojačana je eksploatacija prirodnih resursa pri čemu se povećavaju krute, tekuće i plinovite otpadne tvari koje odlaze u vodu, zrak, tlo ili se odlažu na zemljinoj površini. Takve tvari sve više ugrožavaju prirodni sustav ravnoteže biosfere i negativno utječu na čovjeka. Danas se u svijetu godišnje ispušta u atmosferu više od 500 milijuna tona sumpornog dioksida i oko 20 milijuna tona ugljičnog dioksida, ipak zbog provođenja zaštite okoliša početkom sedamdesetih godina dolaze i prvi pozitivni rezultati.

Tri pristupa vođenja politike zaštite okoliša:

1. Defanzivni pristup, započeo sedamdesetih godina koji je bio usmjeren na uvođenje „čistih“ tehnika i tehnologija. Provodio se retroaktivno, jer nije postojala kompleksna strategija zaštite okoliša.
2. Preventivni pristup, prihvaćen osamdesetih godina, a cilj mu je briga da okoliš postane dio državne gospodarske politike i dio poslovne politike
3. Ofenzivni pristup, razvio se devedesetih godina pri čemu briga za okoliš postaje briga za opstanak života. U toj su se fazi razvila nova tržišta i novi proizvodi, a osnovni politički okvir dala je konferencija u Brazilu 1992. godine.

Osnovno načelo politike zaštite je smanjivanje, zamjena, prikupljanje, recikliranje i uporaba industrijskih proizvoda, ostataka i otpada.

Određivanjem politike zaštite okoliša predstavlja proces u dvije faze:

- Utvrđivanje ciljeva i standarda kojima se želi poboljšati kvaliteta okoliša
- Stvaranjem sustava ekološke regulative koja pomaže u ostvarivanju postavljenih ciljeva i standarda.

Danas se ekološka politika shvaća kao javno upravljanje okolišem, zajedničkim dobrom koje sprječava daljnje širenje degradacije okoliša i svih vrsti onečišćenja, javnim nadzorom svih izvora zagađivanja i usmjeravanje proizvodnih postupaka, prometa i raznih usluga na čiste pa i bezopasne tehnologije [16].

## 7.2. Politika zaštite okoliša u Hrvatskoj

Dosadašnja ekološka politika Hrvatske ostvarivala je uglavnom izravnim reguliranjem preko zabrana, kazni i ograničenja koje je provodio i nadzirao centralizirani državno – administrativni, često birokratizirani aparat. Ugledajući se na politiku stranih razvijenih zemalja, trebalo bi se još donijeti razne provedbene ekonomske propise zaštite okoliša i u ekološku politiku ugraditi tržište, cijene i troškove kako bi bila što prihvatljivija za ekonomske subjekte, jer činjenica je da se u Hrvatskoj reciklira samo sedam posto građevnog otpada, a od toga samo 11 posto ponovno koristi u proizvodnji, dok primjerice Francuska i Nizozemska recikliraju čak 85 posto građevnog otpada [17].

Temeljni ciljevi politike zaštite okoliša u Hrvatskoj određeni su u deklaraciji o zaštiti okoliša u Republici Hrvatskoj (NN br. 34/39) i u Zakonu o zaštiti okoliša (NN br. 82/94). Prema tim su dokumentima glavni ciljevi politike zaštite okoliša u Hrvatskoj sljedeći:

1. Trajno očuvati izvornost biološke raznolikosti prirodnih zajednica i ekološke stabilnosti
2. Očuvati spomenike kulturne baštine i temeljne vrijednosti prirodnog nacionalnog blaga
3. Racionalno koristiti i gospodariti prirodnim resursima
4. Poticati korištenje obnovljivih izvora energije
5. Poticati uporabu proizvoda i proizvodnih postupaka najpovoljnijih za okoliš
6. Predviđati, pratiti, sprječavati, ograničavati i otklanjati nepovoljne utjecaje na okoliš
7. Razvijati svijest o potrebi zaštite okoliša u odgojnom i obrazovnom procesu
8. Obavještavati javnost o stanju okoliša i njezinom sudjelovanju u zaštiti okoliša
9. Povezati sustav i institucije zaštite okoliša Republike Hrvatske s međunarodnim sustavom i institucijama.

Uz primjenu navedenih ciljeva politike zaštite okoliša i unapređivanja kvalitete okoliša može se očekivati da će se u idućem razdoblju zaštita okoliša unaprijediti kao i brži ekonomski razvoj.

U sklopu ostvarenja načela politike zaštite okoliša pravodoban pristup svim informacijama, kao jedan od osnovnih putova uspjeha u poboljšanju stanja okoliša je prikupljanje i sistematizacija evidencija o onečišćenjima okoliša te priprema i uspostava informacijskog sustava zaštite okoliša i gospodarenja prostorom, pretpostavka su uspješnog ostvarenja politike zaštite okoliša u Hrvatskoj [16].

## 8. ZAKLJUČAK

Industrija se razvila u svim područjima i svjedoci smo globalnog napretka. Porastom industrije poraslo je njezino tržište, ali i onečišćenje okoliša. Onečišćenje zraka je jedan od najvećih problema današnjice. Najveći utjecaj imaju ispušni plinovi automobila i industrije koje onečišćuju okoliš. Treći dio prirodnog ciklusa tvari predstavlja tlo koje je osim zagađenja zraka i vode također zagađeno. Klimatske promjene su jedan od posljedica onečišćenja okoliša. Topljenje ledenjaka, sve češće poplave i suše, povećanje razine mora prijetnja su ljudskom zdravlju i ekonomskom sektoru, a štete mogu biti pretežito dugoročne i velikih razmjera. Čišća proizvodnja predstavlja proizvodnju koja izbjegava samo zagađenje. Kako bi se moglo pravovremeno reagirati traže se izvori onečišćenja. Efikasnim korištenjem sirovina, energije i njezinog otpada smanjuje se štetni utjecaj proizvoda, jer samo takva proizvodnja predstavlja budućnost proizvodnje kojoj svi moramo težiti.

## 9. LITERATURA

1. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. Industrija <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=27357>
2. Anonymus: Podjela industrije, Enciklopedija wiki <https://enciklopedija.fandom.com/bs/wiki/Industrija>
3. Črnjar, M., Ekonomija i zaštita okoliša, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Zagreb – Rijeka (1997).
4. Anonymus: Čišća proizvodnja <https://www.unido.org/our-focus/safeguarding-environment-resource-efficient-and-low-carbon-industrial-production/resource-efficient-and-cleaner-production-recp>
5. Anonymus: Čišća proizvodnja, Poslovni dnevnik (2018). <https://www.poslovni.hr/hrvatska/godina-kreiranja-infrastrukture-gospodarenja-otpadom-337820>
6. Narodne novine, NN 30/09: Strategija ekološkog poslovanja 30 (2009). [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_03\\_30\\_658.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_03_30_658.html)
7. Anonymus: Ekološka učinkovitost, <https://hr.economy-pedia.com/11040654-eco-efficiency>
8. Anonymus: Jesu li električni automobili dovoljno zeleni? <https://zastita-prirode.hr/ekologija-i-okolis/jesu-li-elektricni-automobili-dovoljno-zeleni/>
9. Anonymus: Hibridni automobili, Ekologija, <https://www.ekologija.com.hr/hibridni-automobili/>
10. Štrlek, D.: Benzin ili Diesel – vječna dvojba, što je bolje!? (2021). <https://automobili.hr/novosti/savjeti/benzin-ili-diesel-vjecna-dvojba-sto-je-bolje>
11. Anonymus: Vozila na vodik <https://www.toyota.hr/discover-toyota/electrified/fuelcell/hydrogen-society>
12. Vozila na plin 1 <https://hr.differencevs.com/6857434-difference-between-lng-and-lpg>

13. Vozila na plin, prednosti i nedostaci <https://motorway.co.uk/sell-my-car/guides/lpg-cars>
14. Kvaliteta zraka u Republici Hrvatskoj, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, <http://iszz.azo.hr>
15. Briški Felicita, Zaštita okoliša, Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjstva i tehnologije, Zagreb (2016).
16. Ekonomski aspekti zaštite okoliša u Primorsko goranskoj županiji, ekonomski fakultet Rijeka – znanstvenoistraživački centar, Rijeka (1994).
17. Čatić Igor, Tehnika, zaštita okoliša i zdravlja, GRAPHIS d.o.o., Maksimirska 88, Zagreb.



## 10. POPIS PRILOGA

### Popis slika

Slika 1. Globalna koncentracija CO <sub>2</sub> u razdoblju od 1870. do 2000. godine.....	7
Slika 2. Raspodjela ozonskog omotača.....	9
Slika 3. Sustav čišće proizvodnje prema UNIDO i UNEP.....	11
Slika 4. Emisija ugljikovog dioksida u Hrvatskoj po stanovniku.....	17
Slika 5. Shematski prikaz rada spalionice čvrstog otpada.....	23

### Popis tablica

Tablica 1. Sastav zraka.....	8
------------------------------	---