

# UTJECAJ RAZVOJA INDUSTRIJE NA ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA

---

Jovanovac, Vedrana

Undergraduate thesis / Završni rad

2025

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:128:537689>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



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

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Vedrana Jovanovac

# **Utjecaj razvoja industrije na onečišćenje okoliša**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Vedrana Jovanovac

**The impact of industrial development on  
environmental pollution**

FINAL PAPER

Karlovac, 2022.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Vedrana Jovanovac

# **Utjecaj razvoja industrije na onečišćenje okoliša**

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	<b>Vedrana Jovanovac</b>		
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>Utjecaj razvoja industrije na onečišćenje okoliša</b>			
Naslov teme na engleskom: <b>The impact of industrial development on environmental pollution</b>			
Opis zadatka:  Cilj rada je utvrditi u kojoj mjeri suvremena industrija utječe na okoliš te usporediti utjecaj industrije s drugim izvorima zagađenja okoliša. Također, u radu će se prikazati određene inicijative i potencijalne državne i naddržavne akvizicije kojima bi se moglo utjecati na smanjenje negativnog utjecaja industrije na okoliš.			
Mentor:	Predsjednik Ispitnog povjerenstva:		

## PREDGOVOR

Izjavljujem da je Završni rad pod naslovom **Utjecaj razvoja industrije na onečišćenje okoliša** 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.

Željela bi se zahvaliti svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu , a posebno mojoj mentorici dr.sc. Jasni Halambek na svim prenesenim znanjima, uloženom vremenu i strpljenju.

Također velike zahvale mojoj obitelji i prijateljima na pruženoj podršci.

Veliko Hvala svima!

Vedrana Jovanovac

## SAŽETAK

Od početka razvoja industrije postojali su i problemi vezani za onečišćenje okoliša uzrokovani spomenutim razvojem. Razvoj industrije izrazito se povećao posljednjih nekoliko desetljeća. Razvoj industrije narušava prirodni sklad vode, zraka i tla.

Razvoj industrije olakšao je obavljanje svakodnevnih poslova. Razvijaju se različite masovne proizvodnje pa je opskrba proizvodima omogućila povećanje trgovine. U procesu razvoja industrije nastaju i negativne posljedice za okoliš koje onečišćuju zrak, vodu i tlo. Nastaju negativni utjecaji koji utječu na promjenu klime te uzrokuju kisele kiše i efekt staklenika.

Veliki broj znanstvenika pokušava pronaći načine kako održati proizvodnju i smanjiti utjecaj industrije na onečišćenje okoliša pobuđivanjem svijesti o negativnim posljedicama industrije na okoliš.

**Ključne riječi:** razvoj industrije, onečišćenje okoliša, voda, zrak, tlo

## SUMMARY

Since the beginning of industrial development, there have been problems related to the environmental pollution caused by the development. Industrial development has significantly increased in the last few decades. It disrupts the natural harmony of water, air, and soil.

Industrial development made everyday work and activities easier. Various types of mass production are being developed, so the product supply enabled an increase in trade. The process of industrial development also causes negative consequences for the environment that pollute the air, water, and soil, as well as negative impacts that affect climate change and cause acid rain, and the greenhouse effect.

Many scientists are trying to find ways to maintain production and reduce the impact of the industry on environmental pollution by raising awareness of the negative consequences of industry on the environment.

**Key words:** industrial development, environmental pollution, water, air, soil



## SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SUMMARY .....	IV
SADRŽAJ.....	V
1. Uvod.....	1
2. Industrijalizacija i industrijski razvoj.....	3
2. 1. Onečišćenje zraka .....	6
2. 2. Onečišćenje vode .....	12
2. 3. Onečišćenje tla .....	15
2. 4. Izravni utjecaji industrije na ekosustav.....	17
3. Suvremene metode smanjenja utjecaja industrije na okoliš.....	19
3. 1. Politika zelene industrije .....	23
3. 2. Green deal Europske unije .....	26
4. Zaključak.....	31
5. LITERATURA.....	32
6. Popis slika i grafova .....	35

# 1. Uvod

Od industrijske revolucije ljudske su aktivnosti imale značajan negativan utjecaj na okoliš. Onečišćenje i emisije ugljika doprinose pogoršanju našeg prirodnog okoliša i atmosfere. Ove posljedice industrijske akcije predstavljaju prijetnju ljudskom društvu i cijelom drugom životu na Zemlji. Utjecaj koji ima industrija na okoliš nije nešto s čime se svijet suočava u novije vrijeme, ali se tek u posljednjih nekoliko desetljeća ozbiljnije pristupilo tom problemu. Suvremena ekologija i težnja održivom razvoju tek su mali korak prema sanaciji i smanjenju štete koju je industrija napravila na okoliš.

Razumijevanje utjecaja industrije na okoliš ključno je kako bismo mogli krenuti naprijed s donošenjem odgovarajućih odluka i rješavanjem tih problema. Kada shvatimo posljedice naših postupaka, možemo početi unositi promjene u svoje ponašanje koje mogu promicati zaštitu okoliša.

Predmet ovog rada je onečišćenje do kojeg dolazi uslijed djelovanja industrije na globalnoj razini odnosno utjecaj koji ima industrija na okoliš. Cilj rada jest utvrditi u kojoj mjeri suvremena industrija utječe na okoliš te usporediti utjecaj industrije s drugim izvorima zagađenja okoliša. Također je cilj rada prikazati određene inicijative i potencijalne državne i naddržavne akvizicije kojima bi se moglo utjecati na smanjenje negativnog utjecaja industrije na okoliš.

Rad započinje uvodom u kojem su prikazani predmet i cilj rada te struktura rada. Slijedi poglavlje pod naslovom „Industrijalizacija i industrijski razvoj“ u kojem se prikazuje na koji je način industrijalizacija utjecala na onečišćenje okoliša. Pri tome je poseban fokus stavljen na onečišćenje tla, onečišćenje voda i onečišćenje zraka. Također se sagledava i kakav je izravan utjecaj industrije na ekosustav odnosno prirodnu raznolikost i održavanje vrsta. Poglavlje pod naslovom „Suvremene metode smanjenja utjecaja industrije na okoliš“ prikazuje mogućnosti koje imaju države i naddržavne institucije, među kojima se ističe Europska unija kao institucija koja se najozbiljnije trudi uhvatiti u koštac sa zagađenjem okoliša u smanjenju negativnih utjecaja industrije na okoliš i smanjenje onečišćenja koje dolazi iz industrije. Posebno je pri tome prikazan Green deal Europske unije kao vodeća praksa sistematiziranog smanjenja

negativnog utjecaja industrije na okoliš. Rad završava zaključkom u kojem su sažete spoznaje dobivene u radu.

## 2. Industrijalizacija i industrijski razvoj

Industrijalizacija za postizanje gospodarskog razvoja rezultirala je globalnom degradacijom okoliša. Dok su utjecaji industrijske aktivnosti na prirodni okoliš glavna briga u razvijenim zemljama, puno se manje zna o tim utjecajima u zemljama u razvoju. Od davnina je industrijski rast počeo utjecati na okoliš s ozbiljnim negativnim problemima. Uzrokuje golem stres na cijelu biomrežu i prirodne komponente sustava kao što su voda, zrak, tlo, bioraznolikost uključujući okolni ekosustav. Shvaćajući ozbiljnost problema, utjecaje industrijalizacije na okoliš potrebno je analizirati s više intenziteta i osjećaja.

Globalna ekonomija je na neodrživom putu. Od industrijske revolucije svjetsko gospodarstvo raslo je na štetu okoliša. Prirodni resursi su iskorištavani bez dopuštanja regeneracije zaliha, zagađivači su se akumulirali u biosferi, ekosustavi su ozbiljno degradirani, a bioraznolikost je izgubljena alarmantnom brzinom. Već početkom 2000-ih, Millennium Ecosystems Assessment, globalna procjena Zemljinih ekosustava pod vodstvom UN-a, zaključila je da je oko 60 posto ispitanih usluga ekosustava degradirano ili korišteno na načine koji se ne mogu održati. Slično tome, UN-ov ured za zaštitu okoliša sažima niz izvješća koja pokazuju ozbiljno prekomjerno iskorištavanje ribljeg fonda, sve veću nestašicu vode, smanjenje kvalitete tla i neodržive stope krčenja šuma [1].

Suvremeni industrijski procesi igraju veliku ulogu u degradaciji globalnog okoliša. U industrijaliziranim zemljama ekološki propisi i nove tehnologije smanjuju utjecaj na okoliš po proizvedenoj jedinici, ali industrijske aktivnosti i rastuća potražnja još uvijek vrše pritisak na okoliš i bazu prirodnih resursa. U zemljama u razvoju događa se dvostruki učinak na okoliš: stari ekološki problemi, poput krčenja šuma i degradacije tla, ostaju uglavnom neriješeni. Istodobno se pojavljuju novi problemi povezani s industrijalizacijom, poput porasta emisije stakleničkih plinova, onečišćenja zraka i vode, rastućih količina otpada, dezertifikacije i onečišćenja kemikalijama

Industrijska revolucija započela je u Engleskoj u 18. stoljeću, a potom se proširila Europom i svijetom. Nova industrijska praksa navodi nacije da odstupe od agrarnih

ekonomija u korist industrijskih ekonomija. Fosilna goriva spaljivana su kako bi se proizvela energija za te industrijske prakse, što je rezultiralo pogoršanjem kvalitete okoliša.

Industrijska revolucija također je odgovorna za promjene u korištenju zemljišta. Kako je industrija rasla, više se zemljišta razvijalo za industrijsku praksu. To je značilo da je manje prostora posvećeno poljoprivrednom zemljištu, pa se poljoprivredna praksa morala promijeniti. Sama poljoprivreda postala je industrijska.

Industrijska poljoprivreda uključuje postupke poput uporabe strojeva koji rade na fosilna goriva i štetna gnojiva i pesticide. Druge prakse uključuju davanje stoci antibiotika i hormona, kao i nuđenje manje humanih životnih uvjeta. Te su prakse dovele do propadanja tla, onečišćenja zraka i vode te povećanih emisija stakleničkih plinova.

Još jedan utjecaj na okoliš promijenjenog korištenja zemljišta je sveukupno smanjenje prirodnih odvoda ugljika. Krčenje šuma i urbanizacija uklanjaju prirodnu sposobnost zemlje da apsorbira ugljik iz atmosfere, što rezultira većom koncentracijom stakleničkih plinova.

Danas se industrijalizacija još uvijek odvija u zemljama u razvoju. Zemlje u razvoju često nemaju financijsku sposobnost podržati čistu energiju i stoga pribjegavaju tradicionalnim praksama poput izgaranja ugljena, nafte ili nafte kako bi potaknule svoju industriju.

Uz zemlje u razvoju, mnoge se razvijene nacije još uvijek oslanjaju na industrije koje zagađuju okoliš kako bi potaknule svoja gospodarstva, što dodatno pridonosi koncentraciji stakleničkih plinova i globalnom zatopljenju.

Često se smatra da zemlje u razvoju imaju visok postotak aktivnosti koje jako zagađuju unutar svog industrijskog sektora. To, u kombinaciji sa značajnim poljoprivrednim sektorom, koji doprinosi krčenju šuma, eroziji gornjeg sloja tla i dezertifikaciji, dovelo je do ekstremnih pritisaka na okoliš i osiromašilo stanovništvo uništavajući njegovu bazu prirodnih resursa. Ova kriza sugerira da su zdrave politike industrijalizacije od

iznimne važnosti za gospodarski razvoj zemalja u razvoju i poziva na upravljanje prirodnim resursima i usvajanje tehnologija s niskim otpadom ili ekološki čistih tehnologija. Industrijski procesi igraju veliku ulogu u degradaciji globalnog okoliša.

U razvijenim zapadnim zemljama ekološki propisi i nove tehnologije smanjuju utjecaj na okoliš po proizvedenoj jedinici, ali industrijske aktivnosti i rastuća potražnja još uvijek vrše pritisak na okoliš i bazu prirodnih resursa. U zemljama u razvoju događa se dvostruki učinak na okoliš: stari ekološki problemi, poput krčenja šuma i degradacije tla, ostaju uglavnom neriješeni. Istodobno se pojavljuju novi problemi povezani s industrijalizacijom, kao što su sve veće emisije stakleničkih plinova, onečišćenje zraka i vode, rastuće količine otpada, dezertifikacija i onečišćenje kemikalijama. Što je razvijeniji industrijski kapacitet zemlje, to je veći potencijal za gospodarski rast i razvoj. Ako se provodi na održiv način, uzimajući u obzir često krhku prirodu okolnog okoliša, društvene obrasce i ekonomske uvjete, to može postići trajna poboljšanja životnog standarda, prihoda, uvjeta rada, obrazovanja i zdravstvene zaštite. Ako je, s druge strane, industrijski razvoj povezan s degradacijom okoliša i iscrpljivanjem resursa, društvenim iskorištavanjem i gospodarskom nesmotrenošću, povezane koristi, ako ih ima, neće trajati. Sukladno tome, postoji potreba za osiguranjem pristupa osnovnim uslugama kao i modernoj, sigurnoj i pristupačnoj energiji u zemljama u razvoju.

Poticanje tehnoloških inovacija pokreće napredak prema održivijem industrijske prakse. Različiti politički alati koje je EU razvio potaknuli su održivije obrasce proizvodnje i potrošnje. Što se tiče proizvodnje, to uvelike dužuje istraživanju i razvoju ekološki prihvatljivih tehnologija, potaknutih ekološkim propisima. Brojni zagađivači zraka dramatično su smanjeni, onečišćenje europskih voda se smanjuje, odlagališta otpada i spalionice se čiste, a stope recikliranja brzo rastu. Istodobno, industrijska proizvodnja porasla je više od 50 % u posljednjih dvadesetak godina. Učinkovitost proizvodnje čini veliki dio ovih ekoloških dobitaka i oslanja se na tehnološke inovacije. Takve tehnološke inovacije ne mogu se ostvariti bez pravih poticaja. Potrebni su učinkovitiji ekonomski i drugi tržišni instrumenti koji uključuju novčanu vrijednost negativnih vanjskih troškova, kao što je shema EU-a za trgovanje emisijama, kako bi se dalje poticale ekološke inovacije. Osim toga, potrebno je razviti čest dijalog, upravljanje znanjem, prijenos tehnologije, obrazovanje, obuku i izgradnju kapaciteta kako bi se održiva industrijska praksa mogla proširiti po cijelom svijetu. To će podržati

zemlje u razvoju u pravljenju koraka prema održivosti. Socijalna strana održivog razvoja također se mora sagledati u smislu ravnopravnosti spolova i prava radnika. Štoviše, moraju se priznati troškovi nedjelovanja. Što dulje dopuštamo neodržive metode industrijskog razvoja, to će buduće generacije imati manje šanse da postignu zdrav, bogat i održiv način života.

Industrijsko onečišćenje ima ozbiljne utjecaje na okoliš. Posljedice industrijske prakse kreću se od onečišćenja na lokalnoj razini do globalnih klimatskih promjena. Ovi učinci imaju razorne posljedice za naš okoliš i sav život na Zemlji. Industrija uzrokuje onečišćenje vode, zraka i tla. Nepotrebno je reći da su voda, zrak i tlo ključni za održivost ljudskog života na Zemlji. Onečišćenje predstavlja prijetnju ljudskom zdravlju i prirodnim ekosustavima Zemlje. Industrijske aktivnosti izvor su pritiska na okoliš u obliku emisija u atmosferu i vodene ekosustave, stvaranja otpada i potrošnje resursa. Iako se ispuštanje onečišćujućih tvari iz europske industrije općenito smanjilo tijekom posljednjeg desetljeća, utjecaji i troškovi onečišćenja iz industrije i dalje su visoki [2].

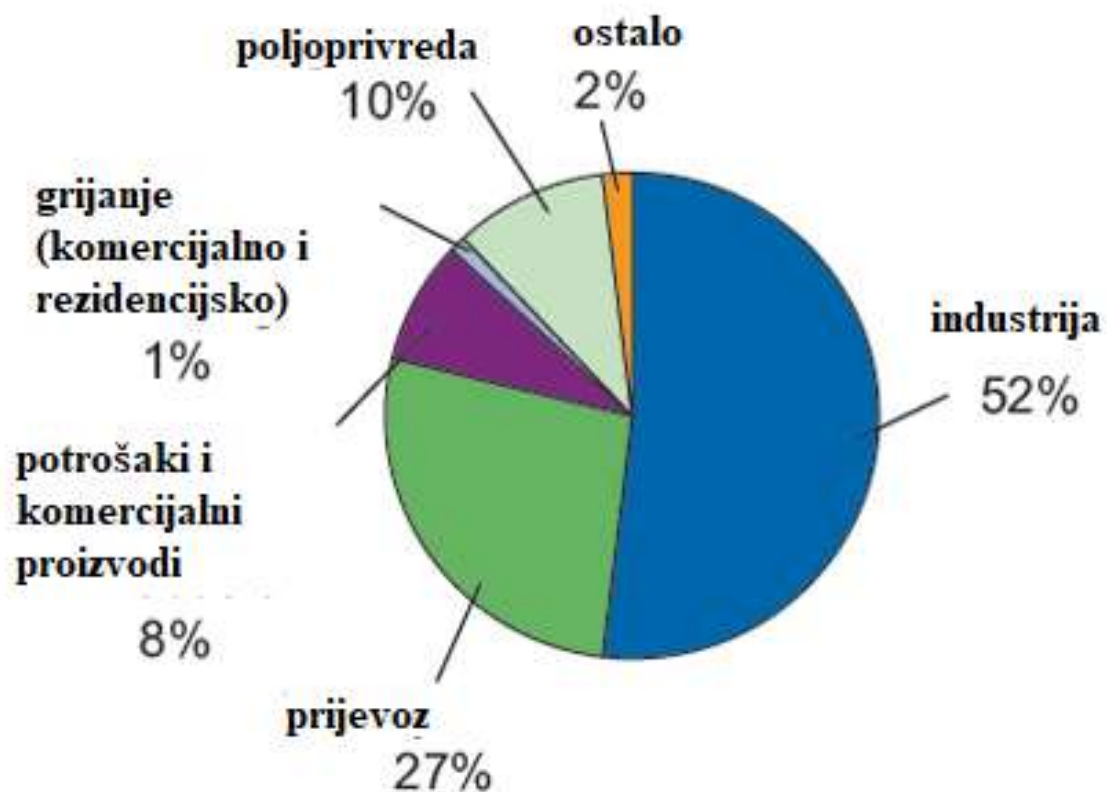
## 2. 1. Onečišćenje zraka

Onečišćenje zraka je svaka fizikalna, biološka ili kemijska promjena atmosfere. Zagađivači poput plina, dima ili čestica smanjuju kvalitetu zraka i dovode do nepovoljnih životnih uvjeta za ljude, biljke ili životinje. Štetna industrijska praksa poput spaljivanja ugljena ili prirodnog plina može osloboditi zagađivače koji uzrokuju respiratorne i srčane probleme kod ljudi i ugrožavaju ekosustave diljem svijeta. Zagađivači u zraku također mogu uzrokovati kisele kiše, uništavajući usjeve i zakiseljavajući slatku vodu. Onečišćenje zraka je složena mješavina različitih plinovitih i čestičnih komponenti i može uzrokovati nekoliko zdravstvenih učinaka. I dugotrajna i kratkotrajna izloženost onečišćenju zraka može uzrokovati kardiovaskularne bolesti, bolesti dišnog sustava (npr. astmu, kroničnu opstruktivnu bolest pluća) i smrtnost.

Industrijska postrojenja ispuštaju velike količine stakleničkih plinova u atmosferu. Povećane koncentracije stakleničkih plinova uzrokuju globalno zatopljenje i klimatske promjene. Razmjeri klimatskih promjena daleko su veći nego se to moglo očekivati prije samo nekoliko desetljeća. Dugi niz godina industrijskog napretka i razvoja te

nekontrolirano ispuštanje otrovnih plinova u atmosferu ostavilo je dalekosežne posljedice po zemljinu atmosferu. Procjenjuje se kako se najviše 2 stupnja može dopustiti povećanje temperature na zemlji bez katastrofalnih posljedica po biosferu ali i po ljudski život na planetu. Prema istraživanjima Krewitta i suradnika [3], emisija CO<sup>2</sup> za postizanje ovoga stupnja mora biti smanjena za 10 Gt/a do 2050., što je redukcija od oko 60% u odnosu na današnju emisiju plinova.

Pri tome je veoma važno prepoznati kako se više od polovice zagađenja zraka i emisije stakleničkih plinova događa tijekom industrijske proizvodnje, što je vidljivo iz grafa 1.:



Graf 1: Udio industrije i drugih izvora u ukupnom zagađenju zraka [4].

Iako je oduvijek klima bila podložna promjenama, tijekom druge polovice dvadesetog stoljeća, nedvojbeno postaje vidljivo kako djelovanje čovjeka značajno utječe na klimatske promjene, što može imati nesagledive posljedice na ekološki sustav, floru,



faunu, klimu, ali i na zdravlje ljudi i kvalitetu života. Promjene se mogu karakterizirati kao antropogene promjene, koje su prema svojem porijeklu posljedica prilagođavanja okoliša ljudskim potrebama, a emisija stakleničkih plinova, prije svega CO<sup>2</sup> jedna je od takvih promjena.

Raznim paleoklimatološkim istraživanjima pokazalo se kako je na Zemlji bilo toplijih i hladnijih razdoblja. Najnovije globalno zatopljenje izazvalo je globalnu zabrinutost što je potaknulo znanstvenike da potraže odgovor na pitanje što se zapravo događa s klimom. Mnoge spoznaje do kojih su došli upućuju na to da bi čovjekovo djelovanje moglo imati veze s aktualnim globalnim zatopljenjem. Zbog ovisnosti modernog svijeta o fosilnom gorivu (ugljenu, nafti i prirodnom plinu), u atmosferi je došlo do povećanja koncentracije stakleničkih plinova zbog čega je narušena njihova postojeća prirodna ravnoteža. Povećanje koncentracije stakleničkih plinova povećalo je sposobnost Zemljine atmosfere da jače upija i zadržava toplinu što je rezultiralo globalnim povišenjem temperature, osobito na polovima [5].

Kako bi se mogao postići takav napredak potrebno je uvesti značajne inovacije, ne samo na tehničkom području, već i na području socijalnih i institucionalnih razina, jer jedino se takvom inicijativom može postići bolje uvjete za život na čitavoj planeti te povećanje životnog standarda.

Atmosfera, poput stakla, uglavnom propušta sunčevo zračenje, ali je slabo propusna za zračenje Zemljine površine, pa dio energije, koja je ušla u sustav Zemlja-atmosfera, kao i u staklenik, ostaje u njemu i pretvara se u toplinu. Uobičajilo se grijanje koje je posljedica tog selektivnog upijanja zračenja u atmosferi nazvati "efektom staklenika". Od svih plinova u atmosferi vodena para najjače upija dugovalno zračenje (60 - 70%), a zbog samog ugljikova dioksida razlika infracrvenog zračenja pri tlu i na gornjoj granici atmosfere iznosila bi samo četvrtinu postojeće razlike. Uz CO<sub>2</sub>, kojega se obujmeni udio u atmosferi procjenjuje na oko 350 ppm, važni su još i metan (CH<sub>4</sub>) obujmenog udjela 1,72 ppm, zatim različiti klorirani i fluorirani ugljikovodici (freoni), dušikov-suboksid (dušik(I)-oksid, N<sub>2</sub>O) i ozon (O<sub>3</sub>) [5].

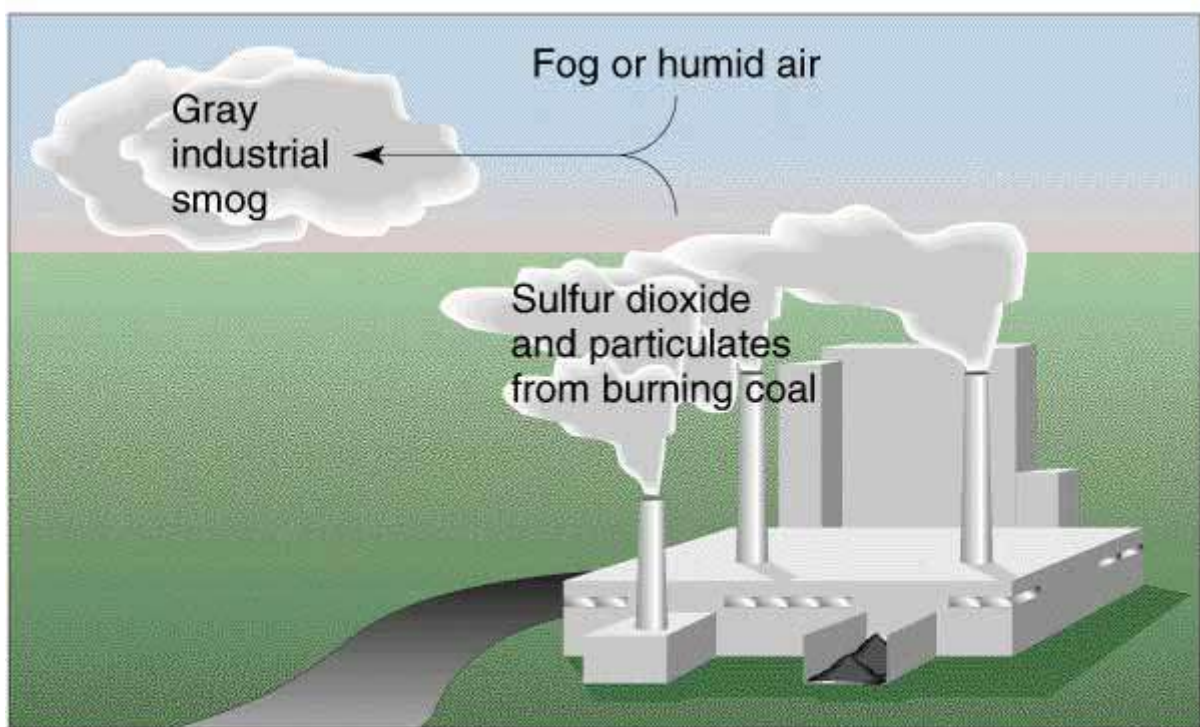
Do globalnog zagrijavanja dolazi kada se u našoj atmosferi nalazi obilje stakleničkih plinova. Izgaranjem fosilnih goriva oslobađa se ugljični dioksid i drugi štetni staklenički plinovi. Odlagališta otpada i poljoprivredna praksa također oslobađaju stakleničke plinove poput metana. Ovi plinovi zadržavaju toplinu u atmosferi i uzrokuju porast globalne temperature.

Klimatske promjene proizvod su globalnog zatopljenja. Kako globalne temperature rastu zbog povećanja razine stakleničkih plinova, globalna klima se počinje mijenjati. Promjena klime može dovesti do ekstremnih vremenskih obrazaca i promjena lokalne klime. Promjenjiva klima otežava poljoprivrednu praksu i ugrožava prirodna staništa.

Atmosferska prašina još je jedan oblik onečišćenja, pri čemu se stvara pojava koja se često naziva smog. Ona se odnosi na čestice koje se talože na tlo gravitacijom u prirodnim uvjetima. To je jedan od najsloženijih i najštetnijih zagađivača u atmosferi, ne samo štetna tvar, već i prijenosnik i reakcijski sloj za druge zagađivače, uvelike povećavajući potencijalnu štetu od čestica za ljudska bića i organizme. Teški metali koje karakterizira obogaćivanje, toksičnost i postojanost oslobađaju se iz raznih industrijskih aktivnosti kao što su rudarstvo, taljenje i prerada. Njihovo dugotrajno postojanje u zapašivanju predstavlja veliku prijetnju okolišu. Atmosfersko zapašivanje je jedan od najvažnijih egzogenih čimbenika za unos i obogaćivanje teških metala u ekosustav, posebno za podsustav tla. Taloženje prašine usko je povezano s izvorom prašine, metodom sakupljanja i položajem uzorkovanja i tako dalje. Izvor atmosferske prašine može se podijeliti na prirodni izvor, antropogeni izvor i mješoviti izvor. Identifikacija različitih izvora onečišćenja i njihovih stopa doprinosa može se klasificirati u dvije kategorije: model izvora i model receptora.

Smog nastaje kada emisije nastale izgaranjem fosilnih goriva reagiraju sa sunčevom svjetlošću. Čađa (također poznata kao čestične tvari) sastoji se od sitnih čestica kemikalija, zemlje, dima, prašine ili alergena - u obliku plina ili krutine - koje se prenose zrakom. Izvori smoga i čađe su slični. I jedno i drugo dolazi iz automobila i kamiona, tvornica, elektrana, spalionica, motora, općenito svega što sagorijeva fosilna goriva poput ugljena, plina ili prirodnog plina [6].

Smog može nadražiti oči i grlo te oštetiti pluća, osobito djece, starijih osoba i ljudi koji rade ili vježbaju na otvorenom. Još je gore za ljude koji imaju astmu ili alergije: ovi dodatni zagađivači mogu pojačati njihove simptome i izazvati napadaje astme. Najsitnije čestice čađe u zraku, bilo plinovite ili čvrste, posebno su opasne jer mogu prodrijeti u pluća i krvotok i pogoršati bronhitis, dovesti do srčanog udara, pa čak i ubrzati smrt. Godine 2020. izvješće Harvardove Škole javnog zdravstva T. H. Chan pokazalo je da su stope smrtnosti od COVID-19 u područjima s većim zagađenjem čađom veće nego u područjima s čak malo manjim zagađenjem, pokazujući korelaciju između smrtonosnosti virusa i dugotrajne izloženosti finim česticama. i rasvjetljavanje pitanja ekološke pravde [7].



(a) Industrial smog

*Slika 1: proces nastanka smoga [4].*

Brojni zagađivači zraka predstavljaju ozbiljne zdravstvene rizike i ponekad mogu biti smrtonosni čak iu malim količinama. Gotovo 200 ih je regulirano zakonom; neki od najčešćih su živa, olovo, dioksini i benzen. Oni se također najčešće emitiraju tijekom izgaranja plina ili ugljena, spaljivanja ili - u slučaju benzena - nalaze se u benzenu, može kratkoročno izazvati iritaciju očiju, kože i pluća, a dugoročno poremećaje krvi.

Dioksini, koji se češće nalaze u hrani, ali također prisutni u malim količinama u zraku, mogu kratkoročno utjecati na jetru i oštetiti imunološki, živčani i endokrini sustav, kao i reproduktivne funkcije. Živa napada središnji živčani sustav. U velikim količinama olovo može oštetiti dječji mozak i bubrege, a čak i minimalna izloženost može utjecati na dječji IQ i sposobnost učenja.

Druga kategorija toksičnih spojeva, policiklički aromatski ugljikovodici (PAH), nusproizvodi su ispušnih plinova prometa i dima požara. U velikim količinama povezuju se s iritacijom očiju i pluća, problemima s krvlju i jetrom, pa čak i rakom. U jednoj studiji, djeca majki koje su tijekom trudnoće bile izložene PAH-u pokazala su sporije procese u mozgu i izraženije simptome ADHD-a.

Tijekom proteklih desetljeća, studije atmosferske prašine dobile su široku pozornost i naširoko su se provodile u urbanim ili ruralnim područjima pri čemu se pokazalo kako je od tokova taloženja elemenata u tragovima u urbanim, industrijskim, ruralnim i prometnim mjestima regije Cantabria (sjeverna Španjolska) najobogaćeniji elementi bili Cd, Zn i Cu na svim mjestima, dok je V, Ni i Cr bili su manje obogaćeni. Analiza tla u Argentini pokazala je izvore onečišćenja prašine u gradu Tongling, pri čemu su rezultati pokazali da su glavni izvori prašine iz procesa taljenja, rudarstva i izgaranja ugljena. Istraživanje teških metala u atmosferskim padavinama prašine u devet gradova Kine primjenom metode faktora obogaćenja elementima pokazalo je koncentracije Cd, As, Pb, Zn i Cu u atmosferskoj prašini koje su bile znatno veće od ostalih elemenata. Štoviše, veliki gradovi i gradovi teške industrije ozbiljnije su zagađeni teškim metalima od malih i srednjih industrijskih gradova [6].

Plijesan i alergeni s drveća, korova i trave također se prenose zrakom, pogoršavaju se klimatskim promjenama i mogu biti opasni za zdravlje. Iako nisu regulirani i manje su izravno povezani s ljudskim djelovanjem, mogu se smatrati oblikom onečišćenja zraka. Izloženost plijesni može potaknuti napadaje astme ili alergijsku reakciju, a neke plijesni mogu čak proizvesti toksine koje bi bilo opasno udisati.

Alergije na pelud pogoršavaju se zbog klimatskih promjena. "Laboratorijske i terenske studije pokazuju da biljke koje proizvode pelud - osobito ambrozija - rastu i proizvode više peludi kada se poveća količinu ugljičnog dioksida u kojoj rastu. Klimatske

promjene također produljuju sezonu proizvodnje peludi, a neke studije počinju sugerirati da bi pelud ambrozije sama po sebi mogla postati snažniji alergen. Ako je tako, više će ljudi patiti od curenja nosa, groznice, svrbeža očiju i drugih simptoma [7].

## 2. 2. Onečišćenje vode

Onečišćenje vode događa se i u slatkoj vodi i u oceanima. Voda se koristi u industrijskoj praksi i onečišćena je kada dođe u kontakt s metalima, kemikalijama ili radioaktivnim otpadom. Voda se zatim ispušta u rijeke i oceane, što rezultira kontaminiranim ekosustavima i izvorima slatke vode. Prljava voda za piće predstavlja prijetnju ljudskom zdravlju. Usjevi koji se navodnjavaju zagađenom vodom također mogu postati štetni.

Otpadne vode ispuštene iz različitih sektora mogu se kategorizirati u različite vrste, kao što su otpadne vode iz kanalizacije, kućne otpadne vode, oborinske otpadne vode, poljoprivredne otpadne vode i industrijske otpadne vode. Prema bazi podataka AQUASTAT, svake godine se povuče 3928 km<sup>3</sup> globalne slatke vode, od čega 22% (865 km<sup>3</sup>) koristi industrija. Industrijske otpadne vode jedan su od glavnih uzroka nepopravljive štete ekosustavu. Neodgovarajuće pročišćavanje i izravno ispuštanje ovih opasnih otpadnih voda u kanalizacijske odvode na kraju zagađuje podzemne vode, kao i druge velike vodene površine, uzrokujući štetne učinke na zdravlje životinja, kao i na život u vodi. Nedovoljno pročišćene otpadne vode također mogu uzrokovati druga potencijalna onečišćenja okoliša poput zraka, površine zemlje, tla itd. Povremeno odlaganje industrijskih otpadnih voda koje se koriste za navodnjavanje usjeva može uzrokovati ozbiljnu štetu kvaliteti proizvedenih usjeva, a također može dospjeti u prehrambeni lanac. Bolesti koje se prenose vodom uzrokovane onečišćenjem vode su dijareja, giardijaza, tifus, kolera, hepatitis, žutica i rak. Nekoliko zemalja sada oblikuje politiku kontrole kvalitete vode. Postavljaju se logičke osnove na količinu onečišćujućih tvari koje se mogu sigurno asimilirati u određenim vodnim tijelima poput rijeka i jezera [8].

Općenito, otpadne vode su kategorizirane u dvije široke vrste: kanalizacijske otpadne vode i nekanalizacijske otpadne vode. Kanalizacijske otpadne vode uključuju

ispuštanje iz kućanskih aktivnosti. Otpadne vode proizvedene s mjesta kao što su kuće, škole, bolnice, hoteli, restorani, javni zahodi itd. koje sadrže tjelesni otpad (urin i fekalije) spadaju u kanalizacijske otpadne vode. Sve ostale vrste otpadnih voda koje nastaju iz komercijalnih aktivnosti, kao što su one iz tvornica i industrijskih postrojenja, nazivaju se otpadne vode koje nisu otpadne vode. Nekanalizacijske otpadne vode također uključuju oborinske i oborinske vode nastale nakon oborina ili poplava. Svakodnevne ljudske aktivnosti uvelike ovise o vodi, što upravljanje i pročišćavanje otpadnih voda čini vrlo važnima. Dakle, za učinkovito upravljanje i ciljano pročišćavanje, otpadne vode su dodatno kategorizirane u dobro definirane vrste i podvrste ovisno o izvorima. Četiri glavne vrste otpadnih voda su oborinske vode, kućne, poljoprivredne i industrijske [9].

Izvori nastanka otpadnih voda prikazani su na slici u nastavku:



Slika 2: izvori nastanka otpadnih voda [9].

Otpadne vode oborinskog otjecanja su obilne oborinske, oborinske ili poplavne vode koje nisu natopljene tlom i teku iznad ulice ili otvorenih površina. One su jedan od vodećih izvora onečišćenja voda jer mnogi toksični zagađivači poput plastike, pesticida, herbicida, ulja, kemikalije, teški metali pa čak i razni patogeni bivaju isprani u oborinske vode s ulica, industrijskih lokacija, gradilišta i raznih drugih mjesta. Otjecanje oborinskih voda obično teče ili izravno ili kroz kanalizirane odvode koji se na kraju ispuštaju u obližnje prirodne vodotoke kao što su ribnjaci, rijeke, potoci i jezera bez ikakvog tretmana. Ova zagađena voda ne samo da šteti vodenom životu, već je i prijetnja cijelom okolišu jer su svi oblici života izravno ili neizravno povezani s prirodnim vodenim putovima za svoj opstanak [8].

Voda s otopljenim i suspendiranim tvarima ispuštena iz raznih industrijskih procesa, kao što je voda koja se oslobađa tijekom proizvodnje, čišćenja i drugih komercijalnih aktivnosti, naziva se industrijskom otpadnom vodom. Priroda onečišćujućih tvari prisutnih u industrijskoj otpadnoj vodi ovisi o vrsti tvornice i industrija. Primjeri industrija koje proizvode otpadnu vodu su rudarska industrija, postrojenja za proizvodnju čelika/željeza, industrijske praonice rublja, elektrane, postrojenja za frakiranje nafte i plina, obrada metala i industrija hrane/pića. Različiti kontaminanti koji se obično nalaze u ispuštima industrijske vode su kemikalije, teški metali, ulja, pesticidi, mulj, farmaceutski proizvodi i drugi industrijski nusproizvodi [8].

Onečišćenja mora posebno je značajan ekološki problem jer onečišćenje oceana dovodi do globalnog onečišćenja najvećih vodenih površina na planeti. Kao ekološki vrlo važna žarišna središta, obalna područja su također iskusila negativne ekološke probleme uzrokovane ljudskim djelovanjem, kao što su erozija obale, širenje urbanih područja i zagađenje a koja su posljedica širenja industrijskih postrojenja. U suvremenom globalnom svijetu sve je veći značaj povezanosti država i kontinenata, a pomorski prijevoz industrijskih tereta temelj je razvoja suvremene globalizirane industrije, jer je veoma jeftin u odnosu na druge transportne sustave. Međutim, pomorski prijevoz također uzrokuje brojne poteškoće i probleme. Zagađenje mora uzrokovano morskim transportom iznosi oko 20% ukupnog onečišćenja mora [10].

Onečišćenje oceana koje je posljedica svakodnevnih aktivnosti industrija u priobalju donosi curenje nafte i drugih derivata u more te brojnih drugih opasnih tvari što

uzrokuje važne probleme. Zagađenje mora oštećuje morska staništa, što koso utječe na zdravlje ljudi, osim što ograničava korištenje mora u različite svrhe.

Izvori onečišćenja mora su različiti, pa tako do onečišćenja može doći s [11]:

- kopna,
- zraka,
- brodova,
- potapanjem otpadnih i drugih štetnih tvari,
- djelatnostima u podmorju

Različite oblike zagađanja uzrokuju pomorska industrijska postrojenja svojim ispuštanjima bilo operativno ili slučajno. Najvažnije ekološke štete uzrokovane ispuštanjem kućnog otpada i kaljužnih voda, odlaganjem balastnih voda i vode za pranje iz tankera, emisijom ispušnih plinova, ispiranjem boja protiv zagađivanja, onečišćenjem otrovnim materijalima, uklanjanjem, unošenjem organizama te akustičnim i vizualnim smetnjama.

### 2. 3. Onečišćenje tla

Onečišćenje tla nastaje zbog netretiranog odlaganja industrijskog otpada u tlo; ima visoke toksične zagađivače, što dovodi do onečišćenja tla. Industrijski otpad ima različitu količinu toksičnih sadržaja i opasnih kemikalija tako da kada se odloži u tlo, utječe na čvrstoću sloja tla u površinskom sloju tla, smanjujući tako plodnost tla i biološku aktivnost tla. Osim toga, štetni učinak dovodi do ekološke neravnoteže, stvarajući probleme u biljnoj proizvodnji. Osim toga, može izazvati ozbiljne zdravstvene probleme za one koji konzumiraju takve usjeve, jer su tlo i usjevi kontaminirani otrovnim kemikalijama i opasnim materijalima [12].

Većina industrijskih postrojenja oslanja se na vađenje minerala iz zemlje. Proizvod koji dobivaju kao rezultat ovog procesa prati velika količina smeća. Ovo smeće je razbacano po zemljinoj površini. Bilo da se radi o željeznoj rudači ili ugljenu,



nusproizvodi su zagađeni i ne odlažu se na odgovarajući način. Kao rezultat toga, industrijski otpad dugo ostaje na površini tla, čineći ga neprikladnim za ljudsku prehranu.

Navodnjavanje otpadnom vodom uzrokuje duboke promjene u navodnjavanim tlima. Među različitim promjenama do kojih dolazi u tlu uslijed navodnjavanja kanalizacijom su fizičke promjene poput ispiranja, promjene u sadržaju humusa i poroznosti itd., kemijske promjene poput reakcije tla, statusa bazne izmjene, saliniteta, količine i dostupnosti hranjivih tvari poput dušika, potaša, fosfor itd. Kanalizacijski mulj zagađuje tlo dovodeći do nakupljanja metala poput olova, nikla, cinka, kadmija itd. To može dovesti do fitotoksičnosti biljaka [13].

Onečišćenje tla je kada razine kemikalija u tlu premašuju normalne razine i predstavljaju prijetnju ljudskom zdravlju ili stanju ekosustava. Izvori onečišćenja tla mogu biti [14]:

- Industrijski otpad
- Korištenje kemijskih pesticida i gnojiva
- Izlijevanja nafte
- Odlagališta otpada

Ova pojava javlja se kada koncentracija onečišćujućih tvari na površini postane tolika da šteti bioraznolikosti kopna i ugrožava zdravlje, posebice putem hrane. Onečišćenje tla je globalna prijetnja koja je posebno ozbiljna u regijama kao što su Europa, Euroazija, Azija i Sjeverna Afrika, kao što ukazuje Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (FAO). FAO također potvrđuje da intenzivna, pa čak i umjerena degradacija već utječe na jednu trećinu svjetskog tla. Štoviše, oporavak je toliko spor da bi bilo potrebno 1000 godina da se stvori sloj obradivog tla od 1 centimetra [12].

Kruti i tekući otpad čine većinu industrijskog otpada. Međutim, dok se tekući otpad iz industrije baca u vodene površine, čvrsto se smeće jednostavno baca na tlo. Otravne kemikalije i teški metali obiluju ovim otpadom, koji na kraju dospije u prehrambeni

lanac. Mulj i krhotine, koji sadrže visoku koncentraciju žive, najčešći su otpadni proizvodi iz rudarske i talioničke industrije. Taj se otpad odlaže ravno u rijeku, koja se također koristi za navodnjavanje i druge potrebe u kućanstvu. Biljni proizvodi dobiveni navodnjavanjem ovom otpadnom vodom izrazito su zagađeni živom. Leteći pepeo iz termoelektrana, otpadne vode iz industrijskih boja i boja te naftni ugljikovodici doprinose onečišćenju tla [15].

Industrijski, proizvodni sektori više doprinose lokalnom onečišćenju tla od uslužnih sektora, dok su rudarske aktivnosti važni izvori onečišćenja tla u nekim zemljama. U proizvodnom sektoru, metalna industrija se navodi kao najveći zagađivač, dok industrija tekstila, kože, drva i papira manje doprinosi lokalnom onečišćenju tla. Relativna važnost različitih kontaminanata slična je i za tekuće i za čvrste matrice. Najčešći kontaminanti su mineralna ulja i teški metali. Općenito, fenoli i cijanidi daju zanemariv ukupni doprinos ukupnoj kontaminaciji [16].

Onečišćenje tla utječe na sposobnost uzgoja usjeva i može oštetiti prirodni okoliš. Kontaminirano tlo također može dovesti do zdravstvenih problema kod ljudi i životinja.

## 2. 4. Izravni utjecaji industrije na ekosustav

Utjecaji industrije na okoliš ozbiljno opterećuje prirodni poredak ekosustava. Onečišćenje i izmijenjeno korištenje zemljišta imaju ekološke posljedice. Osim toga, industrija promjena uzrokovala je loš oporavak okoliša nakon katastrofa i smanjenje bioraznolikosti.

Onečišćenje i izmijenjeno korištenje zemljišta predstavljaju ozbiljne prijetnje ekosustavima. Biljke i životinje pate od otpada koji zagađuje oceane i druge vodene površine. Zagađivači u zraku i tlu mogu predstavljati rizik za opstanak cijelih ekosustava. Aktivnosti kao što je krčenje šuma mogu poremetiti šumska zemljišta i ostaviti životinje bez staništa za preživljavanje.

Pretjerani zahtjevi industrijaliziranih zemalja prijete bioraznolikosti u cijelom svijetu, ali utjecaj je posebno jasan u zemljama u razvoju, djelomično zato što te zemlje imaju

toliko biološke raznolikosti za izgubiti, a djelomično zato što su izrabljivačke prakse često nametnute od strane komercijalnih sila i ulagača koji potiču razvoj industrije na neodgovoran način.

Osim toga, prakse negovanja bioraznolikosti u zemljama u razvoju koje su započele dugi proces pripitomljavanja biljaka za poljoprivredu ozbiljno su potkopane. Dijelom su upravo te prakse stvorile impresivan genetski mozaik lokalnih usjeva, divljih biljaka i životinja, omogućivši tako razvoj društava diljem svijeta. Sada nove jedinstvene sorte usjeva zamjenjuju mnoštvo vrsta koje se tradicionalno uzgajaju. Na primjer, znanstvenici predviđaju da će do 2050. godine indijski farmeri uzgajati 12 sorti riže umjesto 30 000 sorti koje su se negovale i uzgajale stoljećima [17].

Oporavak okoliša nakon katastrofa postao je sporiji zbog opterećenja ekosustava zbog klimatskih promjena. Prirodne katastrofe poput šumskih požara i uragana postaju sve češće s klimatskim promjenama. Industrijske katastrofe poput izlivanja nafte ili curenja radijacije teško je očistiti i onemogućuju prirodni oporavak okoliša.

Bioraznolikost se smanjuje kako određene životinjske i biljne vrste izumiru. U drugim slučajevima, biljke i životinje su prisiljene na veću razinu natjecanja jer se njihovo prirodno stanište smanjuje, što predstavlja pritisak na zdravlje bioraznolikosti regije.

### 3. Suvremene metode smanjenja utjecaja industrije na okoliš

Rast produktivnosti preduvjet je poboljšanja životnog standarda i održavanja konkurentnosti u globaliziranom gospodarstvu. Niska ukupna produktivnost faktora jedan je od glavnih razloga trajnog siromaštva u zemljama u razvoju. Osobito zemlje s niskim dohotkom i nižim srednjim dohotkom trebaju potaknuti rast produktivnosti kako bi smanjile siromaštvo. To podrazumijeva potragu za produktivnijim načinima poslovanja unutar svakog postojećeg sektora, kao i ubrzavanje strukturne transformacije među sektorima, preraspodjelu resursa s niskoproduktivnih aktivnosti u poljoprivredi, maloj trgovini i jednostavnim uslugama na nove aktivnosti koje zahtijevaju znanje i iskorištavaju prednosti specijalizacije između poduzeća. U tom kontekstu dolazi do razvoja ideje održive industrije koja će se razvijati bez utjecaja na okoliš.

Kroz inovacije proizvoda i procesa, učinkovitost resursa se povećava diljem svijeta. Drugim riječima, potrebno je manje prirodnih resursa za proizvodnju iste jedinice outputa; ali ovo povećanje učinkovitosti bilo je prilično skromno, s učinkom da je rast BDP-a na globalnoj razini više nego nadmašio dobitke učinkovitosti. To je dovelo do situacije u kojoj se „globalna ekstrakcija materijala više nego udvostručila u proteklih 30 godina, s oko 36 milijardi tona u 1980. godine na gotovo 85 milijardi tona u 2013. godini, što je ukupni rast od 132% [1].

Zbog kontinuiranog rasta globalne populacije i povećane potrošnje po glavi stanovnika, posebno od prijelaza stoljeća, antropogeni pritisci na Zemljin sustav dosegli su razmjere u kojima se više ne mogu isključiti nagle globalne promjene okoliš. Istraživanja ekoloških sustava naglašavaju postojanje prijelomnih točaka na kojima se okolišne promjene ubrzavaju zbog mehanizama koji se sami jačaju, a sustavi nisu u stanju vratiti svoju prethodnu ravnotežu. Globalno zatopljenje je najizraženija prijetnja ljudskom razvoju i okolišu. Međunarodni panel za klimatske promjene predviđa da će, ako nastavimo upravljati našim gospodarstvima na isti način, globalna srednja površinska temperatura porasti za 3,7°C do 4,8°C do 2100. godine, u usporedbi s prosjekom za 1850. do 1900. godine. Topljenje polarnog leda i otapanje permafrosta dva su opasna akceleratora globalnih ekoloških promjena. Ali postoje i druge velike

prijetnje Zemljinom sustavu koje zahtijevaju hitnu akciju, uključujući gubitak bioraznolikosti, oštećenje ozona, zakiseljavanje oceana, nedostatak vode, degradaciju tla, nakupljanje dušika u vodenim ekosustavima i nakupljanje kemijskog otpada i plastike. Ove temeljne prijetnje čovječanstvu treba uzeti u obzir kada se razmišlja o daljnjem rastu i strukturnim promjenama gospodarstava. Način na koji su ekonomske transakcije trenutno organizirane uglavnom zanemaruje društvenu cijenu iscrpljivanja resursa i onečišćenja. Prirodni kapital utjelovljen u plodnom tlu, slatkoj vodi, čistom zraku i produktivnim ekosustavima se rasipa. Ovo rasipanje potkopava osnovu za budući gospodarski razvoj i ugrožava napredak postignut u socijalnoj skrbi [1].

Međutim, kako bi se ubrzale potrebne inovacije u tehnologiji i poslovnom modelu, ekonomski poticaji moraju biti postavljeni vrlo drugačije. Iznad svega, troškovi zaštite okoliša moraju se puno bolje odražavati u cijenama, propisi se moraju postrožiti, a subvencije za fosilna goriva i druga neodrživa dobra i prakse moraju se postupno ukinuti.

To će neizbježno imati duboke i sustavne implikacije, usporedive s onima uočenim tijekom prve industrijske revolucije ili uspona informacijske tehnologije. Promijenit će način na koji se obrađuje zemlja i proizvode dobra, odakle se nabavlja energiju, kako se prevoze stvari i kako se gradi infrastruktura i dizajniraju gradovi. Među raznim ekološkim izazovima, ublažavanje klimatskih promjena imat će nedvojbeno najdublje implikacije na strukturne promjene jer utječe na energetske i prometni sektor koji su do sada doslovno poticali gospodarski razvoj. Da bi se postigla zadovoljavajuća razina dekarbonizacije, neophodne su velike sustavne promjene: proizvodnja električne energije mora se u potpunosti prebaciti s fosilnih na obnovljive izvore; budući da je proizvodnja električne energije dekarbonizirana, potrebno je elektrificirati promet, grijanje i ostale sektore koji koriste energiju, uključujući cestovni promet; a učinkovitost resursa treba radikalno povećati u svim industrijama, uključujući prelazak na kružna gospodarstva u kojima se otpad smanjuje, ponovno koristi ili reciklira. Neke od ovih promjena već su u punom zamahu, druge tek dolaze.

Globalni energetske sustavi i sve povezane proizvodne i uslužne aktivnosti povezane s proizvodnjom, prijenosom i skladištenjem električne energije već prolaze kroz brzu i

radikalnu promjenu. Tehnologije obnovljive energije široko su prihvaćene diljem svijeta. Električna energija iz hidro, geotermalne i određene biomase sada se može natjecati s električnom energijom koja se temelji na fosilnim gorivima, kao i energija vjetra i solarna energija na dobrim lokacijama, a očekuju se daljnja smanjenja troškova. Dok su prije 15 godina elektrane na obnovljive izvore energije igrale zanemarivu ulogu u globalnoj proizvodnji električne energije, svijet sada godišnje dodaje više kapaciteta obnovljive energije nego što dodaje neto novih kapaciteta iz svih fosilnih goriva zajedno. Tvrtke koje nastavljaju ulagati u neodržive tehnologije izlažu se riziku da moraju otpisati velika ulaganja [18].

Smatra se kako bismo imali najmanje 50% posto šanse zadržati zagrijavanje ispod 2°C tijekom dvadeset prvog stoljeća, kumulativne emisije ugljika između 2011. i 2050. godine moraju biti ograničene na oko 1100 gigatona ugljičnog dioksida. Kao posljedica toga, oko jedna trećina rezervi nafte, jedna polovica rezervi plina i najmanje 80 posto poznatih rezervi ugljena ne mogu se spaliti i moraju se držati u zemlji ako se žele izbjeći katastrofalne klimatske promjene. Rezerve fosilnih goriva kao i imovina koja ovisi o transformaciji i trgovini fosilnim gorivima, poput rafinerija, elektrana i distribucijskih mreža za benzin, stoga mogu biti precijenjeni. Brzi tehnološki napredak u tehnologijama s niskim udjelom ugljika i/ili ambicioznijim politikama dekarbonizacije mogu natjerati vlasnike ugljične imovine da prilagode svoje vrijednosti, što zauzvrat može izazvati šok od mjehurića ugljika s dubokim posljedicama za banke, mirovinske fondove i osiguravajuća društva [1].

Economist Intelligence Unit procjenjuje da se unutar globalne zalihe imovine kojom se može upravljati vrijednost izložena riziku zbog klimatskih promjena kreće od 4,2 bilijuna američkih dolara do 43 bilijuna američkih dolara od sada do kraja stoljeća. Odbor za financijsku stabilnost prepoznaje takvo nasukavanje imovine povezano s klimatskim promjenama kao relevantan rizik za globalni financijski sustav i stoga je uspostavio sustav izvješćivanja, Radnu skupinu za financijske objave povezane s klimom. Zapravo, neki institucionalni ulagači počeli su se povlačiti iz ugljične imovine [1].

Stoga su na djelu tržišni mehanizmi koji ubrzavaju strukturnu promjenu prema gospodarstvu s niskom razinom ugljika. Dok su industrije rudarstva i opskrbe

električnom energijom najviše pogođene, slijede strukturne promjene u drugim industrijama. Regulatori na svim glavnim automobilskim tržištima, uključujući Europsku uniju, SAD, Japan i Kinu, definirali su planove za smanjenje prosječne razine emisije CO<sub>2</sub> novih automobila. Unutar nekoliko godina te se razine više neće moći postići povećanjem učinkovitosti samo u automobilima s pogonom na gorivo, što će proizvođače prisiliti da uključe električne i hibridne automobile u svoju ponudu proizvoda i brzo povećaju svoj udio u ukupnoj prodaji. Privatni sektor zapravo odgovara. Primjena električnih vozila nedavno je uzela eksponencijalne stope rasta, iako s niske osnove. U 2016. godini globalna zaliha električnih automobila premašila je dva milijuna, u odnosu na nekoliko stotina deset godina ranije. S brzim padom cijena baterija i povećanjem performansi baterija, električni automobili uskoro će biti u potpunosti konkurentni automobilima na gorivo [19].

Općenito govoreći, mjere za ublažavanje klimatskih promjena mogu biti u obliku državnih propisa ili tržišnih mehanizama. Tržišni mehanizmi (kao što su porezi na ugljik, dozvole za ugljik i prava kojima se može trgovati, feed-in tarife) standardni su odgovor neoklasične ekonomije na klimatske promjene, što objašnjava zašto je stekao sve veću popularnost među ekonomistima u posljednjim desetljećima. Podizanje cijene ugljika nužan je i dovoljan korak u borbi protiv globalnog zatopljenja.. Tržišni mehanizmi imaju za cilj povećati troškove proizvoda koji se oslanjaju na proizvodne procese s intenzivnim ugljikom manipuliranjem cijenama i, prema njihovim zagovornicima, ti bi mehanizmi trebali stvoriti prostor za poduzetnike da razviju alternative s nižim udjelom ugljika [20].

Primjer takvog djelovanja jest sanacija otpadnih voda iz industrija. Industrijske otpadne vode sadrže brojne bitne hranjive tvari ili posjeduju svojstva koja se lako mogu iskoristiti u mnoge svrhe s dodanom vrijednošću s hvalevrijednim dobitima za društvo i okoliš. Primjena zelenih pristupa temeljenih na 6Rs tehnologijama (reduce, reuse, recycle, recovery, redesign, rethink – smanji, ponovno upotrijebi, recikliraj, osvježi, redizajniraj, ponovno promisli) i sustavima zatvorene petlje unutar integriranog okvira industrijske ekologije pruža izvrsnu priliku za očuvanje prirodnih resursa regije dok istodobno unapređuje regionalno gospodarstvo na održivoj osnovi. Poziva na odgovarajuće strateško planiranje koje obuhvaća tehničke, ekološke, socio-kulturne i ekonomske pokretačke čimbenike koji mogu utjecati na proces industrijalizacije [21].

### 3. 1. Politika zelene industrije

Zelena industrijska politika (Green industry policy - GIP) strateška je vladina politika koja pokušava ubrzati razvoj i rast zelenih industrija za prelazak na gospodarstvo s niskim udjelom ugljika. Zelena industrijska politika je neophodna jer se zelene industrije poput obnovljivih izvora energije i infrastrukture javnog prijevoza s niskim udjelom ugljika suočavaju s visokim troškovima i mnogim rizicima u smislu tržišnog gospodarstva. Stoga im je potrebna podrška javnog sektora u obliku industrijske politike dok ne postanu komercijalno održivi. Prirodni znanstvenici upozoravaju da se mora odmah djelovati kako bi se smanjile emisije stakleničkih plinova i ublažili učinci klimatskih promjena. Društveni znanstvenici tvrde da ublažavanje klimatskih promjena zahtijeva državnu intervenciju i reformu upravljanja. Stoga vlade koriste zelenu industrijsku politiku za rješavanje ekonomskih, političkih i ekoloških pitanja klimatskih promjena [22].

Ovakav pristup reorganizaciji industrije je pogodan za održivu gospodarsku, institucionalnu i tehnološku transformaciju. Nadilazi ekonomsku strukturu slobodnog tržišta kako bi se riješili tržišni neuspjesi i problemi s obvezama koji ometaju održiva ulaganja. Učinkovita Zelena industrijska politika gradi političku potporu za regulaciju ugljika, koja je neophodna za prijelaz na gospodarstvo s niskom razinom ugljika. Nekoliko vlada koristi različite vrste zelene industrijske politike koji dovode do različitih ishoda [19].

Zelena industrijska politika i industrijska politika su slične, iako Zelena industrijska politika ima jedinstvene izazove i ciljeve. Zelena industrijska politika se suočava s posebnim izazovom pomirenja ekonomskih i ekoloških pitanja. Bavi se visokim stupnjem neizvjesnosti o isplativosti zelenih ulaganja. Nadalje, bavi se nevoljkošću industrije da ulaže u zeleni razvoj i pomaže trenutnim vladama da utječu na buduću klimatsku politiku.

Nadalje, Zelena industrijska politika nudi mogućnosti za energetske prijelaz na obnovljive izvore energije i niskougljično gospodarstvo. Veliki izazov za klimatsku



politiku je nedostatak industrije i javne potpore, ali Zelena industrijska politika stvara prednosti koje privlače podršku za održivost. Može stvoriti strateško upravljanje nišom i generirati "zelenu spiralu" ili proces povratnih informacija koji kombinira industrijske interese s klimatskom politikom. Zelena industrijska politika može zaštititi zaposlenike u industrijama u nastajanju i opadanju, što povećava političku podršku drugim klimatskim politikama. Određivanje cijena ugljika, održive energetske tranzicije i smanjenje emisija stakleničkih plinova imaju veće izgleda za uspjeh kako se povećava politička podrška. Zelena industrijska politika je usko povezana sa zelenim oporavkom, skupom smjernica politike za rješavanje ekonomskih učinaka COVID-19 i učinaka klimatskih promjena na okoliš poticanjem širenja obnovljive energije i rasta zelenih radnih mjesta [23].

Međutim, Zelena industrijska politika se suočava s mnogim rizicima. Neki rizici uključuju loše izbore vlade o tome koje industrije podržati; političko zarobljavanje ekonomske politike; potrošeni resursi; neučinkovito djelovanje u borbi protiv klimatskih promjena; loš dizajn politike koji nema ciljeve politike i izlazne strategije; trgovinski sporovi; i neuspjeh koordinacije. Mogu se poduzeti strateški koraci za upravljanje rizicima zelene industrijske politike. Neki uključuju komunikaciju javnog i privatnog sektora, transparentnost i odgovornost; politika s jasnim ciljevima, tehnikama evaluacije i izlaznim strategijama, učenje o politici i eksperimentiranje s politikama, upravljanje zelenim najamninama, jake institucije i slobodan tisak [19].

Vlade u raznim zemljama, državama, pokrajinama, teritorijima i gradovima koriste različite vrste zelene industrijske politike. Različiti instrumenti politike dovode do nekoliko ishoda. Primjeri uključuju politike izlaska i zalaska, subvencije, istraživanje i razvoj, lokalne zahtjeve za sadržajem, poticajne cijene, porezne olakšice, izvozna ograničenja, potrošačke mandate, zelena pravila javne nabave i standarde obnovljivog portfelja.

Postojanost gospodarstva temeljenog na ugljiku dovela je do ovisnosti o putanji koja je destruktivna za okoliš, a energetske prijelazi ključni su za odvratanje od ovisnosti. Strateško upravljanje nišom nudi priliku za energetske prijelaze. Nove, održive tehnologije ne mogu se odmah natjecati na tržištu s postojećim, neodrživim tehnologijama zbog ovisnosti o putu. Zelene inovacije koje nisu odmah profitabilne

ključne su za poticanje održivog razvoja i postizanje društvenih ciljeva ublažavanja klimatskih promjena. Stoga vlade moraju stvoriti tehnološke niše i koristiti oblike politike zelene industrije za subvencioniranje i njegovanje tehnoloških niša kako bi osigurale razvoj zelenih inovacija. Tehničke niše pružaju zaštićeni prostor za inovativni održivi razvoj koji se razvija zajedno s korisničkim praksama, regulatornim strukturama i tehnologijom. Koevolucijska dinamika nužna je za uspješnu inovaciju u niši -- više aktera iz više slojeva mora raditi zajedno za održive prijelaze. Društvene mreže bitne su za razvoj ove niše jer brojni dionici vode do brojnih gledišta, više predanosti i resursa te više inovacija [1].

Modeli održive urbanizacije u gradovima primjeri su strateškog upravljanja. U tim slučajevima, općinske vlasti i društvene mreže pomažu u stvaranju manjih prostora za testiranje koji omogućuju tehnološke i društvene inovacije, kao što je razvoj tehnologije električnih automobila i poticanje dijeljenja automobila. Općenito, električni automobili nisu postali norma u automobilskoj industriji. Međutim, ako se tehnološka niša uspješno pojavi na tržištu, ona se može transformirati u tržišnu nišu i učvrstiti svoje mjesto u industriji i sociotehničkom režimu. S druge strane, režim ili industrija utječe na krajolik, što može promijeniti gospodarsku klimu i potaknuti održive energetske prijelaze. Stoga strateško upravljanje i politike zelene industrije mogu razbiti ovisnost o putu i učvrstiti mjesto zelenih tehnologija na tržištima i u društvu [18].

Zelena industrijska politika može potaknuti zelenu spiralu i također prekinuti ovisnost o putu. Ekonomisti smatraju određivanje cijena ugljika najuvjerljivijim pristupom ublažavanju klimatskih promjena, ali njihovo mišljenje zanemaruje političku cijenu radikalnog usvajanja određivanja cijena ugljika i nedostatak političke izvedivosti.[25] Posljedično, trenutno usvajanje cijena ugljika često ne uspijeva, a sheme određivanja cijena ugljika često se prilagođavaju zahtjevima zagađivača, što ih čini neučinkovitima. Zelena industrijska politika se bavi pitanjem nedostatka političke izvedivosti kroz zelenu spiralu.

Zelena spirala znači da su Zelena industrijska politika i pristupi određivanju cijena ugljika najučinkovitiji kada ih kreatori politike proizvode u slijedu kako bi s vremenom povećali potporu klimatskoj politici i potaknuli pozitivne povratne informacije. Zelena industrijska politika potiče povećanje političke potpore jer pridonosi rastu političkog

krajolika koalicija i interesa, kao što su tvrtke i investitori za obnovljivu energiju, koji imaju koristi od energetske transformacije. Ti savezi i interesi generiraju političku potporu GIP-u, čak i kada mu se neodržive industrije mogu suprotstaviti. Oni također postaju politički saveznici tijekom razvoja strože klimatske politike koja negativno utječe na onečišćivače. Dakle, Zelena industrijska politika stvara pozitivne povratne informacije. Zelena spirala čini održivost izvedivom, privlačnom i profitabilnom za industrije, što potiče usvajanje održivih poslovnih tehnika. Na primjer, feed-in tarife stvaraju izravne poticaje za rast skupina zelene industrije i mogu potaknuti održive pomake u ulaganjima i prihodima. Ti pomaci zatim stvaraju potporu za eksperimentiranje politike i tehnologije, te potiču napredak prema transformaciji cijelog sustava. Zelena spirala može stvoriti prijelaz energije na obnovljive izvore energije i smanjiti političke troškove prijelaza [19].

### 3. 2. Green deal Europske unije

Europski zeleni plan je skup političkih inicijativa Europske komisije s sveobuhvatnim ciljem da se Europa učini mjestom na kojem nema negativan utjecaj na klimu do 2050. godine. Također će biti predstavljen plan procjene utjecaja koji će povećati cilj Europske unije za smanjenje emisije stakleničkih plinova do 2030. godine na barem 50% i prema 55% u usporedbi s razinama iz 1990. godine. Plan je preispitati svaki postojeći zakon o njegovim klimatskim osnovama, kao i uvesti novo zakonodavstvo o kružnom gospodarstvu, obnovi zgrada, biološkoj raznolikosti, poljoprivredi i inovacijama.

Klimatska neutralnost do 2050. godine glavni je cilj Europskog zelenog sporazuma. Da bi Europska unija postigla cilj klimatske neutralnosti, jedan je cilj dekarbonizirati njihov energetske sustav nastojeći postići „neto-nulte emisije stakleničkih plinova do 2050. godine“. Njihova se relevantna energetska direktiva želi prilagoditi ako se pojave problematična područja. Mnoge druge postojeće i planirane regulative također će se analizirati i pregledati. Plan je 2023. godine, provesti pregled postojećih klimatskih programa za države članice koje bi do tada trebale ažurirati svoje klimatske i nacionalne energetske planove u skladu s klimatskim ciljem EU-a za 2030. godinu. Ključni principi uključuju: „dati prioritet energetske učinkovitosti“, „razviti energetske

sektor koji će se u velikoj mjeri temeljiti na obnovljivim izvorima“, osigurati pristupačnu opskrbu energijom u EU i imati „potpuno integrirano, međusobno povezano digitalno tržište energije EU“ [24].



Slika 3: Shematski prikaz ciljeva Green deala Europske unije [25].

Za postizanje europskog zelenog dogovora potrebno je preispitati politike za opskrbu čistom energijom u gospodarstvu, industriji, proizvodnji i potrošnji, velikoj infrastrukturi, prometu, hrani i poljoprivredi, građevinarstvu, oporezivanju i socijalnim naknadama. Da bi se postigli ovi ciljevi, važno je povećati vrijednost zaštite i obnove prirodnih ekosustava, održivo korištenje resursa i poboljšanje zdravlja ljudi. Tu su transformacijske promjene najpotrebnije i potencijalno najkorisnije za gospodarstvo, društvo i prirodno okruženje EU. EU bi također trebao promicati i ulagati u potrebne digitalne transformacije i alate jer su ti ključni pokretači promjena. Iako su sva ta područja djelovanja snažno povezana i uzajamno se jačaju, morat će se obratiti pažnja kada postoje potencijalni kompromisi između ekonomskih, okolišnih i socijalnih ciljeva. Zeleni dogovor će dosljedno koristiti sve poluge politike: regulaciju i standardizaciju, ulaganja i inovacije, nacionalne reforme, dijalog sa socijalnim partnerima i međunarodnu suradnju. Europski stup socijalnih prava vodit će djelovanje za osiguravanje da nitko ne bude zaostao.

Drugo ciljno područje za postizanje klimatskih ciljeva Europske unije je uvođenje industrijske politike održivog i obnovljivog gospodarstva. U ožujku 2020. godine Europska unija je najavila svoju industrijsku strategiju s ciljem „osnaživanja građana, revitalizacije regija i najboljih tehnologija.“ Ključne točke ovog područja politike uključuju jačanje suvremenih aspekata industrije, utječući na istraživanje i stvaranje Tržišta roba prilagođenih kružnim gospodarstvima. To dalje podrazumijeva „dekarbonizaciju i modernizaciju energetski intenzivnih industrija poput čelika i cementa“ [26].

Europska unija ima kolektivnu sposobnost transformiranja gospodarstva i društva da bi ga stavio na održiviji put. Izgradi svoje snage kao globalni lider u klimatskim i okolišnim mjerama, zaštiti potrošača i radničkim pravima. Doprinos dodatnih smanjenja emisija je izazov. Zahtijevat će se velika javna ulaganja i povećani naponi za usmjeravanje privatnog kapitala prema djelovanju klime i okoliša, izbjegavajući pritom uključivanje u neodrživu praksu. EU mora biti na čelu koordinacije međunarodnih napora za izgradnju skladnog financijskog sustava koji podržava održiva rješenja. Ova prva investicija ujedno je i prilika da se Europa čvrsto postavi na novi put održivog i uključivog rasta. Europski zeleni ugovor će ubrzati i poduprijeti prijelaz potreban u svim sektorima

Predviđa se i politika „Održivih proizvoda“ koja će se usredotočiti na smanjenje trošenja materijala. Cilj je osigurati ponovnu upotrebu proizvoda i ojačati procese recikliranja. Materijali koji su posebno fokusirani uključuju "tekstil, konstrukciju, elektroniku i plastiku." [26].

Ekološka ambicija Zelenog posla neće ostvariti samo Europa. Pokretači klimatskih promjena i gubitka biološke raznolikosti globalni su i nisu ograničeni nacionalnim granicama. EU može upotrijebiti svoj utjecaj, stručnost i financijska sredstva kako bi mobilizirala svoje susjede i partnere da joj se pridruže na održivom putu. EU će i dalje voditi međunarodne napore i želi graditi saveze s tim subjektima. Također prepoznaje potrebu održavanja sigurnosti opskrbe i konkurentnosti čak i kad drugi nisu voljni djelovati.

Postizanje klimatski neutralnog i kružnog gospodarstva zahtijeva punu mobilizaciju industrije. Za transformaciju industrijskog sektora i svih lanaca vrijednosti potrebno je 25 godina odnosno jedna generacija. Kako bi Europska unija bila spremna 2050. godine, odluke i radnje moraju se poduzeti u sljedećih pet godina. Od 1970. do 2017. godine, godišnje globalno vađenje materijala utrostručilo se i nastavlja rasti, što predstavlja veliki globalni rizik. Otprilike polovica ukupnih emisija stakleničkih plinova i više od 90% gubitka bioraznolikosti i nedostatka vode dolazi od vađenja resursa i obrade materijala, goriva i hrane. Industrija Europske unije započela je pomak, ali još uvijek čini 20% emisija stakleničkih plinova u Europskoj uniji. I dalje je previše 'linearan' i ovisi o protoku novih materijala koji se ekstrahiraju, kojima se trguje i prerađuju u robu te se na kraju odlažu kao otpad ili emisije. Samo 12% materijala koje koristi dolazi od recikliranja. Tranzicija je prilika za širenje održive i radno intenzivne gospodarske aktivnosti [26].

Na globalnim tržištima postoji značajan potencijal za tehnologije s niskim emisijama, održive proizvode i usluge. Isto tako, kružno gospodarstvo nudi veliki potencijal za nove aktivnosti i radna mjesta. Međutim, transformacija se odvija presporo, a napredak nije raširen niti ujednačen. Europski zeleni dogovor podržat će i ubrzati prijelaz industrije Europske unije na održivi model uključivog rasta. Tijekom 2020. godine Komisija je usvojila industrijsku strategiju Europske unije za rješavanje dvostrukog izazova zelene i digitalne transformacije. Europa mora iskoristiti potencijal digitalne transformacije, koja je ključni čimbenik za postizanje ciljeva Green Deal. Zajedno s industrijskom strategijom, novi akcijski plan za kružno gospodarstvo pomoći će modernizirati gospodarstvo Europske unije i iskoristiti mogućnosti kružnog gospodarstva u zemlji i svijetu [24].

Ključni cilj novog političkog okvira bit će poticanje razvoja vodećih tržišta za klimatski neutralne i kružne proizvode, u Europskoj uniji i izvan njega. Energetski intenzivne industrije, poput čelika, kemikalija i cementa, nezamjenjive su za europsko gospodarstvo jer opskrbljuju nekoliko ključnih lanaca vrijednosti. Dekarbonizacija i modernizacija ovog sektora su ključni. Preporuke koje je objavila Skupina na visokoj razini energetski intenzivnih industrija pokazuju predanost industrije ovim ciljevima. Akcijski plan za kružno gospodarstvo uključivat će politiku „održivih proizvoda” za podršku kružnom dizajnu svih proizvoda koji se temelji na zajedničkoj metodologiji i

načelima. Prioritet će biti smanjenje i ponovna uporaba materijala prije njihovog recikliranja. Poticat će nove poslovne modele i postaviti minimalne zahtjeve kako bi se spriječilo stavljanje ekološki štetnih proizvoda na tržište Europske unije. Također će se pojačati proširena odgovornost proizvođača. Dok će akcijski plan za kružno gospodarstvo voditi tranziciju svih sektora, djelovanje će se posebno usredotočiti na resursno intenzivne sektore kao što su tekstil, građevinarstvo, elektronika i plastika. Komisija će pratiti strategiju za plastiku iz 2018. godine usredotočujući se, između ostalog, na mjere za rješavanje problema s namjerno dodanom mikroplastikom [25].

## 4. Zaključak

S dolaskom industrijske revolucije, ljudi su mogli dalje napredovati u 21. stoljeće. Tehnologija se brzo razvijala, znanost je napredovala, a došlo je i doba proizvodnje. Uz sve to došao je još jedan učinak, industrijsko onečišćenje. Ranije su industrije bile male tvornice koje su proizvodile dim kao primarni zagađivač a s vremenom su sve više počele utjecati na sve aspekte okoliša: zemlju, zrak, vodu i biološku raznolikost.

Učinci ispuštanja plinova, dima i čađe, zajedno sa onečišćenjem koje je industrija uzrokovala vodi, pa čak i zemljištu ispod i oko tvornica, postajali su očiti tijekom druge polovice dvadesetog stoljeća i danas neminovno predstavljaju najvažniju prijetnju okolišu na globalnoj razini. Industrijsko zagađenje također je istaknuto kao glavni čimbenik izumiranja divljih životinja, a na kraju čak i globalnog zatopljenja. Globalni okoliš, čak i područja koja nisu industrijska, je značajno pogođen. Pokazalo se da uzorci leda s Arktika i Antarktika imaju visoke razine zagađivača, što pokazuje velike udaljenosti koje zagađivači mogu prijeći. Postalo je jasno da se degradacija okoliša događa kao izravna posljedica industrijskog zagađenja i da se nešto mora učiniti.

U ovom radu su prikazani najvažniji segmenti zagađenja okoliša iz industrije, uključujući onečišćenje vode, zraka i tla kao i utjecaj na bioraznolikost koji je izravna posljedica djelovanja industrije. Nadalje, u radu je prikazano kako se raznim mjerama može smanjiti utjecaj industrije na okoliš, pri čemu je Green deal Europske unije među najboljim takvim projektima, ali u nedostatku globalne inicijative teško se može postići značajnije smanjenje negativnog utjecaja čovjeka na prirodu kroz industriju.



## 5. LITERATURA

- [1] T. Altenburg, D. Rodrik, Green Industrial Policy: Accelerating Structural Change Towards Wealthy Green Economies, Berlin: Altenburg, Tilman, and Dani Rodrik, 2017.
- [2] European Environment Agency: Industry releases thousands of different chemicals into the environment, 2022. [Mrežno izdanje] <https://www.eea.europa.eu/themes/industry>. Pristupljeno 20. 08. 2022.
- [3] W. Krewitt, S. Simon, W. Graus: The 2°C scenario - A sustainable world energy perspective *Energy Policy*, 4969-4980, 2017.
- [4] P. Saxena, V. Naik: Air pollution: sources, impacts and controls, Cabi press, 2018.
- [5] A. Mikić: Emisije CO<sub>2</sub> i globalno zatopljenje, Završni rad, Geotehnički fakultet u Zagrebu, 2010.
- [6] J. Wang, X. Zhang, Q. Yang, K. Zhang, Y. Zheng, G. Zhou: Pollution characteristics of atmospheric dustfall and heavy metals in a typical inland heavy industry city in China, *Journal of Environmental Sciences*, 283-291, 2018.
- [7] J. Mackenzie, J. Turrentine: Air Pollution -Everything You Need to Know, 2021. <https://www.nrdc.org/stories/air-pollution-everything-you-need-know>. Pristupljeno 10. 08. 2022.
- [8] J. Ahmed, A. Thakur, A. Goyal: Biological Treatment of Industrial Wastewater, Guwahati: Department of Biosciences and Bioengineering, 2021.
- [9] I. Trobić Barić: Otpadne vode u naftnoj industriji, Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, 2020.

- [10] Ü. Özdemir, H. Yılmaz: Investigation of marine pollution caused by ship operations with DEMATEL method, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 2016.
- [11] B. Milošević, Morski prostori i njihova zaštita, Veleučilište u Dubrovniku, 1999.
- [12] R. P. Kumar: Refining biomass residues for sustainable energy and bioproducts: technology, advances, life cycle assessment, and economics, Academic Press, London, 2019.
- [13] M. K. Awasthi: Refining biomass residues for sustainable energy and bio-products: An assessment of technology, its importance, and strategic applications in circular bio-economy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2020.
- [14] T. Sofilić, Onečišćenje i zaštita tla, Metalurški fakultet u Sisku, Sisak, 2015.
- [15] R. K. Mishra, N. Mohammad, N. Roychoudhury: Soil pollution: Causes, effects and control, *Van Sangyan*, 1-14, 2016.
- [16] European Environment Agency: Which sectors contribute most to soil contamination ?, Bruxelles: European Environment Agency, 2022.
- [17] M. Baumann: The life industry- Biodiversity, people and profits, Intermediate Technology Publications, London, 1996.
- [18] B. Allan, J. I. Lewis, T. Oatley: Industrial Policy and the Global Transformation of Climate Politics, *Global Environmental Politics*, 1-19, 2021.
- [19] D. Rodrik: Green industrial policy, *Oxford review of economic policy*, 469-491, 2014.
- [20] R. V. Berkel: Green Industry for Inclusive and Sustainable Industrial Development, *Conference: 17th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production At: Portoroz, Slovenia*, 2014.

- [21] R. Patnaik: Impact of industrialization on environment and sustainable solutions—reflections from a south Indian region, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018.
- [22] C. Kaminker: Institutional investors and green infrastructure investments: selected case studies, Palgrave Macmillan, London, 2017.
- [23] H. Schmitz, O. Johnson, T. Altenburg: Rent Management – The Heart of Green Industrial Policy, *New Political Economy*, 2015.
- [24] Europska komisija: Clean energy, 2019.  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_19\\_6723](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_19_6723).
- [25] Europska komisija, The European Green Deal, Europska komisija, Bruxelles, 2020.
- [26] Green facts: The essentials of the "Green Deal" of the European Commission, 2020. <https://www.greenfacts.org/en/europe-green-deal-2019/l-2/index.htm#0>.

## 6. Popis slika i grafova

Slika 1: Proces nastanka smoga [4] .....	10
Slika 2: Izvori nastanka otpadnih voda [9] .....	13
Slika 3: Shematski prikaz ciljeva Green deala Europske unije [25] .....	27
Graf 1: Udio industrije i drugih izvora u ukupnom zagađenju zraka [4] .....	7