

# Onečišćenje tla

---

**Rimac, Davor**

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

**2019**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:518852>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-02**



**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  
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Davor Rimac

# **ONEČIŠĆENJE TLA**

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2019.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Davor Rimac

# **POLUTION OF SOIL**

FINAL PAPER

Karlovac, 2019.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Davor Rimac

# **ONEČIŠĆENJE TLA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Zoran Vučinić, predavač

Karlovac, 2019.



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



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Davor Rimac

Matični broj: 0248035479

Naslov: Onečišćenje tla

Opis zadatka: U diplomskog rada nastoji se objasniti važnost pronalaska trajnog rješenja ekološkog problema i onečišćenja okoliša. Ovaj rad govori o uzrocima i posljedicama onečišćenja tla i izvora.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

11/2018

02/2019

02/2019

Mentor:  
Zoran Vučinić, predavač

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:  
Marijan Brozović, viši predavač

## **PREDGOVOR**

Diplomski rad na temu Onečišćenje tla izradio sam samostalno uz pomoć i usmjeravanje mentora Zorana Vučinića na čemu mu iskreno zahvaljujem. Također zahvaljujem i Jovanu Vučiniću na trudu da prilikom svojih predavanja osvijesti problem onečišćenja okoliša zbog čega sam izabrao ovu temu.

Zahvale idu mojim roditeljima, bratu i sestri koji su mi bili potpora tijekom moga školovanja.

Davor Rimac

## **SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI**

Cilj ovoga rada je opisati i prikazati probleme onečišćenja tla. U radu se govori o vrstama onečišćenja izvora. Prikazan je problem odlaganja komunalnog i industrijskog otpada te utjecaj toga otpada. Opisane su i neke od osnovnih metoda za pročišćavanje voda. Također su prikazani izvori onečišćenja tla. Na kraju diplomskog rada govori se o važnosti zaštite okoliša.

**KLJUČNE RIJEČI:** onečišćenje, izvori, tlo, voda, zaštita

## **SUMMARY AND KEY WORDS**

The aim of this work was to show the problem of soils. The work talks about the types of pollution sources. It is shown the problem of disposal of municipal and industrial waste and the impact of the waste. Some of the basic methods for water purification are also described. Sources of soil contamination are also shown. At the end of graduate work it is talked about the importance of environmental protection.

**KEY WORDS:** pollution, sources, soil, water, protection

# SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI .....	III
SADRŽAJ .....	IV
1. UVOD.....	1
2. EKOLOGIJA, ČOVJEK, PRIRODA I OKOLIŠ .....	2
2. ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA .....	4
3. ONEČIŠĆENJE VODA .....	6
3.1. Izvori i vrste onečišćenja voda .....	7
3.2. Izvori i vrste onečišćenja voda u Hrvatskoj .....	11
3.3. Voda za ljudsku upotrebu .....	12
3.4. Pročišćavanje otpadnih voda .....	13
4. TLO .....	18
4.1. Onečišćenje tla .....	20
4.2. Poljoprivredna proizvodnja.....	21
4.3. Onečišćenje tla komunalnim i tehnološkim otpadom .....	22
4.4. Zbrinjavanje otpada.....	23
4.5. Gospodarenje otpadom.....	24
4.6. Sanacija odlagališta .....	26
5. UZROCI I POSLJEDICE EKOLOŠKIH PROBLEMA.....	28
6. ZAŠTITA OKOLIŠA .....	35
6.1. Prijedlog mjera zaštite okoliša .....	38
7. ZAKLJUČAK.....	39
8. LITERATURA .....	40
8. POPIS SLIKA.....	41
9. POPIS TABLICA .....	42



# 1. UVOD

Onečišćenje prirode i okoliša predstavlja jedan od najvećih ekoloških problema današnjice. Rastuća spoznaja o problemima okoliša i štetnog utjecaja ljudskih aktivnosti na ekološke pojave i procese uvjetovale su intenzivnije istraživanje ovih problema kroz različite znanstvene discipline. Ekološki pristup na svim područjima života i rada ljudi postaje danas svjetonazor, pa tako i ekološka pitanja dolaze u središte interesa s istaknutom tendencijom rasta u godinama koje dolaze. Pod onečišćenjem se misli na čovjekovo izravno ili neizravno unošenje tvari ili energije koje narušavaju prirodni sklad živih i neživih sastavnica okoliša – vode, zraka i tla. Čovječanstvo je izloženo trajnim opasnostima od onečišćenja okoliša koje sve više smanjuju i ograničavaju prostor potreban biljkama, životinjama i ljudima. Onečišćen okoliš ima loš utjecaj na zdravlje živih bića. Navedene su mjere i postupci u zaštiti okoliša čija je svrha da djeluju preventivno i smanjuju onečišćenja na najmanju moguću mjeru te poboljšaju i očuvaju kvalitetu okoliša. U nastavku diplomskog rada nastoji se objasniti važnost pronalaska trajnog rješenja ekološkog problema i onečišćenja okoliša. Ovaj rad govori o uzrocima i posljedicama onečišćenja tla i izvora.

## 2. EKOLOGIJA, ČOVJEK, PRIRODA I OKOLIŠ

Pojam ekologija dolazi od starogrčkih riječi oikos (dom, stanište) i logos (znanje, znanost). Pojam ekologija prvi put je uporabio njemački zoolog Ernest Haeckel, 1866. godine, koji je pod pojmom ekologija smatrao "odnos živih organizama u dva pravca: prema njihovom organskom i neorganskom okolišu". Ekologija (engl. ecology) je znanost koja se bavi proučavanjem odnosa između živih bića, njihov odnos prema okolišu, te utjecaj okoliša na živa bića. Ekologiju možemo podijeliti na teorijsku i primijenjenu ekologiju, pri čemu se teorijska odnosi na proučavanje ekološke zakonitosti u prirodi, a primijenjena na proučavanje optimalnog gospodarenja prirodnim dobrima, uz odgovarajuću zaštitu prirode i okoliša. Ekologija je samostalna disciplina koja svojim istraživanjima pruža konkretne podatke. Početkom sedamdesetih godina 20. stoljeća ekologija se razvila u složenu interdisciplinarnu znanost koja pomaže ljudima da lakše žive u promijenjenim uvjetima koji su nastali na Zemlji.

Njezini su zadaci: unapređivanje okoliša, uspostavljanje prirodne ravnoteže, te stvaranje uvjeta za daljnji ekonomski i industrijski razvitak ljudskog društva koji neće bitno mijenjati uvjete života svih vrsta na Zemlji. Čovjek je biološko, tjelesno, psihičko, društveno i kulturno biće. Današnji moderan život pruža čovjeku razvoj sposobnosti, znanja u raznim smjerovima i na raznim mjestima. Živimo u užurbanom i agresivnom svijetu, i ponekad nismo u stanju stvoriti razumijevanje za druge ljude, a još manje za prirodu. Upravo takav brzi ritam u životu, težnja za dokazivanjem, težnja da čovjek bude moderan bez obzira da li je to korisno ili štetno za društvo, dovelo je do sve većeg utjecaja čovjeka na okoliš. Rad je nekad predstavljao borbu za opstanak. Lov, izrada oruđa, poljoprivreda i slično bili su potreba ljudi da svakodnevno mogu živjeti, dok danas, razvojem suvremene industrije rad se s polja preselio u tvornice i urede. Različiti oblici ponašanja ukazuju na određen odnos prema prirodi. u prošlosti ljudi su se smatrali djelom prirode, dok u novije vrijeme ljudi na prirodu gledaju kao mogućnost iskorištavanja onoga što nam pruži do krajnjih granica. Nekada je priroda bila gospodar, a danas su to ljudi. Čovjekova svijest igra veliku ulogu u odnosu prema okolini. Da su ljudi svjesniji drugačije bi se ponašali, shvatili bi

važnost zdrave prirode. Ljudi su najveće prirodno dobro zemlje, no ujedno i njezin najveći problem.

Prirodni okoliš je od presudne važnosti za društveni i ekonomski život. Prvu definiciju okoliša dao je estonski znanstvenik Jakob von Uexkull<sup>2</sup> u knjizi Okoliš i unutarnji svijet životinja: "Okoliš je cjelina koju čovjek vidi kroz svoje specifično, antropogeno stajalište i koju čine okružujuć mediji (atmosfera, voda, zemlja, geografsko mjesto, klima itd.) kao i svi drugi živi organizmi (biljni i životinjski)." <sup>3</sup> Okoliš živih bića je ujedno mnoštvo različitih fizičkih, kemijskih i bioloških čimbenika koji djeluju na biljke i životinje tamo gdje oni žive. Ti utjecaji mogu se pojaviti od strane žive ili nežive prirode, te se ujedno nazivaju ekološkim čimbenicima. Ljudi koriste prirodni okoliš kao resurse za hranu, opskrbu, izvor energije, rekreaciju te izvor lijekova. Danas je preveliki ljudski pritisak na prirodni okoliš, čime dolazi do narušavanja prirode i prirodnih krajolika.



Slika 1. Prikaz čovjeka i prirode

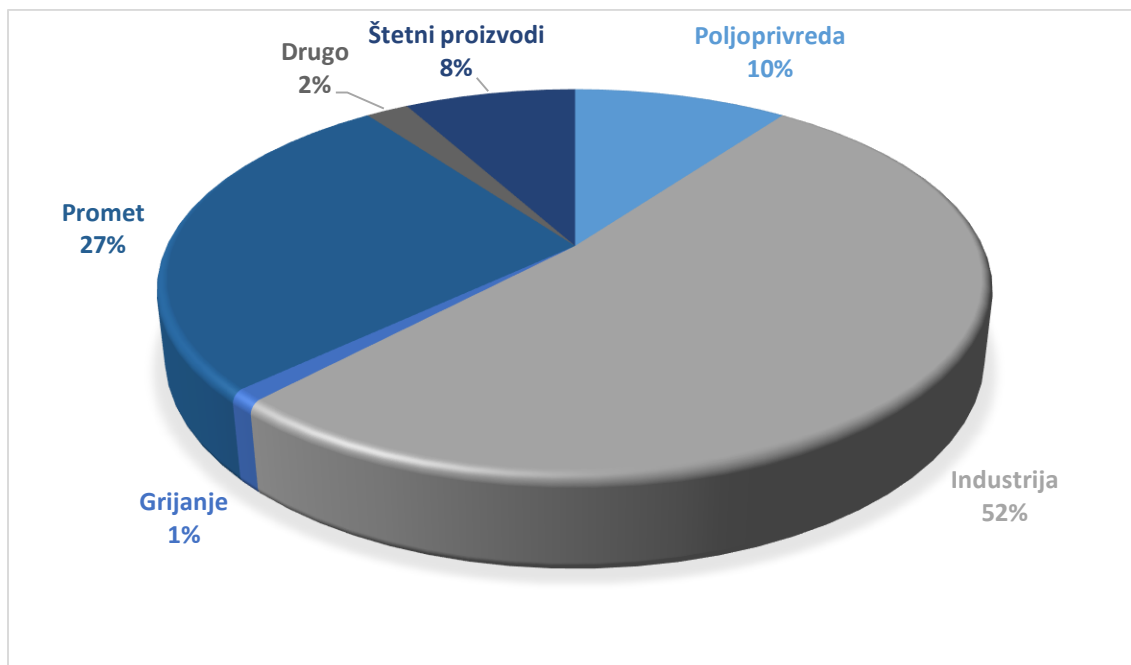
Izvor: <http://archivo.de10.com.mx/filantropia-altruismo/2014/10-acciones-para-cuidar-el-medio-ambiente--18592.html>

## 2. ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA

Onečišćenje okoliša predstavlja jedan od najvećih ekoloških problema današnjice. Pod onečišćenjem se misli na zarazne klice, otrove, radioaktivne tvari, teške metale, koji prouzrokuju pogubne posljedice na uvjete života biljnog i životinjskog svijeta te ugrožavaju ljudsko zdravlje. Gradovi, sela, rijeke, mora itd. svi su pogođeni tom katastrofom koju smo sami izazvali i još više izazivamo. To je jedna od čovjekovih najvećih mana današnjeg doba. Ljudi bi više pažnje trebali posvećivati prirodi dok još nije kasno, jer za razliku od prošlosti – budućnost još nije napisana i samo o nama ovisi kako će izgledati.

Kroz povijest ljudska aktivnost nije značajno utjecala na okoliš sve do razvoja industrije. U 18. stoljeću dolazi do povećanja i spuštanja ugljičnih, sumpornih i dušičnih oksida. Novi val onečišćenja dolazi od upotrebe nafte i naftnih derivata. Razvojem kemije i primjenom kemijskih tvari u industriji, krajem 19. stoljeća i kroz 20. stoljeće raste doprinos i drugih štetnih tvari u onečišćenju okoliša. Industrijski razvoj i ekonomski napredak je u proteklih sto godina pozitivno utjecao na životni standard ljudi. U tom razdoblju se broj stanovnika udvostručio što je izazvalo veliki pritisak na okoliš, utjecalo na iscrpljivanje prirodnih neobnovljivih resursa i smanjivanje ili nestanak pojedinih vrsta u biosferi. Prve štete u okolišu nastale su već 1913. godine, a od 50-ih godina 20. stoljeća sve češće dolazi do onečišćenja vode tla ili zraka otpadnim tokovima iz različitih industrija, pri transportu nafte, proizvodnje električne energije, ispuštanju neobrađenih otpadnih voda u prijemnike i slično. Danas je stanje okoliša u Hrvatskoj također kritično kao i u ostalim europskim zemljama te u svijetu općenito. UN-ovi stručnjaci upozoravaju ako se ovom dinamikom nastavi zagađivati okoliš, svijet bi se mogao suočiti s katastrofom nesagledivih razmjera. Ako je vjerovatim najnovijim UN-ovim podacima, emisija stakleničkih plinova ne samo da se ne smanjuje, nego se povećava. Utvrđeno je da globalno zagrijavanje izaziva alarmantno povećanje kiselosti svjetskih oceana što bi moglo ozbiljno ugroziti morske ekološke sustave. Globalno zagrijavanje okrivljuje se i za druge velike promjene u okolišu, poput otapanja polarnog leda i jačih tropskih oluja. Kako priroda zagađenja okoliša prelazi granice gradova i

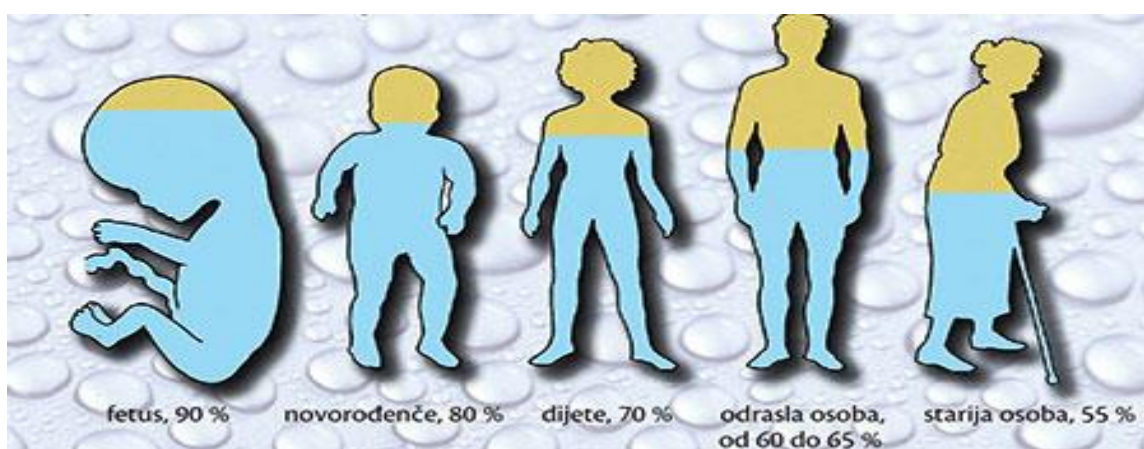
zemalja diljem svijeta, zagađenje je znantno teže kontrolirati i smanjiti. Na slici (1) prikazani su neki od glavnih izvora onečišćenja okoliša, a to su poljoprivreda, industrija, grijanje, štetni proizvodi, promet i drugo.



Slika 2. Glavni izvori onečišćenja okoliša

### 3. ONEČIŠĆENJE VODA

Od najstarijih vremena pa sve do danas voda predstavlja najcjenjeniju tvar u prirodi. Kod živih bića omogućava osnovne fiziološke potrebe poput probave hrane, reguliranje tjelesne temperature, te izbacivanje štetnih tvari iz organizma. Upravo zbog ovakvih funkcija smatra se da je voda izvor života. Kod odraslih osoba voda zauzima 60% tjelesne mase dok kod djece ili fetusa zauzima i znatno više. Na slici (3) je prikazan udio vode u organizmu fetusa različite starosti, novorođenčeta i odrasle osobe.



Slika 3. Udio vode u organizmu od fetusa do starije osobe

Izvor: <https://www.skolskiportal.hr/clanak/4617-stize-ljeto-hidratirajte-se/>

Zbog različitih klimatskih okolnosti, zagađenja i nedovoljne zaštite pitkih voda, a u nekim dijelovima i zbog prevelike gustoće stanovnika poseban je problem nedostatka pitke vode. Pitka voda najlošije je kvalitete u Africi, gdje se s takvom vodom opskrbljuje više od 50% stanovništva. Zbog sve većih onečišćenja predviđa se smanjenje zaliha pitkih voda za trećinu i to već u sljedećih 15 godina. Smanjenje kvalitete pitkih voda uzrokuje pojave zaraze, pa čak u konačnici i povećanu smrtnost. Prema podacima Ujedinjenih naroda 2025. godine bi svaki treći stanovnik Zemlje mogao biti izložen akutnom problemu nedostaka vode. Već danas 1,1 milijarda ljudi nema mogućnosti pristupa čistoj vodi za piće. Više od 2,6 milijardi ljudi ne raspolaže nikako ili s nedovoljno sanitarnih prostorija. Svaki dan umire više od 6000 ljudi od infekcija koje se

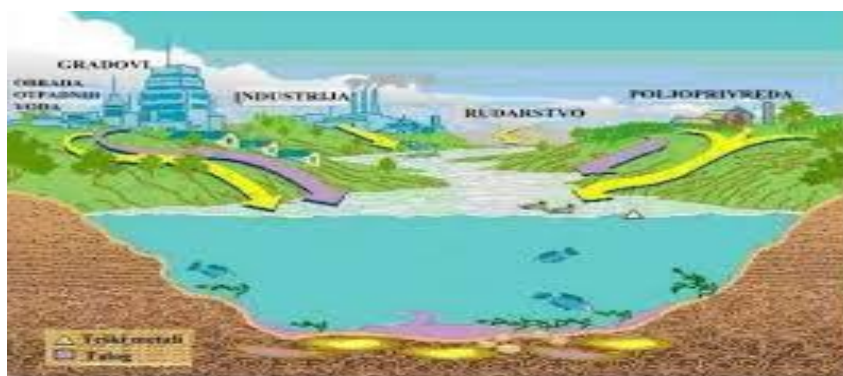
pojavljuju zbog prljave vode i nedostatka ili nedovoljno izgrađenog kanalizacijskog sustava. Prirodni izvori pitke vode danas se sve više cijene budući da globalni problem nejednolike raspoređenosti vode u prirodi postaje sve veći s porastom broja ljudi na Zemlji i povećanjem potrošnje vode. Potrebna količina vode za ljudsku potrošnju obuhvaća direktno konzumiranu vodu za piće, potrebe u svakodnevnom životu za hranu, higijenu, kao i za ostale potrebe kao što su poljoprivreda, industrija i uslužne djelatnosti. Potrošnja vode je stoga ne samo mjera za količinu vode koja je u direktnoj potražnji, nego i za količinu koja se mora pročistiti.

Vodu na Zemlji onečišćuju: kućanstva, poljoprivreda, industrija, promet i turizam. Rijeka jetera i mora ne služe samo za oskrbu čovječanstva, već i za odstranjivanje tvari. Onečišćene i zagađene vode postaju problem i daleko od mjesta onečišćenja jer se vodotokom nizvodno prenose štetne tvari te se i procjeđuje u podzemne vode i slijevaju u mora. Gradovi trajno onečišćuju vodene površine industrijskim otpadom, tehnološkom vodom ili gradskom kanalizacijom. Biološko zagađivanje vode je izrazito jako u blizini urbanih sredina. U zagađivanju vode veliku ulogu ima i erozija tla. Rijeke svake godine odnesu veliku količinu najčešće kultiviranog zemljišta u kojem ima kemijskih tvari, kao što su umjetna gnojiva, pesticidi i insekticidi. Zagađivanje vode stvara ljudima zdravstvene probleme. Vode u neposrednoj blizini gradova sadrži znatnu količinu mikroorganizama, među kojima su neki štetni za ljude kao uzročnici dizenterije, kolere ili hepatitisa. Prisutnost mikroorganizama je veća u vodi koja ima slab protok, npr. jezerima, rječicama i morskim zaljevima. Iako vodeni tokovi imaju sposobnost samopročišćavanja zbog velikog broja stanovnika i njihovog koncentriranja u gradovima količina otpadnih voda se znatno povećala.

### **3.1. Izvori i vrste onečišćenja voda**

Glavni problem današnjice čak i nije količina, nego kakvoća slatke vode. Štetni sastojci u vodi mogu biti prirodnog podrijetla (geološki sastav tla, mikroflora i

mikrofauna te procesi razgradnje) i antropogenog podrijetla. Na kakvoću vode bitno utječe niz faktora, a između ostalih to su: vodoopskrba i odvodnja u naseljima i industriji, mreže cesta, željeznica, pristaništa, luke i zračne luke, plovni kanali, navodnjavanje i odvodnjavanje poljoprivrednih zemljišta, regulacija bujica i vodotoka, višenamjenski spremnici za zadržavanje i prikupljanje voda, objekti za proizvodnju energije i industrijski te mnogi drugi gospodarski objekti.



Slika 4. Mogućnost zagađenja podzemnih voda

Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/sumfak:920/preview>

Kontaminanti su klasificirani kao mikroorganizmi, organski ili anorganski spojevi i radionuklidi. Mikrobiološki kontaminanti mogu biti bakterije, virusi, plijesni i paraziti u vodi. Posljedice onečišćenja vode tim kontaminatima su različite. Kada je riječ o vodi za piće može doći do širenja zaraznih bolesti. U nekim dijelovima svijeta do 80% svih oboljenja i oko trećine svih smrti vezano je uz uporabu zdravstveno neispravne vode. Samo u Europi oko 120 milijuna ljudi nema dostupne dovoljne količine zdravstveno ispravne vode. Dezinfekcijom i filtracijom vode znatno se smanjuje opasnost od tih patogena, a njihova infektivnost je veća za osobe s nezrelim ili oslabljenim imunološkim sustavom.

Anorganski spojevi su spojevi minerala koji ne sadržavaju ugljik, a u vodu mogu doći kao posljedica poljoprivredne i industrijske djelatnosti. To su olovo, arsen, nitrati.



Organski spojevi sadržavaju ugljik, a u vodu ulaze ispiranjem s poljoprivrednih površina i odvodnjom industrijskih otpadnih voda. Radionuklidi emitiraju ionizirajuće zračenje, te dugotrajno izlaganje takvom zračenju iz izvora pitke vode rezultira povećanim rizikom od nastanka malignih tumora. Onečišćenje vode iz zraka doista je veliko. Većina štetnih tvari u zraku dopijeva na površinu zemlje, gdje se rastope vodom i prenose u podzemlje. Povećane količine anorganskih kiselina i drugih tvari u zraku razlogom su povećane kiselosti. Zato dolazi do zakiseljavanja – acidifikacije površinskih i podzemnih voda. U nekima o njih je došlo do takvog zakiseljavanja da je onemogućen život riba i drugih vodenih organizama. Kisele kiše u većoj mjeri rastapaju metale u tlu, a posljedica toga je povećana prisutnost metala u vodi. Izravno ispuštanje otpadnih voda povećano opterećuje vode organskim i anorganskim tvarima. Komunalne otpadne vode opterećene su patogenim mikroorganizmima, koji dodatno opterećuju čovjeka i životinje. Pri poljodjelstvu također dolazi do velikog opterećenja voda mikroorganizmima i organskim tvarima. Poljoprivreda se svrstava prvenstveno u difuzne izvore onečišćenja voda. Poljoprivredne otpadne vode zagađuju vode sa životinjskih farmi mineralnim gnojivima (nitratima, nitrozaminom), pesticidima, mineralnim uljem i tako dalje.

Osim toga, pri takvim djelatnostima prisutna su i sredstva za pospješivanje rasta (umjetna gnojiva) i uništavanje štetočina (pesticidi) te korova (herbicidi), koji se ispiraju vodom te ugrožavaju zdravlje ljudi. Kako bismo spriječili onečišćenje takvih voda bitno je poznavati neke pokazatelje kao što su: vrste uzgajane kulture, klimatske prilike, fizikalna i kemijska svojstva tla, te njihova obrada. U industrijskoj proizvodnji velika je upotreba vode i voda se opterećuje različitim kemijskim tvarima, koje se upotrebljavaju u proizvodnji. Zato se i pri takvim aktivnostima znatno onečišćuje voda, ako se tehnološke vode prije ispuštanja ne pročišćavaju.

Tablica 1. Neke vrste onečišćenja i posljedice

VRSTA ONEČIŠĆENJA	ŠTETNE POSLJEDICE	OSTVARENA DRUŠTVENA KORIST OD PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA
OTPADNIH VODA		
KRUPNI KRUTI MATERIJAL: papir, tkanina, plastika	Neuredan krajolik: uslijed dodira mogu nastati opasnosti po zdravlje ljudi i životinja	Obale rijeka, jezera, mora i njihovih okolica postaju sigurni za radne aktivnosti i rekreaciju
ORAGNSKE TVARI: otpaci hrane, fekalne tvari i neke industrijske otpadne vode	Zbog prisutnosti bakterija i drugih viših vrsta vodenog svijeta, smanjuje se količina otopljenog kisika u vodi, pa se javljaju pomori riba i drugih organizama	Zaštita ribarstva i sportskog ribolova; ugodniji okoliš za život, rad i rekreaciju
ULJA I MASTI	Na površini vode formira se opasan tanak nepropusni sloj, koji smanjuje mogućnost apsorpcije kisika iz atmosfere	Poboljšano otapanje atmosferskog kiskia u vodi pomaže održavanju vodene flore i faune
NUTRIENTI: dušik, fosfor i tragovi štetnih tvari	Djeluju kao gnojiva koja stimuliraju rast algi, morskih trava i ostalog vodenog bilja	Poboljšani i sigurniji uvjeti za uzgoj riba i školjaka; ugodniji okoliš za život, rad i rekreaciju
BAKTERIJE I VIRUSI	Onečišćenje voda koje se koriste za vodoopskrbu ili natapanje poljoprivrednih površina na kojima se uzgajaju kulture za prehranu	Sigurniji opći zdravstveni uvjeti za uzgoj školjaka, riba i drugih organizama
TOKSIČNE TVARI IZ INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA	Pojava uništenja ili oštećenja vodene flore i faune; akumulacija štetnih tvari u mesu riba i školjaka, mogu štetno djelovati na zdravlje ljudi	Poboljšani uvjeti za život vodene flore i faune; poboljšani opći zdravstveni uvjeti

### 3.2. Izvori i vrste onečišćenja voda u Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj su stanovništvo i gospodarske aktivnosti dominantni su izvori onečišćenja. Polazište za planiranje mjera zaštite voda jest procjena utjecaja onečišćenja na vode iz točkastih i raspršenih izvora onečišćenja (slika 2). U točkaste izvore onečišćenja uključena su onečišćenja iz kanalizacijskog sustava i/ili uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, a ubrojena su sva naselja i industrijski pogoni. Raspršene izvore onečišćenja čine onečišćenja na tlu ili u tlu, koja oborinskim otjecanjem dolaze u vode (poljoprivredne površine, oborinske vode različitih slivnih površina itd.). Točkasti se izvori onečišćenja pretežno odnose na naselja veća od 500 stanovnika. Naselja manja od 500 stanovnika uključena su u raspršene izvore onečišćenja i čine 18% ukupnoga procijenjenog onečišćenja od stanovništva. Općenito je u Hrvatskoj prisutna niska razina izgrađenosti sustava javne odvodnje (kanalizacija i uređaji za pročišćavanje) s obzirom na europske norme, pa tako većina onečišćenja nekontrolirano odlazi u okoliš. Značajniji pritisak na kakvoću voda, posebno priobalnog mora, jest turizam.



Slika 5. Izvori onečišćenja voda

Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/sumfak:920/preview>

Najveći pritisak raspršenih izvora onečišćenja potječe od poljoprivrede i prometa, a najviše je prisutan u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske i okolici većih gradova, posebno Zagreba. Raspršeno onečišćenje iz poljoprivrede procijenjeno je na temelju sljedećih indikatora pritiska: zemljišne površine, kategorije iskorištavanja zemljišta i procjene tla. Najveći tereti iz raspršenih izvora onečišćenja su na slivovima Drave i Dunava, te na neposrednom slivu Save. U poljoprivredi je značajna upotreba pesticida, napose na crnomorskom slivu, te je moguć njihov utjecaj na onečišćenje voda. Prema intenzitetu prometa najveći su tereti onečišćenja na neposrednom slivu Save, Drave, Kupe, te Lonje. Kritične su dionice na prilazima većih gradova: Zagreb, Karlovac, Rijeka, Osijek, Split i Zadar. Procijenjen je znatan pritisak onečišćenja od prometa u zaštićenim područjima (posebice: krški izvori pitke vode, nacionalni parkovi i parkovi prirode).

### **3.3. Voda za ljudsku upotrebu**

Voda nije samo dar prirode nego i tvorba čovjeka, proizvod industrije, rezultat složenih postupka obrade i zaštite. U prirodi ne postoji kemijski čista voda. Voda prolazi kroz tlo i stijene te na svom putu otapa brojne minerale. Osim otopljenih tvari, u vodi mogu biti prisutne i lebdeće tvari, primjerice različite vrste gline. Prije nego što se voda počne upotrebljavati u kućanstvima i dospije u vodovod, mora se učiniti pitkom. Mora se dezinficirati, osloboditi mikroorganizama, mora se filtrirati da bi se odstranile plutajuće tvari poput prašine i ostatka sredstava za čišćenje, mora se degazirati i omekšati da se smanji udjel nekih minerala poput kalcija. Tek nakon svih tih postupaka voda se može pustiti u distribucijsku mrežu koja se sastoji od cijevi, obično od lijevanog 13 željeza obloženog katranom, položenih u zemlju na dubini većoj od jednog metra. Voda za piće crpi se iz vodnih resursa u blizini naselja, a to mogu biti vrela, zdenci, rijeke, jezera i akumulacije. Ako se radi o javnoj vodoopskrbi, moraju biti ispunjena tri uvjeta: mogućnost transporta do potrošača, odgovarajuća kakvoća i dovoljna količina vode. Radi procjene količinske dostatnosti vode za opskrbu određenog područja, određuje se

specifična potrošnja tako da se dnevna potrošnja vode na tom području podijeli s brojem stanovnika. Jedan dio čovječanstva navikao se iskorištavati vodu ne štedeći je, dok su je stanovnici sušnijih zemalja naučili oprezno trošiti. Potrošnja vode u bogatim i razvijenim zemljama 50 je puta veća nego u siromašnim. Ako uzmemo u obzir da od ukupne količine vode na Zemlji samo 0,018% vode čovjek može rabiti za svoje potrebe, zaključit ćemo da je raspoložive vode za ljudsku upotrebu vrlo malo, a potražnja je svakim danom sve veća zbog porasta broja stanovništva, ali i svakodnevnog napretka svih aspekata društva. Primjerice u antičko doba pojedinac je trošio prosječno 10 do 20 litara vode na dan, u 19. stoljeću prosječna potrošnja vode po stanovniku porasla je na 100 litra na dan, a danas i 500 litara na dan. U velikim gradovima, uključujući kućansku i industrijsku uporabu, potrošnja vode dosegla je čak 800 litara na dan po stanovniku. Dakako, potrebno je naglasiti da su razlike u potrošnji vode bitno drugačije u razvijenim i nerazvijenim dijelovima svijeta.

### **3.4. Pročišćavanje otpadnih voda**

Kako bi se poboljšala kakvoća prirodnih vodnih sustava, pročišćavanje otpadnih voda je presudno. To je tehnološki proces koji se ostvaruje na uređajima za pročišćavanje. Prema podrijetlu, vrsti i sastavu otpadnih voda razlikuju se uređaji za pročišćavanje gradskih odnosno komunalnih otpadnih voda, voda iz industrijskih pogona te otpadnih voda iz drugih sustava odvodnje. U glavne produkte koji nastaju pri pročišćavanju otpadnih voda ubraja se pročišćena voda, krutine, mulj i plin. Na uređajima za pročišćavanje u pravilu se ugrađuju dvije tehnološke linije: linija otpadne vode i linija mulja. U tim tehnološkim linijama svaki proces ima određenu tehnološku svrhu. Ako je svrha tehnološkog procesa da se voda ponovno uporabi, tada se proces pročišćavanja naziva obnova ili regeneracija voda. Prema svojim značajkama procesi pročišćavanja otpadnih voda dijele se na fizikalne, biološke i fizikalnokemijske. Za svaki stupanj obrade predviđaju se pojedinačni objekti i oprema, kao i dopunska oprema koja mora pridonijeti tomu da se sakupljena otpadna tvar trajno ukloni i zbrine na odgovarajući način. Planiranje linije i tehnoloških procesa ovisi o količini i sastavu otpadnih voda, ali i o zahtjevima koji se odnose na vode koje

se obrađuju. U današnje vrijeme često se javlja potreba da se u razdjelnim sustavima odvodnje pročišćuju i oborinske vode.



Slika 6. Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda

Izvor: <http://usluga-gospic.hr/pro%C4%8Di%C5%A1%C4%87avanje-otpadnih-voda>

Prema svojim značajkama procesi pročišćavanja otpadnih voda dijele se na:

- a) fizikalne
- b) biološke
- c) fizikalno-kemijske

a) Pod pojmom fizikalni procesi pročišćavanja otpadnih voda ubraja se; rešetanje, egalizacija, miješanje, sedimentacija, flotacija, filtriranje i adsorpcija. Kao prva obvezna operacija prilikom pročišćavanja otpadnih voda smatra se rešetanje, to je ujedno i najjednostavniji proces odvajanja plutajućih tvari iz vode kako bi se zaštitile crpke i drugi dijelovi opreme na uređaju za pročišćavanje. Izvodi se na grubim ili finim rešetkama, odnosno na sitima. Tijekom dana otpadne vode imaju velike oscilacije u protoku. Uzrok tih kolebanja su aktivnosti stanovništva i rad industrijskih pogona. Uređaji za pročišćavanje vode, odnosno pojedini procesi se dimenzioniraju za pretpostavljeni mjerodavni dotok. Da bi se

poboljšala učinkovitost rada uređaja, primjenjuje se proces ujednačavanja, odnosno egalizacija i to u prvom redu za pročišćavanje industrijske otpadne vode. Proces pridonosi tomu da se postojeći kapaciteti objekata uređaja rabe učinkovitije, odnosno da se izbjegne izgradnja dodatnih jedinica za obradu otpadnih voda. Jedan od fizikalnih procesa pročišćavanja otpadnih voda je i miješanje. Primjenjuje se zbog toga što je u mnogim fazama bitno da se sadržaj otpadnih voda izmiješa s dodatnom kemijskom tvari, odnosno da bi se čestice nastale kemijskom reakcijom održale u suspenziji. Na procese pri miješanju utječe sam intenzitet miješanja i vrijeme zadržavanja vode u bazenima za miješanje. Vrijeme zadržavanja varira od 10 do 60 sekundi pri brzom miješanju te od 10 do 45 minuta pri sporom miješanju. Uklanjanje taloživih krutina iz tekućina je sedimentacija, najrašireniji proces u tehnologiji pročišćavanja voda pod utjecajem gravitacije. Zbog duljine trajanja sedimentacije sitnih čestica, u praksi se uglavnom primjenjuje na odvajanje čestica čija je brzina sedimentacije veća od 10-5m/s. Pri pročišćavanju voda susreću se razne suspenzije, koje se dijele na zrnate i pahuljičaste. Flotacija ili isplivavanje je proces u kojem se tvari iz tekućine odvajaju izdizanjem na površinu s koje se potom uklanjaju. Razlikuje se prisilno i spontano isplivavanje tvari. Glavna razlika je u gustoći onečišćene tvari. Također, flotacija se primjenjuje i pri procesu zgušnjavanja mulja. Najjednostavniji proces odvajanja krutina od tekućina je filtriranje. Filtrat je produkt filtriranja, a filtriranje može biti dubinsko ili površinsko. Pri polaganoj filtraciji odvijaju se biološki, fizikalni i kemijski procesi. Prilikom brze filtracije dolazi do onečišćenja cijele visine ispune te se filtri moraju ispirati. Adsorpcija je proces u kojem se otopljene i koloidne tvari vežu na adsorbens (npr. aktivni ugljen). Pri adsorpcijskom postupku iz otopine je moguće adsorbirati cijele molekule ili pojedinačne ione.

b) Razgradnja organskih tvari uz pomoć mikroorganizama je temelj bioloških procesa pročišćavanja otpadnih voda. U prirodi se organske tvari razgrađuju aerobnim i anaerobnim procesima. Pri pročišćavanju otpadnih voda najčešće se primjenjuje aerobni proces pod uvjetom da postoji dostatna količina kisika. Biološke procese pri proučavanju otpadnih voda moguće je primijeniti ondje gdje su njihova onečišćenja biološki razgradiva i ne sadržavaju otrovne tvari u

kritičnim količinama. Primjenjuju se u svrhu uklanjanja organskog ugljika iz otpadne vode te smanjenja fosfornih i dušikovih spojeva kao i stabilizaciju otpadnog mulja. S obzirom na to kolika je količina kisika otopljena u vodi, odvijaju se procesi aerobne izgradnje i razgradnje stanica, aerobno kiselo vrenje i metanska razgradnja stanica te bakteriološka oksidacija i redukcija, odnosno nitrifikacija i denitrifikacija. Proces s aktivnim muljem je proces koji se u današnje vrijeme najčešće primjenjuje na uređajima za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda iz razloga jer je najbliži procesima samopročišćavanja vode u prijamniku, ali istodobno uz intenzivnu aeraciju. Pojmom „aktivni mulj“ označava se kompleksna biocenoza aerobnih i fakultativnih anaerobnih mikroorganizama, koja je sastavljena od različitih skupina bakterija i drugih organizama.

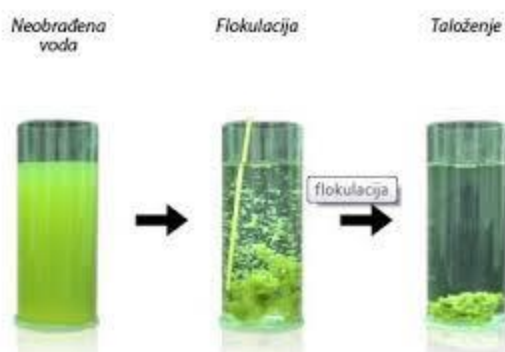
c) Kemijski proces pročišćavanja vode u kojemu se dodavanjem kiselina ili lužina popravljaju pH vrijednost je neutralizacija. Često se primjenjuje u tehnologiji obrade otpadnih voda u svrhu otkiseljavanja „sirove vode“ te kako bi se popravila kiselost ili lužnatost pri pročišćavanju industrijskih otpadnih voda. Obveza da se otpadne vode neutraliziraju prije ispuštanja u prirodni vodni sustav ili u javnu kanalizaciju, propisana je zakonskim odredbama, pri čemu se radi jednostavnosti postupka primjenjuju automatski neutralizatori. Pri neutralizaciji kao nusproizvod nastaje mulj koji je također potrebno obraditi, a prikuplja se u objektima taložnika.

Koagulacija je proces praćenja ravnoteže koloidnih otopina koje nastaju ionizacijom. Kada se u vodu unesu kemijski reagensi čiji ioni reagiraju s električvki nabijenim koloidima, poništava se električni naboj koloida i omogućava stvaranje većih pahuljica koje se mogu lakše izdvojiti taloženjem, cijedenjem ili isplivavanjem. Sam proces se odvija u taložnicima uz obvezne uređaje za dodavanje određenih količina kemikalija te naprave za miješanje.

Flokulacija ili pahuljičenje je proces u kojemu se čestice raspršene u tekućini sporo miješaju i spajaju u veće pahuljice koje se zbog veće gustoće talože dalje. Flokulacija se obično primjenjuje nakon zgrušnjavanja, a potiče se dodavanjem flokulanata. Zdravstvena ispravnost vode postiže se dezinfekcijom.



Odabir dezinfekcijskog sredstva i procesa temelji se na tehnološkim procesima i gospodarskim pokazateljima. Dezinfekcija nije isto što i sterilizacija, jer se ne uklanjaju svi mikroorganizmi. Kloriranje, ozonizacija i ultraljubičasto zračenje su najčešći načini dezinfekcije.



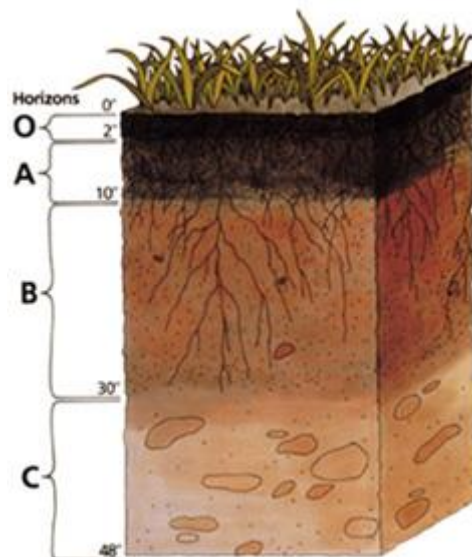
Slika 7. Flokulacija i taloženje otpadne vode

Izvor: <https://aquavmv.hr/dekoloranti-i-precipitatori/>

## 4. TLO

Tlo je gornji sloj Zemljine kore, smješten između kamene podloge i površine. Tlo se sastoji od čestica minerala, organske tvari, vode, zraka i živih organizama.

Tlo je prirodna tvorevina, nastala složenim i uglavnom dugotrajnim procesima djelovanja klima, vegetacije i makro i mikro organizama na matičnu stijenu, odnosno supstrat. Koliko su to dugotrajni procesi najbolje govore podaci da se za sloj tla od 30cm proces nastajanja kreće u rasponu od nekoliko tisuća do preko milijun godina, što zavisi o značajkama supstrata. Na ovaj način, a ovisno o danim uvjetima, na površini Zemlje su nastajala tla različite građe, Na slici je prikazan profil tla travnjaka.



Slika 8. Profil tla

Izvor: [https://botanika.hr/sto-je-humus/soil\\_profile/](https://botanika.hr/sto-je-humus/soil_profile/)

Tlo je relativno tanak rastresiti sloj na površini litosfere i čini tzv. Pedosferu koja je dio biosfere, tj. Područja na kojem je razvijen život na Zemlji. Tlo, tj. pedosfera, preduvjet je za život na kopnu, mjesto globalnog i lokalnog kruženja tvari i energije, spremište različitih kemijskih spojeva, životni prostor za biljke, životinje i ljude, mjesto i sredstvo za biljnu proizvodnju. Tlo je nastalo trošenjem

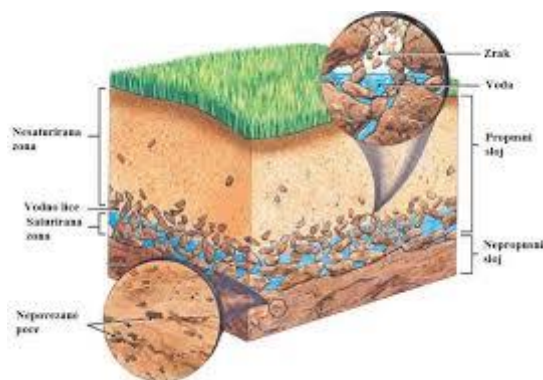
kamene kore Zemlje-litosfere, i to tzv-pedogenetskim procesima koji uključuju fizikalne, kemijske i biološke procese.

Fizikalni procesi uključuju razgradnju stijena na manje dijelove temperaturom, smrzavanjem vode i djelovanjem soli bez kemijskih promjena minerala stijena. Usitnjavanjem čestica stijena povećava se njihova površina u jednakoj zapremini tla, te je tako tlo podložnije svim oblicima djelovanja drugih faktora. Dnevne i godišnje promjene temperature dovode do usitnjavanja zbog rastezanja minerala i pucanja na djeliće oštih rubova. Razlike u tlaku mogu doseći i 500 bara. Smrzavanje povećava volumen vode oko 10%. Voda koja se nalazi u pukotinama stijena može prilikom smrzavanja postići tlak i veći od 2200 bara. To je djelovanje najizrazitije u subpolarnim zonama i visokim planinama. U sušenim područjima otopljene tvari se ne ispiru, nego se nakupljaju na površini isparavanjem vode. Volumen iskristaliziranih tvari veći je od volumena prezaćene tekućine. Tako se može postići tlak od 100 bara, koji onda usitnjuje stijene.

Kemijski procesi- otapanje minerala počinje s hidratacijom. Tj. pojavom kada molekule vode okružuju katione i anione minerala. U vodi se prvi otapaju natrij, kalcij, magnezij i kalij, a kasnije silicij i mangan. Od aniona se lakše ispiru klor a teže sulfati. Otopljeni CO<sub>2</sub> stvara ugljikovu kiselinu koja reagira s teže topljivim dolomitima. Vodikovi kationi u mineralima zamjenjuju katione metala. Time površina minerala postaje nestabilna i raspada se na silicijevu kiselinu i aluminijske okside koji daljnom kristalizacijom stvaraju sekundarne minerala.

Biološki procesi- biljke rastom korijena u debljinu mogu postići tlak od 10 do 15 bara i tako mogu rastavljati stijene.

Tlo kao i sva druga prirodna tijela imaju niz karakterističnih unutarnjih i vanjskih svojstava. To su vanjska i unutarnja morfologija, fizikalna, kemijska i biološka svojstva. Vanjska morfologija tla određena je reljefom te živim i mrtvim biljnim pokrovom. Unutarnja morfologija vidi se na vertikalnom profilu tlak koji se dobije ako se iskopa. tzv pedološki profil. Na razvijenom tlu vide se slojevi koji se nazivaju horizontima, a nastaju tijekom postanka i razvoja tla.



Slika 9. Pedološki profil tla

Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/rqn:458/preview>

#### 4.1. Onečišćenje tla

Tla u kojima se nalaze tvari koje su strane normalnom prirodnom, kemijskom i fizikalnom i biološkom sustavu i koja imaju neželjene posljedice po živi svijet, na ekosustav u cjelini, a posljedično i na zdravlje ljudi i gospodarstvo svrstavamo u onečišćenje tla. Onečišćenje tla može biti lokalno ili globalno.

Lokalno onečišćenje tla vezano je s jedne strane na velike gradove i veća industrijska područja, a s druge na poljoprivredna područja.

Globalno onečišćenje tla vezano je najčešće s prijenosom štetnih tvari oborinama, strujanjem zračnih masa, vodotocima i podzemnim vodama.

Glavni izvori onečišćenja tla mogu biti prirodnog ili antropogenog podrijetla. Od prirodnih izvora treba naglasiti ulogu vulkana koji tijekom erupcije izbace znatnu količinu pepela na okolno tlo. Vulkanski pepeo mijenja kemijski, fizikalni i biološki sastav tla. Brojni plinovi oslobođeni tijekom erupcije u atmosferu također mijenjaju sastav zraka, a plinovi otopljeni u vodi zakisele oborine (kisele kiše, kiseli snijeg, kisela tuča) te mijenjaju sastav i reakciju tla. Kompoziciju tla mijenjaju požari, poplave, dugotrajne obilne kiše i suše te primjena velikih količina različitih pesticida u poljoprivredi. Antropogeni izvori onečišćenja tla u urbanim sredinama su industrija s nečistim tehnologijama, domaćinstva i promet. Ovdje ću veću pozornost posvetiti onečišćenju tla poljoprivrednom proizvodnjom.

## 4.2. Poljoprivredna proizvodnja

Intenzivno i ekstenzivno poljodjelstvo, koje se nametnulo kao nužno radi prehranjivanja sve većeg broja stanovnika na našem planetu ima i osim korisnog i brojne štetne posljedice. Mnoga tla su osiromašena te im nedostaju pojedini kemijski elementi kao što su kalij, fosfor, dušik i drugi. Stalnom gnojidbom mineralnim gnojivima nadoknađuje se taj nedostatak. Često se nadoknađuje količinama većim od potrebnih pa u tlu nastaju kemijske promjene. Mijenjaju se sastav važnih mikroorganizama i kiselost tla. Višak nekih mineralnih i dušikovih spojeva ispire se oborinama, čime prelaze u vodotokove. Rijeke i jezera postaju preopterećene tim tvarima. Mjerenja su pokazala porast koncentracije mineralnih gnojiva i pesticida u morskim zaljevima u koje se ulijevaju velike rijeke iz poljoprivrednih područja (npr. slijev rijeke Po u sjeverni Jadran). Procjenjuje se da te kemijske promjene u moru mogu biti jedan od čimbenika. Posebno su štetne za ekosustav brojne skupine kemijskih sredstava za zaštitu od štetnika i nametnika te korovne vegetacije – pesticidi. Veliki broj raznovrsnih štetnika napada uzgojene biljke i životinje, umanjuje prinose, uništava sirovine i gotove proizvode, napada različite vrste materijala kao što su drvo, vuna, tekstil i drugo i tako umanjuju rezultate ljudskog roda. Kukci, gljivice, mikroorganizmi i korovi unište u prosjeku od 25 do 35 % potencijalne svjetske poljoprivredne proizvodnje. Ima slučajeva potpunog uništenja usjeva tijekom vegetacijske sezone (npr. invazija skakavaca). Jedan primjer kompletnog uništenja je primjer gljivica *Phytophthora inestans* koja uništava uzgoj krumpira. To se dogodilo u razdoblju od 1845. do 1848. godine kada je uništila kompletnu proizvodnju krumpira u Irskoj te izazvala tzv. irsku krumpirsku glad. To je prouzročilo teške gospodarske i socijalne probleme te u tom razdoblju nastupila masovna migracija Iraca u SAD. Među štetnicima koji umanjuju doprinos već gotove hrane ne smijemo zaboraviti glodavce, štakore i miševe, koji na dan moraju pojesti hrane u količini od jedne četvrtine svoje tjelesne mase. Bez hrane prežive samo dva do tri dana. U agrotehnički razvijenim zemljama tijekom proteklih stotinjak godina produktivnost proizvodnje hrane povećana je sedam

do osam puta. To zahvaljujemo primjeni mehanizacije umjetnih mineralnih gnojiva, pesticida, navodnjavanja, uzgoju monokultura itd.

### 4.3. Onečišćenje tla komunalnim i tehnološkim otpadom

Pod pojmom otpad podrazumijevaju se one tvari koje se u određenim aktivnostima pojavljuju kao bezvrijedni sporedni proizvodi. To je u pravilu kruti otpad koji nastaje najvećim dijelom u domaćinstvima i industrijskoj proizvodnji kao komunalni otpad, odnosno tehnološki otpad. Posebne kategorije čine radioaktivni, tekući (otpadne vode, muljevi) i opasni otpad. Kao istoznačnicu za otpad često se rabi izraz smeće kojim se označava pomješani otpad iz kućanstva, industrije itd. Domaćinstva onečišćuju biosferu ne samo kemijskim toksičnim tvarima, nego i korištenjem tla za deponiranje golemih količina komunalnog otpada (otvoreni deponij). To je otpad iz ustanova, uslužnih djelatnosti i gospodarstva u gradovima. Taj se otpad sastoji od ostatka hrane, ambalaže, starih hladnjaka, televizora, strojeva za pranje rublja, automobila, konzervi, plastične ambalaže, vrećica i slično. Teškom i sporom razgradnjom taj otpad ostaje dugotrajno u okolišu i prirodi te smanjuje raspoložive površine tla za druge potrebe čovjeka ili za očuvanje prirodnih sustava. Tehnološki otpad nastaje u različitim procesima industrijske prerade i građevinarstvu. Poseban je problem golema količina komunalnog otpada u velikim gradovima i naseljima.

Tablica 2. Količina komunalnog otpada po stanovniku

Razvijene zemlje	Zemlje u razvoju	Hrvatska
0.8-2.2 kg/dan	0.3-1,0 kg/dan	3,8 kg/dan
0.3-0.8 t/godisnje	0,1-0.4 t/godisnje	1,4 t/godisnje

Danas je opće prihvaćena strategija reciklaže, tako da se veći dio otpadnom materijala vraća kao sekundarna sirovina u ponovnu proizvodnju (npr. staklo, plastika, metalni predmeti itd.) Otpad kao što su papir, plastika, metal, staklo ponovno ulaze u preradu novih proizvoda. Stupanj uporabe papirnatog otpada u razvijenim se zemljama kreće oko 40 %. Ostatak papira ostaje u okolišu. Sretna

je okolnost da se papir u vodi i tlu procesima truljenja ili spaljivanjem može razgraditi. No spaljivanjem papira onečišćujemo zrak olovom, klorom, ugljikovim dioksidom i dr. Najviše komunalnog otpada i to oko 75 % čine sagorivi otpadci iz domaćinstava – hrana, papir i plastika. Preostalih 25 % su nesagorivi metali, staklo, keramika i pepeo. Na sam papir i papirnatu ambalažu otpada oko 40 % sveukupnog komunalnog otpada. Posebno zabrinjava prekomjerno korištenje ambalaže i dopunskih ambalažnih ovitaka oko svakog proizvoda u svrhu bolje prodaje proizvoda estetski privlačnom ambalažom. Posebni papiri, a to su impregnirani, plastificirani, lakirani ili obloženi aluminijskom folijom, teško se recikliraju i još teže spontano razgrađuju u prirodi procesima truljenja.

#### **4.4. Zbrinjavanje otpada**

U laičkom se smislu pod dojmom otpad razumijeva sve ono što se u određenoj aktivnosti pojavljuje kao bezvrijedni nusproizvod. U stručno - administrativnom smislu pod pojmom otpad razumijeva se kruti otpad koji nastaje u kućanstvima i industriji. Tekući otpad (otpadne vode i muljevi) te radioaktivni otpad pripadaju u vrste otpada koje se zbog svojih svojstava, načina uklanjanja ili zbog povećane potencijalne opasnosti u pravilu zbrinjavaju na poseban način i pojmovno ne pripadaju u grupu krutog otpada iz kućanstava i sličnog otpada koji nastaje u industriji. Njima se, za razliku od pojma otpad, pod kojim se razumijevaju pojedinačno, ili u smjesi sve vrstov krutog otpada koji nastaje u kućanstvu i industriji (papir, staklo, metal, krpe, drvo, mineralne i organske tvari, razne druge tvari, ...) dodaje atribut kojim se točno određuje vrsta: otpadna voda, otpadni mulj, radioaktivni otpad itd. Prema Zakonu o otpadu ( NN 34/95.) otpadom se smatraju predmeti i stvari koje je fizička ili pravna osoba odbacila, namjerava ili mora odbaciti.

Otpad se po mjestu nastanka dijeli:

- na komunalni otpad - to je otpad iz kućanstva, otpad koji nastaje čišćenjem javnih površina i otpad sličan otpadu iz kućanstava koji nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima
- na tehnološki otpad - to je otpad koji nastaje u proizvodnim procesima u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a po količinama, sastavu i

svojstvu razlikuje se od komunalnog otpada.

Otpad je po svojstvima:

- Opasni otpad to je otpad naveden u posebnim dodacima Zakona o ratifikaciji Konvencije o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju ( NN - Međunarodni ugovori 3/94.; sukladno međunarodnoj praksi). Sadržava tvari koje imaju jedno od ovih svojstava : eksplozivnost, reaktivnost, nagrizanje, podražljivost, štetnost, toksičnost, kancerogenost, mutagenost, teragenost, ekotoksičnost, svojstvo otpuštanja otrovnih plinova kemijskom reakcijom ili biološkom razgradnjom. Komunalni i tehnološki otpad svrstavaju se u opasni otpad ako sadržavaju tvari koje imaju jedno od spomenutih svojstava.
- Inertni otpad to je otpad koji uopće ne sadržava ili sadržava malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožava okoliš.

Količina i sastav komunalnog otpada, po stanovniku ovise o ekonomskom stupnju razvoja društva. Što je jedna zemlja razvijenija, to je količina otpada po stanovniku veća. S obzirom na sastav prevladavaju materijali od ambalaže, otpad je rastresitiji i ima veću ogrjevnu moć. Ekonomski najrazvijeniji stvaraju između 0,8 i 2,2 kg otpada po stanovniku na dan, a manje razvijeni između 0,3 i 1,0 kg/stanovnika/danu

#### **4.5. Gospodarenje otpadom**

Problemi vezani uz otpad nisu novi. Oni su samo s razvojem velikih naselja i industrijalizacijom postali veći i teže rješivi. Čovjek je otpad praktički počeo stvarati od prvih dana svoga razvoja. Vrlo rano je uočena opasnost od nekontroliranog odlaganja otpada za ljudsko zdravlje. u Ateni je oko 500. godine prije Krista donesena prva poznata odredba o zabrani bacanja otšadaka na ulicu, a postojala su i odlagališta smeća, koja su morala biti udaljena najmanje oko 2km od gradskih zifina. U srednjem vijeku odnos prema smeću bio je mnogo neodgovorniji i otpad je završavao jednostavno na ulici. Tek s početkom industrijske ere, s pojavom sve većih količina otpada, koji je osim toga i po sastavu postojao sve zahtjevniji glede zbrinjavanja, gradske uprave su se počele brinuti o otpadu. Načim zbrinjavanja otpada kakav je danas poznat počeo se uvoditi u velikim europskim metropolama tek u prvim desetljećima



prošlog stoljeća, a npr. prvo naplaćivanje odvoza otpada u Beču od građana, kao proizvođača otpada, uvedeno je tek u tridesetim godinama prošlog stoljeća.

Suočene sa sve većom količinom otpada, ali i svjesne materijalnih i energetskih svojstava pojedinih vrsta otpada, unatrag 20-30 godina počele su gradske vlasti uvoditi sustave za gospodarenje otpadom. Pod tim se pojmom razumijeva ekonomski i po okoliš razumno upravljanje cjelokupnim životnim vijekom/ciklusom otpada - od njegova nastanka, skupljanja, prijevoza, iskorištavanja, obrađivanja i odlaganja, u skladu sa zakonskim obvezama i s odgovornosti. Sinonim za pojam gospodarenje otpadom jest zbrinjavanje otpada, iako neki autori nalaze suštinsku razliku između ta dva pojma.

Samo malo zemalja je do sada, radi što racionalnijeg iskorištavanja pojedinih vrsta otpada, organiziralo odvojeno skupljanje pojedinih vrsta otpada organiziralo odvojeno skupljanje pojedinih vrsta već na mjestu nastanka - u kućanstvima. Najčešće se radi o sustavu odvojenih spremnika (kontejnera) za papir, staklo, plastiku i organski dio otpada, koji se nalaze u svakom kućanstvu ili zajednički za pojedine kuće odnosno sklopove kuća. Dio komunalnog otpada odvojeno se skuplja i na principu donošenja tzv. ekootoke ili reciklažne centre. U njih građani mogu donijeti i druge vrste otpada: različita neiskorištena kemijska sredstva koja se upotrebljavaju u kućanstvu, stare baterije, metal, stare lijekove... Prije industrijske upotrebe ovako skupljeni materijali moraju se sortirati, jer je inače teško postići da se u pojedinom spremniku ne nađe i nešto što se ne bi smjelo u njemu naći. Udio izdvojenih otpadnih materijala ovisi o organiziranosti u društvu i o kulturi življenja. Postoje zemlje u kojima se na taj način smanji količina otpada koji treba kasnije obraditi i/ili odložiti i više od 50% (Austrija, Nizozemska, Danska).

Napredni sustavi zbrinjavanja otpada u pravilu predviđaju različite tehnologije iskorištavanja svojstava otpada (sirovinska, biološka, energetska), a u funkciji smanjenja (i) količina koje se moraju odložiti i (ili) smanjenja negativnih učinaka otpada koji se treba odložiti (emisije deponijskog plina, procjene vode). Očekivana primjena nove zakonske obveze u državama EU-a, po kojoj udio organskog ugljika u odloženom otpadu ne bi smio biti veći od 5%, bitno će

povećati preobradu otpada prije odlaganja. Pri tome se razlikuju tehnologije tehnologije koje se temelje na (a) mehaničkoj (izdvajanje korisnog dijela otpada), biološkoj (biološka razgradnja organskog dijela otpada) i (b) termičkoj obradi (ukupnog dijela otpada ili samo jednog dijela, koji prije toga može biti obrađen drugim postupcima).

Odlaganje otpada je neizbježna karika svakog sustava zbrinjavanja otpada, a ponekad i jedina. Tehnika odlaganja otpada posljednjih se desetak godina vrlo brzo razvijala. Članice EU-a još su 1994. godine prihvatile popis o izgradnji trajnih odlagališta otpada. Njime će se ograničiti odlaganje otpada koji bude sadržavao više od 5% ugljika organskog podrijetla. Otpad koji se odlaže vrlo je aktivan. procesom raspadanja organskog dijela nastaje deponijski plin, au dodiru otpada s vodom nastaju procjedne vode. U pravilu se, s obzirom na mogući utjecaj otpada na okoliš, deponiji razvrstavaju u dvije kategorije I. (za zahtjevniji otpad: sve vrste komunalnog otpada i neke vrste industrijskog otpada) i II. (za manje zahtjevni otpad). Zahtjevnost se glede tehničkih mjera određuje na osnovi sastava eluata. Odlagalište mora imati osigurano brtvljenje i s donje i s dgornje strane, prihvati i pročišćavanje procjednih voda i osiguran sustav otplinjavanja s mogućnosti upotrebe deponijskog plina. Sve veći tehničko-tehnološki zahtjevi za izvedbu odlagališta kako bi se spriječilo dugoročno onečišćenje okoliša, stalno povećavaju troškove odlaganja. Kako će odlaganje otpada i dalje ostati neizbježan posljednji segment u sustavu gospodarenja otpadom, nastoji se na odlagališe samo doista mužne količine otpada sa što manjim negativnim potencijalom na okoliš.

#### **4.6. Sanacija odlagališta**

Kada je riječ o neuređenim odlagalištima otpada postoje dvije tehničke mogućnosti rješenja problema: (1) osiguranje i uređenje odlagališta, bez obrade odloženog otpada, pri čemu se štetni utjecaj postupno smanjuje u duljem razdoblju te (2) sanacija odlagališta, koja obuhvaća obradu i iskorištavanje materijala i energije odloženog otpada, pri čemu se utjecaj smanjuje i potpuno uklanja u relativno kratkom razdoblju. Pri tome se nude rješenja sin-situs (na mjestu) i sex-situs (izvan mjesta).

Stanje u Hrvatskoj Ukupna količina novonastalog otpada u Hrvatskoj procjenjuje se na 9 milijuna tona na godinu (oko 3 tone po stanovniku na godinu), a njegova struktura prikazana je na slici

Komunalni otpad sudjeluje s 13 % u ukupnom otpadu, a izdvojene sekundarne sirovine (više od 95 % iz tehnološkog otpada) čine 11% ukupnog otpada. Procjena količina opasnog otpada iznosi oko 0,2 milijuna tona na godinu odnosno oko 2,2 % ukupne količine otpada. Količina staroga otpada akumulirana diljem Hrvatske na nekoliko tisuća odlagališta (od čega na oko 120 službenih) procjenjuje se na oko 29 milijuna tona. Nije poznata količina otpada koji je odbačen u šume, polja, rijeke, jezera i u more. Za Hrvatsku je godišnja količina komunalnog otpada u godini 1998. procijenjena na oko 1,200.000 tona ili na oko 253 kg po stanovniku. Organiziranim skupljanjem komunalnog otpada obuhvaćeno je samo od 55 do 60 % stanovništva u Hrvatskoj. Procjenjuje se (Izvešće o stanju okoliša iz godine 1998) da će količina otpada po stanovniku rasti po stopi od 2,0 % na godinu, a broj stanovnika obuhvaćenih skupljanjem i odvozom otpada na "službena" odlagališta trebao bi rasti po godišnjoj stopi od 4,0%.

O velikim odlagalištima moguće je općenito reći sljedeće:

- da zauzimaju ukupnu površinu od oko 8,3 km<sup>3</sup>
- da njihov ukupno raspoloživi kapacitet (obujam) iznosi oko 97 milijuna m<sup>3</sup>
- da su u prosjeku popunjena otpadom na razini od 40% svoga kapaciteta
- da je opasni otpad pohranjen na 80 velikih odlagališta
- da su građena bez osnovnih zaštitnih mjera, a onečišćenost okoliša pčita je na 40 odlagališta otpada.

## 5. UZROCI I POSLJEDICE EKOLOŠKIH PROBLEMA

Okoliš podrazumijeva skup svih živih bića i nežive prirode, koji se zajedno pojavljuju na nekom području. Čovjek kao neodvojiv dio okoliša u neprekidnoj je interakciji sa svim njegovim dijelovima. Stvaranjem i razvojem društvenih zajednica, a posebno industrijalizacijom ljudskog društva, naš utjecaj na okoliš prestaje biti bezazlen. Životni stil i potrebe modernog čovjeka dovode do promjena u okolišu na različitim razinama: od molekularnog do globalnih. Onečišćenje prirode i okoliša je svako unošenje štetnih tvari i energije, koje narušava prirodni sklad živih i neživih sastavnica okoliša (vode, zraka i tla). Razvoj stanovništva i urbanizacija, razvoj industrije, prometa, poljoprivrede i dr. samo su neki od antropogenih uzročnika onečišćenja. S druge strane, prirodni uzročnici su oni koje čovjek ne može kontrolirati već nam ih nameće priroda, a također imaju veliki utjecaj na onečišćenje.

Uzroke loše ekološke situacije dakle možemo podijeliti u dvije skupine:

### 1. PRIRIDNI UZROCI:

- klimatski uvjeti
- požari
- poplave
- uragani
- vulkani
- potresi
- erozija tla

### 2. ANTROPOGENI UZROCI:

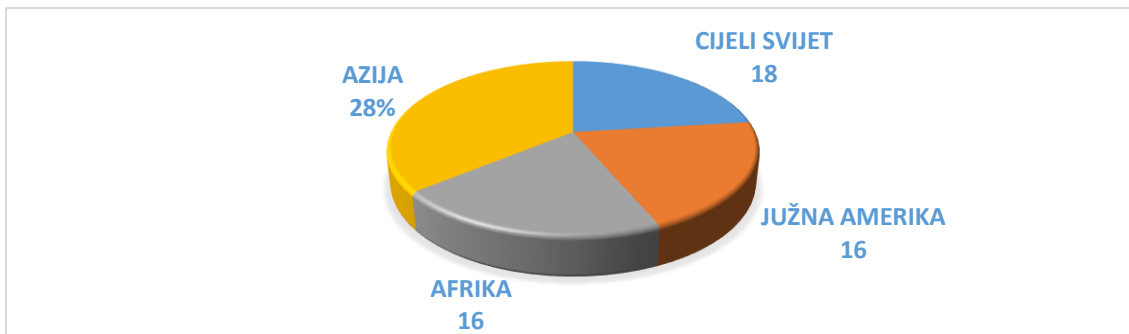
- mnogobrojno stanovništvo
- urbanizacija
- promet
- industrija
- trošenje prirodnih resursa
- poljoprivreda

Važno je spomenuti i nekontrolirani rast stanovništva koji također predstavlja veliki problem za ekologiju i okoliš. Ipak najvažniji uzroci su: čovjekovo ne znanje, nesavjesnost, egoizam.

U nastavku ovog rada spomenut ću samo neke primjere koji su posljedice onečišćenja okoliša.

Razvojem čovječanstva povećavaju se potrebe i želje ljudi, a samim time je povećano i korištenje prirodnih resursa, energije te stvaranje otpada koji onečišćuje okoliš u velikoj mjeri jer ga okoliš sam ne može apsorbirati. Svojom aktivnošću, zadovoljavajući svoje potrebe, čovjek zaboravlja na činjenicu da ugrožava biljne i životinjske vrste, zagađujući zrak, vodu i tlo, a u konačnici narušava i zdravlje samoga sebe. Broj stanovnika raste iz godine u godinu, a najveće poraste bilježe zemlje u razvoju. Veliki pritisak na okoliš potvrđuje činjenica da se početkom dvadesetog stoljeća gotovo nije ni govorilo o ekološkim problemima, a danas smo svjedoci ekološke krize globalnih razmjera. Samo Sjedinjene Američke Države, čine 5% od ukupne svjetske populacije, proizvode 30% od ukupnog svjetskog otpada i koriste 25% od ukupnih svjetskih resursa. Negativna strana urbanizacije predstavlja znatan pritisak na okoliš. Neracionalno korištenje prostora, poljoprivrednih površina, sječa šuma, zagađenje zraka, narušavanje prirodnih krajobrazu, stvaranje velikih količina otpada, buka i ostali čimbenici uzrokuju negativne učinke procesa urbanizacije na okoliš. Uporabom fosilnih goriva za zagrijavanje kućanstava i transport dovelo je do gomilanja štetnih plinova u atmosferi te povećanje efekta staklenika. Efekt staklenika predstavlja porast temperature zraka u atmosferi, izazvan stakleničkim plinovima. Toplinsko zračenje s površine Zemlje apsorbira se u atmosferi, a apsorbiraju ga staklenički plinovi te dolazi do ponovnog zračenja u svim smjerovima. Dio tog zračenja dolazi natrag u niže slojeve atmosfere i na Zemljinu površinu, čime je temperatura tamo viša nego da 28 dolazi samo od solarnog zračenja. U posljednjih dvjestotinjak godina, izgaranjem fosilnih goriva, koncentracija stakleničkih plinova brzo se mijenjala, uslijed čega dolazi do promjene klime. Zbog povećanja koncentracije stakleničkih plinova dolazi do povećanja prosječne temperature na Zemlji, što za sobom vodi topljenje ledenog pokrivača, porast razine mora, te veliki utjecaj

na biljni i životinjski svijet te zdravlje ljudi. Korištenjem obnovljivih izvora energije, povećanjem energetske učinkovitosti, energetskim korištenjem otpada, promjenom tehnologije u industrijama, korištenje javnog prijevoza i drugo. može se smanjiti emisija stakleničkih plinova. Smanjivanje ozonskog omotača oko Zemlje također je jedna od posljedica onečišćenja. Ozon se nalazi u dva sloja atmosfere; troposferi i stratosferi. Ozon u stratosferi često se naziva ozonskim omotačem. Ozonski omotač apsorbira dio Sunčevih štetnih ultraljubičastih zraka. Posljedice nastale ozonskim rupama su ozbiljne, od povećanog broja bolesti kože do velikih poremećaja ekosustava. Globalne klimatske promjene mogu se pripisati ljudskim aktivnostima. Ljudske aktivnosti kao i industrijska djelatnost, uvelike utječu na stvaranje globalnog zagrijavanja, do kojeg dolazi povećanom koncentracijom određenih plinova u atmosferi. Korištenje fosilnih goriva (nafta, ugljen) najveći je uzrok globalnog zagrijavanja. Danas najveći onečišćivači atmosfere su uz Sjedinjene Američke Države, Kina i Rusija. Uništavanje šuma radi dobivanja obradivih površina za stočarstvo i poljoprivredu dovodi do deforestacije šuma, što je još jedan od uzroka globalnih klimatski promjena. Najviše uništenih šuma je u Južnoj Americi krčenjem Amazonske prašume. U posljednje je vrijeme zabilježen velik broj površina na kojima je došlo do krčenja šuma. Razloga ima nekoliko, a među njima je potreba izrada trupaca za papir ili građevinski materijal. Šume se sijeku i zbog dobivanja područja pogodnog za stočarenje. U posljednje vrijeme je zabilježen porast krčenja šume zbog izgradnje novih stambenih naselja. Sve je više razloga koji idu u korist krčenja šume, a da se ne razmišlja mnogo o tome koliko će te akcije imati utjecaja na sam okoliš. Nekadašnja prašuma u srednjoj Europi, sastavljena pretežno od hrastovih šuma, iskrčena je između 7. i 13. stoljeća. Od otprilike 400 milijuna hektara šumske površine iz doba Kolumba u Sjevernoj Americi danas je ostalo samo oko 50 milijuna hektara. Veći je dio tog prostora iskorišten za gradnju naselja, za poljoprivredne i druge potrebe.



Slika 10. Površine iskrčenih tropskih šuma po kontinentima

Površine iskrčenih tropskih šuma po pojedinim kontinentima između 1960. i 1990. godine Cijeli svijet 18% Južna Amerika 16% Afrika 16% Azija 28%. Deforestacija je proces koji negativno djeluje na biološki i životinjski svijet koji tamo obitava. Nakon deforestacije na području gdje je nekada bila šuma dolazi do smanjenja bioraznolikosti tog područja. Primjer deforestacije prikazan je u slučaju Amazone u Brazilu, (slika 7). Sječa na području Amazone bila je u porastu zbog pripreme područja za uzgajanje određenih životinja, kako na pojedinim područjima nije bilo moguće ukloniti stabla sječom, nadležni su pribjegli požarima kako bi uspjeli ostvariti proces deforestacije.



Slika 11. Deforestacija šuma

Izvor: <http://ekoloskiproblemi.blogspot.com/2008/03/amazonska-tropska-kisna-suma-i.html>

Uništenjem šuma ogoljelo se tlo izlaže eroziji, (slika 8) - postupnom ispiranju, trošenju i odnošenju tla vodom, vjetrom i ledom. Lišeno zaštite, osobito korijena šumskog drveća, koje ga povezuje, tlo brzo mijenja strukturu. Usto, uvelike gubi sposobnost primanja i zadržavanja dostatne količine vlage, gubi plodnost, rasipa se i tako propada to jest degradira. Čovjek promjenom upotrebe površina značajno mijenja stupanj erozije. Nažalost ubrzana erozija tala je važan i skup problem na sve većem broju lokacija budući da se čovjekovim aktivnostima remete odnosi na sve većem području. Prvenstveno je to važno na poljoprivrednim područjima na padinama gdje je iskrčena šuma, a neodgovarajućim (poprečnim) oranjem erozija se može znatno ubrzati. Vršni dio tla s višom koncentracijom organske tvari i nutrijenata je posebno hranjiv i važan za poljoprivredu, a to je ujedno i sloj koji je prvi izložen eroziji. Drugi važan konkretni problem povećane erozije je ubrzano zatrpavanje vodotoka i akumulacija. U tom je slučaju suspendirani materijal zagađivalo. Dodatni problem je i otpuštanje eventualnih toksičnih materijala (herbicidi, pesticidi, kovine) iz tog sedimenta. Padina pokrivena travom erodira se 100 puta brže od pošumljene padine, koju stabiliziraju biljke s dubokim korijenjem. Stoga proizlazi da deforestacijom dolazi do ubrzanja erozije tla. Tipičan primjer je erodiranje crvenice na kršu Mediterana, zbog sječe šuma i intenzivne poljoprivrede. Procjenjuje se da u svijetu danas erodira 6 do 7 milijuna ha tla godišnje, od toga 2500 ha u Hrvatskoj, što na planetarnoj razini predstavlja 2 milijarde ha degradirane pedosfere. Erozijska je već uništila trećinu ukupnih obradivih svjetskih površina. U Hrvatskoj je 31,8% ukupnog kopna ugroženo erozijom i čak 90% ukupnih obradivih površina.



Slika 12. Prikaz erozija tla

Izvor: [http://www.medioteka.hr/portal/ss\\_geografija2.php?ktg=6&pktg=&mid=84](http://www.medioteka.hr/portal/ss_geografija2.php?ktg=6&pktg=&mid=84)



Kisele kiše postaju jedan od najznačajnijih ekoloških problema. Glavni uzročnik je brz industrijski razvoj. Kisele kiše su padaline koje u sebi sadrže vrlo štetne kemijske spojeve, kao što su sumpor i ugljik. Nastaju kada ti plinovi u atmosferi reagiraju s vodom, kisikom i drugim kemikalijama pri čemu se formiraju različiti kiselinski spojevi. Nastanak kiselih kiša možemo pripisati izgaranju fosilnih goriva, ugljena i nafte (ispušni plinovi u prometu, dim iz kućanstava i sl.). Pod djelovanjem kiselih kiša propada šumska vegetacija, osobito crnogoricu, uništavaju se poljoprivredne površine i dolazi do pomora riba u jezerima zbog kiselosti rijeka i jezera, dolazi do propadanja građevinskog materijala, oplata zgrada i slično. Kisele kiše nepovratno oštećuju brojne povijesne građevine za čiju se gradnju u prošlosti koristio vapnenac, ali su u novije vrijeme vidljive štete i na modernim betonskim objektima. Osobito su ugrožene šume u područjima gdje pada kiselina jer propada čak više od 40% jedinki. Štetni plinovi iz atmosfere mogu prouzročiti biokemijske i fiziološke promjene koje su štetne za vegetaciju. Utvrđeno je da rast drveća može biti usporen. Pojačano zakiseljavanje tla uzrokuje gubitak magnezija, kalija i kalcija, ta tri elementa nužna za rast biljaka, što može prouzročiti znatno smanjenje produktivnosti šuma. Oštećenja šumske vegetacije od kiselih oborina mogu biti direktna (efekti na lišću ili granama) ili indirektni (promjene u sastavu tla oko korijena). Iako većina zemalja odlučno teži smanjenju štetnih emisija, Sjedinjene Američke Države i dalje kao najveći zagađivači ne poduzimaju nikakve veće mjere. Također kisele su kiše jedan od glavnih razloga smanjenja zaliha pitke vode na svjetskoj razini i kao takve predstavljaju ozbiljan problem budućoj opskrbi čovječanstva vodom. Čovjek je svojim aktivnostima ipak najveći uzrok ekoloških problema. Ekološke katastrofe nastale djelovanjem čovjeka, njegovim svjesnim ili nesvjesnim djelovanjem, dovele su do velikih šteta, gubitaka ljudskih života, onečišćenja, a posljedice se negdje osjećaju još i danas. Neke od mnogobrojnih ekoloških katastrofa izazvane čovjekovim djelovanjem su: 32 Jedna od najgorih ekoloških katastrofa u povijesti, dogodila se 24. ožujka 1989. godine, kada je tanker Exxon Valdez prilikom udara u greben uz obale Aljaske, u more ispustio oko 42 milijuna litara sirove nafte (slika 8). Time je zagađeno više od 2 000 kilometara obale, a posljedice se osjećaju još i danas. Uginule su tisuće

morskih ptica, a ribarska industrija, od koje su stanovnici tog područja živjeli, pretrpjela je velike štete. Izljev nafte u Meksičkom zaljevu 2010., znan i kao Izljev nafte BP-a, Deepwater Horizon katastrofa i Macondo puknuće, je bio masovni 3-mjesečni izljev nafte u Meksičkom zaljevu koji se dogodio 20. travnja 2010. godine te je nakon mjesec dana nezaustavljivog širenja naftne mrlje proglašena najvećom naftnom ekološkom katastrofom američke povijesti, čime je čak nadvisila katastrofalni izljev nafte iz Exxon Valdeza 1989. Djelovanje čovjeka ima sve veće posljedice na sastav tla. U agrarnim područjima glavni izvor onečišćenja tla je intenzivno ili ekstenzivno poljodjelstvo. Višak nekih minerala i dušikovih spojeva ispire se oborinama te oni prelaze u vodotoke pa rijeke i jezera postaju preopterećena tim tvarima. Mjerenjima je dokazan i porast koncentracije umjetnih gnojiva i pesticida u morskim zaljevima u koje se ulijevaju velike rijeke iz poljoprivrednih područja (na primjer slijev rijeka Po u sjeverni Jadran). Procjenjuje se da te kemijske promjene mora mogu biti jednim od uzroka "cvjetanja mora". Svjedoci smo brojnih katastrofa, izazvanih od strane čovjeka. Katastrofe, koje su imale pogubne posljedice ne samo za ljude, već i biljni i životinjski svijet, primjerice u Černobilu, gdje su posljedice eksplozije reaktora i danas vidljive. U zadnjih dvadeset godina broj prijavljenih prirodnih katastrofa udvostručio se sa 200 na oko 400 u godini. Ponekad nismo ni svjesni katastrofa koje se događaju u svijetu, niti da smo za veliki dio izazivanja katastrofa zaslužni mi, svojim aktivnostima i smanjenom brigom za okoliš i druge ljude.



Slika 13. Prikaz tankera Exxon Valdez

Izvor: <https://edition.cnn.com/2014/03/23/opinion/holleman-exxon-valdez-anniversary/index.html>

## 6. ZAŠTITA OKOLIŠA

Zadaća zaštite okoliša i zaštita prirode je čuvati sve za život posebne sastavnice žive i nežive prirode, zabraniti ili smanjiti štetne utjecaje na okoliš, osigurati trajno gospodarenje općim prirodnim dobrima, zaštititi vrijedne krajobrazne prostore od štetnih ljudskih djelatnosti, čuvati pojedine ekosustave kao i ugrožene biljke i životinjske vrste.

Za provedbu takve politike potrebni su:

- Nedvojbena i dosljedno primjenjivi zakonski propisi
- Učinkovita upravna, znanstvena i strukovna struktura
- Osmišljena strategija prostornog uređenja
- Izgradnja i održavanje tehničkih uređaja za smanjivanje štetnih utjecaja
- Neprekidna kontrola kakvoće pojedinih sastavnica okoliša u prostoru i vremenu na osnovi izabranih pokazatelja
- Dosljedna primjena postojećih normi i učinkovita provedba zakonskih propisa i kaznenih odredbi
- Poticaj za trajno održivi gospodarski razvoj
- Poticaj za korištenje obnovljivih energija i obnovljivih solarnih sirovina
- Obavješćivanje javnosti o promjenama kakvoće okoliša
- Mogućnost prosvjeda stanovništva i nevladinih udruga na kriznim žarištima

Povijesna konferencija UNCED-a o daljnjem razvoju cjelokupnog čovječanstva održana je 1992. godine, od 3. do 14. lipnja u Rio de Janeiru. Na njoj su sudjelovali izaslanici iz 179 država te više stotina predstavnika raznih nevladinih organizacija. Na navedenom skupu je usvojeno 5 dokumenata:

- I. Rio deklaracija o okolišu i razvoju
- II. Agenda 21 (radni program za 21. stoljeće)
- III. Okvirna konvencija o klimatskim promjenama
- IV. Konvencija o biološkoj raznovrsnosti i
- V. Deklaracija o šumama

Agenda 21 naziv je za globalni operativni plan, koji govori o ispunjenju zahtjeva gospodarskog razvoja svih zemalja uz principe tzv. održivog razvoja. Pojam *agenda* znači podsjetnik s bilješkama o tome što se mora napraviti, odnosno što je djelokrug rada. U sklopu agende 21 donesen je međunarodni dogovor o ponašanju pojedinih država potpisnica što konkretno treba učiniti za zaštitu prirode i okoliša, npr. smanjenje emisije ugljikova dioksida zbog učinka staklenika. Taj je dokument postao temelj promjena u potrošnji, demografskoj dinamici, razvoju ljudskih naselja, zdravlja, integraciji okoliša i razvoju. Naglašava se da se održivi razvoj može postići jedino globalnom suradnjom, a utvrđeni su etički principi u ophođenju s prirodnim dobrima i pravednijom raspodjelom tih dobara između siromašnih i bogatih zemalja, današnjih i budućih generacija.

Kako je već navedeno i ranije, tlo je prirodni uvjetno obnovljivi resurs u kojem je moguća vrlo brza degradacija, međutim čije je nastajanje i regeneracija vrlo spora, što korisnika tla obvezuje na upravljanje tlom na načelima dobrog gospodara i to bez obzira čemu je tlo namijenjeno. To gospodarenje mora biti usklađeno s konceptom koji polazi od činjenice da tlo ima višenamjenske uloge, a koji je sadržan i u dokumentima pravne stečevine EU, gdje se tlu i njegovoj zaštiti daje posebna pozornost. Iako različite politike EU kao što su npr. politike vezane za vodu, kemikalije, sprječavanje industrijskog zagađivanja, pesticide, poljoprivredu itd. pridonose zaštiti tla, one ipak imaju druge ciljeve i drugi opseg djelovanja, te nisu bile dovoljne za osiguravanje zadovoljavajuće razine zaštite za sva tla u Europi. Zbog ovog i mnogo drugih razloga, Europska komisija je 22. rujna 2006. godine usvojila Tematsku strategiju zaštite tla (COM (2006) 231) i prijedlog za Okvirnu direktivu o zaštiti tla (COM(2006) 232), s ciljem zaštite tla u cijeloj EU.

Europska Unija je donošenjem akcijskog programa za okoliš izjednačila značaj zaštite tla sa zaštitom vode i zraka, te je u tom smislu prepoznala potrebu izrade 7 tematskih strategija za slijedeća područja:

- ✓ zrak
- ✓ sprječavanje nastajanja otpada i recikliranje

- ✓ morski okoliš
- ✓ tlo
- ✓ pesticidi
- ✓ prirodni resursi
- ✓ te urbani okoliš.

Sve ove strategije sadrže ciljeve za zaštitu i sprječavanje onečišćenja pojedinih sastavnica ekosustava. Cilj tematske strategije za zaštitu tla je zaštita i održivo gospodarenje tлом temeljeno na principima očuvanja uloga tla, prevencije degradacije, ublažavanja učinaka degradacije i popravljivanja degradiranih tala. Tematskom strategijom za zaštitu tla Europska komisija identificirala je 8 najznačajnijih prijetnji prema tlu:

- ✓ erozija
- ✓ smanjenje organske tvari
- ✓ onečišćenje
- ✓ zaslanjivanje
- ✓ zbijanje
- ✓ gubitak biološke raznolikosti
- ✓ prenamjenu
- ✓ te plavljenja i
- ✓ klizišta.

Prvi korak u zaštiti tla i očuvanju njegovih prirodnih uloga te sprječavanju degradacijskih procesa je praćenje stanja i uočavanje promjena svojstava tla u vidu uspostave sustava monitoringa odnosno trajnog motrenje tala. Ovo podrazumijeva kontinuirano praćenje određenih pokazatelja tla u svrhu prikupljanja informacija o promjenama stanja i obilježja tla, te identifikacije oblika i intenziteta degradacije. Sustav trajnog motrenja tla potpomognut informacijskim sustavom za tlo, danas čini temelj za razvoj i provedbu politike i strategije održivog gospodarenja i zaštite tla.

## 6.1. Prijedlog mjera zaštite okoliša

- Zaštita tijekom otvaranja eksploatacijskih polja i iskorištavanja kamenoloma
- Nužno je izraditi projekt zaštite od buke odnosno osigurati razinu buke u dopuštenim granicama.
- Nužno je poduzimati zaštitne mjere u kamenolomu koje će spriječiti onečišćenje atmosfere u okolini.
- Osigurati prijevoz kamenog materijala pod nadzorom, odnosno spriječiti prekomjerno punjenje vozila.
- Po potrebi vlažiti unutarne ceste radi sprječavanja širenja prašine.
- Nadzorom i održavanjem strojeva i vozila izvoditelj je dužan osigurati koncentracije ispušnih plinova u dopuštenim vrijednostima.
- Za zaštitu podzemnih voda od procjeđivanja, moraju se asfaltirati radni prostori oko radionica, spremnika i pretakališta goriva. Asfaltirani prostor valja omeđiti rubnjacima, a oborinske vode s tih prostora usmjeriti prema mastolovu.
- Oborinske vode kontroliranim sustavom kanalizacije prije ispusta provesti kroz taložnik.
- Otpadne vode iz sanitarnih prostorija te radionica sistemom zatvorene kanalske mreže prikupiti u sabirnu jamu, koja će se prema potrebi prazniti cisternom nadležnog komunalnog poduzeća.
- Ulja i masti prikupljeni u mastolovu te zauljene krpe iz radionica također treba skupljati u zatvorene spremnike i odvoziti na spaljivanje u skladu s Pravilnikom o vrstama otpada.
- Odlagališta jalovine urediti i zatraviti, radi zaštite od ispiranja oborinskim vodama.
- Zaštita flore i faune postići će se vodeći računa o emisijama buke i prašine. Potrebno je oko radnog prostora osigurati ogradu kako bi se spriječio ulazak divljači.

## 7. ZAKLJUČAK

Onečišćenje prirode i okoliša je svako unošenje štetnih tvari i energije, koje narušava prirodni sklad živih i neživih sastavnica okoliša (vode, tla i zraka). Izvora onečišćenja ima mnogo, od onih koje čovjek ne može kontrolirati već ih nameće priroda, do onih koje je prouzrokovao sam čovjek razvojem industrije, poljoprivrede, prometa te rastom broja stanovništva i njegovih potreba. Problematika onečišćenja tla usko je vezana s razvojem modernog društva. Ljudske potrebe, životne navike i interesi, koje priroda ne može zadovoljiti, neprestano rastu. Stoga ljudska aktivnost predstavlja glavni izvor onečišćenja tla. Nekontrolirana uporaba i nepravilno rukovanje gnojivima i pesticidima bitno onečišćuju tlo i vode iako je njihova upotreba prvotno zaštitna.

Sav živi svijet na Zemlji zasnovan je na vodi kao temeljnom uvjetu biološkog opstanka organizama, te gospodarskog i društvenog razvoja. Potreba za vodom u stalnom je rastu, a razlozi su porast broja stanovnika, industrijski razvoj, intenzivna poljoprivreda, neracionalna potrošnja i slično. Dolazi do raskoraka između potreba za vodom i mogućnosti da se te potrebe i zadovolje. Neracionalno korištenje vode kao prirodnog resursa, upotreba kemijskih sredstava te njihovo ispuštanje u vodotoke ima za posljedicu pogoršanje kvalitete vode. Svaki pojedinac može dati doprinos u zaštiti voda ako samo malo promjeni svoje ustaljene navike: racionalno koristiti vodu, ne odlagati otpad u blizini izvora, spriječiti nastajanje velikih količina otpadnih voda na samom izvoru, ne sjeći šume u blizini izvorišta.

Kao zaključak možemo reći da zagađenja okoliša, voda i tla imaju ogroman utjecaj na zdravlje, te da isto tako može poremetiti prirodu između prirode i čovjeka. Zato se poduzimaju naporu u cilju sprječavanja i otklanjanja onečišćenja na lokalnoj i globalnoj razini.

## 8. LITERATURA

- [1] Oskar P. Springer i Daniel Springer.: Otrovni modrozeleni planet, Meridijan, Zagreb, (2008.) ISBN: 978-953-239-092-6
- [2] Jan Čížek.: Zaštita okoliša, Tisak, Zagreb, (1998.) UDK: 504.06.502.7
- [3] Đikić, Glavač..., Ekološki leksikon, Barbat, Zagreb, (2001.) ISBN: 953-181-039-7
- [4] Briški F.: „Zaštita okoliša“, Element d.o.o., Zagreb, (2016.) ISBN: 978-953-197- 589-6
- [5] Onečišćenje i zaštita voda, Štrkalj, A. Onečišćenje i zaštita voda. Metalurški fakultet. Sisak, 2014.
- [6] Onečišćenje tla i izvora, Bunčić H. Veleučilište u Karlovcu, 2018
- [7] Izvor zagađenja i onečišćenja okoliša  
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/sumfak:920/preview>, pristupljeno 15.12.2018
- [8] Onečišćenje i zaštita tla  
[http://bib.irb.hr/datoteka/686398.T\\_Sofilic\\_ONECISCENJE\\_I\\_ZASTITA\\_TLA.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/686398.T_Sofilic_ONECISCENJE_I_ZASTITA_TLA.pdf), pristupljeno 20.12.2018
- [9] Obrada otpadnih muljeva iz procesa pročišćavanja otpadnih voda,  
<https://repozitorij.simet.unizg.hr/islandora/object/simet:172/preview>, pristupljeno 16.12.2018
- [10] Antropogeni uzročnici onečišćenja okoliša,  
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/unipu%3A164/datastream/PDF/view>, pristupljeno 04.01.2019
- [11] <https://www.ekologija.com.hr/posljedice-oneciscenja-vode/>, pristupljeno 15.12.2018
- [12] <https://gov.hr/moja-uprava/stanovanje-i-okolis/briga-o-okolisu/zastita-tla/1946>, pristupljeno 04.01.2019



## 8. POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz čovjeka i prirode .....	3
Slika 2. Glavni izvori onečišćenja okoliša .....	5
Slika 3. Udio vode u organizmu od fetusa do starije osobe.....	6
Slika 4. Mogućnost zagađenja podzemnih voda.....	8
Slika 5. Izvori onečišćenja voda .....	11
Slika 6. Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda .....	14
Slika 7. Flokulacija i taloženje otpadne vode .....	17
Slika 8. Profil tla .....	18
Slika 9. Pedološki profil tla .....	20
Slika 10. Površine iskrčenih tropskih šuma po kontinentima .....	31
Slika 11. Deforestacija šuma .....	31
Slika 12. Prikaz erozija tla .....	32
Slika 13. Prikaz tankera Exxon Valdez.....	34

## **9. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Neke vrste onečišćenja i posljedice .....	10
Tablica 2. Količina komunalnog otpada po stanovniku .....	22