

# Onečišćenje tla i izvora

---

**Bunčić, Helena**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*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:128:261532>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-28**



**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

Helena Bunčić

# **ONEČIŠĆENJE TLA I IZVORA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018.

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

Helena Bunčić

# **POLLUTION OF SOIL AND SOURCES**

FINAL PAPER

Karlovac, 2018.

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

Helena Bunčić

# **ONEČIŠĆENJE TLA I IZVORA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Zoran Vučinić, predavač

Karlovac, 2018.



**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

Stručni studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2018.

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Helena Bunčić

Matični broj:  
0415615045

Naslov: Onečišćenje tla i izvora

Opis zadatka:

- onečišćenje okoliša
- onečišćenje voda i izvora
- onečišćenje tla
- zaštita voda i tla
- važnost zaštite okoliša

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum  
obrane:

04/ 2018.

06/2018.

06/2018.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog  
povjerenstva:

Zoran Vučinić, predavač

Marijan Brozović, viši predavač

## **PREDGOVOR**

*Završni rad na temu Onečišćenje tla i izvora izradila sam samostalno uz pomoć i usmjeravanje mentora Zorana Vučinića na čemu mu zahvaljujem. Također zahvaljujem i dr.sc. Jovanu Vučiniću na trudu da osvijesti problem onečišćenja okoliša tijekom svojih predavanja zbog čega sam izabrala ovu temu.*

*Zahvale idu i mojim roditeljima koji su mi bili potpora tijekom dosadašnjeg školovanja.*

*Helena Bunčić*

## SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI

Cilj ovog rada bio je prikazati problem onečišćenja okoliša, posebice izvora i tla. U radu se govori o vrstama onečišćenja izvora. Prikazan je problem odlaganja komunalnog i industrijskog otpada u blizini izvora te utjecaj tog otpada na podzemne vode. Opisane su i neke od osnovnih metoda za pročišćavanje voda. Također su prikazani izvori onečišćenja tla. Da bi se ukazalo na negativan utjecaj čovjeka na prirodu i okoliš sažeto su opisane samo neke od posljedica problema s kojima se susrećemo danas. Na kraju završnog rada govori se o važnosti zaštite okoliša te na koji način možemo zaštititi izvore voda i tlo kao osnove života.

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

## SUMMARY AND KEY WORDS

The aim of this work was to show the problem of environmental pollution, especially sources and soils. The work talks about the types of pollution sources. It is shown the problem of disposal of municipal and industrial waste near sources and the impact of that waste on underground water. Some of the basic methods for water purification are also described. Sources of soil contamination are also shown. In order to point to the negative impact of man on nature and the environment, only some of the consequences of the problems we face today are concisely described. At the end of the final work it is talked about the importance of environmental protection and how we can protect water sources and the ground as the basis of life.

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

**SADRŽAJ****STRANICA**

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI.....	III
SADRŽAJ .....	IV
1.UVOD .....	1
2.ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA .....	2
3.ONEČIŠĆENJE VODA.....	4
3.1. Izvori i vrste onečišćenja voda .....	5
3.1.1. Kemijsko,biološko i fizičko onečišćenje voda.....	7
3.2. Onečišćenje voda komunalnim i industrijskim otpadom .....	9
3.2.1. Utjecaj otpada na podzemne vode .....	11
3.3. Voda za ljudsku upotrebu.....	12
3.3.1. Procesi pročišćavanja voda .....	13
4. TLO.....	17
4.1. Onečišćenje tla .....	18
4.2. Izvori onečišćenja tla.....	20
4.2.1. Prirodni i antropogeni izvori onečišćenja tla.....	22
4.2.2. Onečišćenje tla komunalnim otpadom .....	23
5. UZROCI I POSLJEDICE EKOLOŠKIH PROBLEMA.....	26
6. VAŽNOST ZAŠTITE OKOLIŠA .....	33
6.1. Zaštita voda .....	33
6.1.1. Zaštita vodnih izvora .....	37
6.2. Zaštita tla .....	37
7. ZAKONODAVSTVO EUROPSKE UNIJE O VODAMA I TLU .....	40
8.ZAKLJUČAK .....	42
9. LITERATURA.....	43
10. PRILOZI .....	44
10.1. Popis slika .....	44
10.2. Popis tablica .....	44



## 1.UVOD

Onečišćenje prirode i okoliša predstavlja jedan od najvećih ekoloških problema današnjice. Rastuće spoznaje 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 postao je danas svjetonazor, pa tako i ekološka pitanja dolaze u središte interesa s istaknutom tendencijom rasta u godinama koje dolaze.

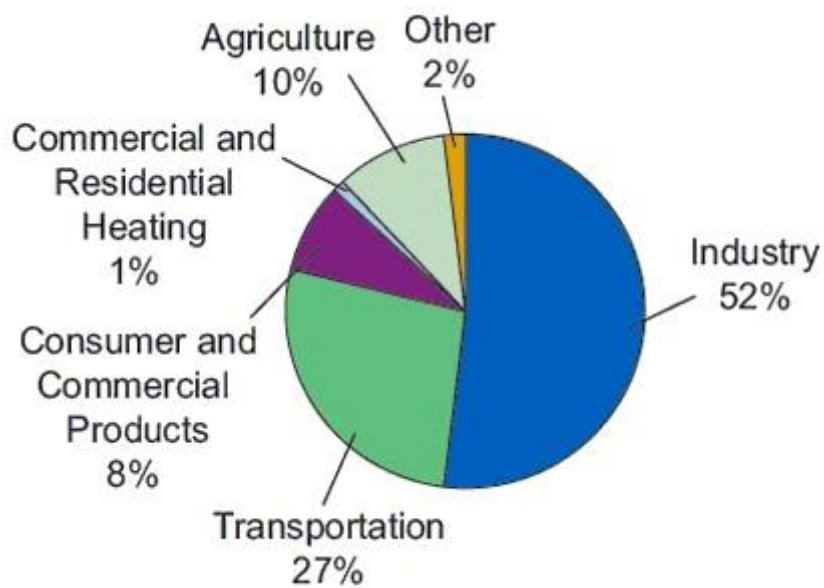
Pod onečišćenjem se misli na čovjekovo izravno ili neizravno unošenje tvari ili energije koje narušavaju prirodni sklad živih i neživih sastavnica okoliša - vode, zraka i tla. Čovječanstvo je izloženo trajnim opasnostima od onečišćenja okoliša koje sve više smanjuje i ograničava prostor potreban biljkama, 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 rada nastoji se objasniti važnost pronalaska trajnog rješenja ekoloških problema i onečišćenja okoliša. Ovaj rad govori o uzrocima i posljedicama onečišćenja tla i izvora.

## 2. ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA

Onečišćenje okoliša predstavlja jedan od najvećih ekoloških problema današnjice. Pod onečišćenjem se misli na čovjekovo izravno ili neizravno unošenje tvari ili energije u okoliš koje uzrokuje ili može prouzročiti pogubne posljedice na uvjete života biljnog i životinjskog svijeta i ugroziti ljudsko zdravlje.

Kroz povijest ljudska aktivnost nije značajno utjecala na okoliš sve do razvoja industrije. U 18. stoljeću dolazi do povećanja ispuštanja 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. i kroz 20. stoljeće raste doprinos i drugih štetnih tvari u onečišćenju okoliša. Industrijski razvoj i ekonomski napredak je u proteklih 100 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, proizvodnji 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 da bi se, nastavi li se ovom dinamikom zagađivati okoliš, svijet mogao suočiti s katastrofom nesagledivih razmjera. Ako je vjerovati 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 znatno teže kontrolirati i smanjiti. Na slici (1) prikazani su neki od glavnih izvora onečišćenja okoliša, a to su: poljoprivreda, industrija, grijanje, promet i drugo.



Slika 1. Izvori onečišćenja okoliša

Izvor: Blog Agrivi, <http://blog.agrivi.com/hr/post/zaga%C4%91enje-okoli%C5%A1a>

### 3. ONEČIŠĆENJE VODA

Voda je jedna od glavnih prirodnih resursa za žive sustave koji čine biosferu. Voda zauzima 71% Zemljine površine. Ona je najzastupljenija u živim bićima i okolišu. Na Zemlji voda se nalazi u oceanima, polarnim kapama, morima, jezerima, rijekama, pa i tamo gdje ju je teško vidjeti, u stijenama, zraku, biljkama, hrani. Također je sastavni dio čovjekova tijela te čini čak 70% do 80% težine tijela.

Onečišćenje vode danas se smatra najaktualnijim problemom kada se govori o stanju okoliša. 71% Zemljine površine nalazi se pod vodom. Život je nastao u vodi i do danas je ostao usko povezan s njom. Onečišćenje vode je svako kvalitativno i kvantitativno odstupanje od normalnog i prirodnog kemijskog, fizičkog i biološkog sastava i kakvoće, koje ima neželjene posljedice za zdravlje čovjeka i ostalih živih organizama, po ekosustav općenito, a posljedično i na gospodarstvo. Zagađivanje vode može biti površinsko, dubinsko, obalno ili lučko. Vodu na Zemlji onečišćuju: kućanstva, poljoprivreda, industrija, promet i turizam. Rijeke, jezera i mora ne služe samo za opskrbu 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 procjeđuju 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. Voda 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, na primjer u jezerima, rječicama i morskim zaljevima na čijim su obalama velike urbane aglomeracije.

Iako vodeni tokovi imaju sposobnost samopročišćavanja ili autopurifikacije zbog velikog broja stanovnika i njihovog koncentriranja u gradovima količina otpadnih voda se znatno povećala. Razvojem industrije krajem 19. stoljeća i početkom 20. stoljeća uz

organsko dolazi i do kemijskog onečišćenja vode kao rezultat industrijske proizvodnje. Ispuštanjem otpadnih voda u rijeke i izvore onemogućuje se proces samopročišćavanja. Dvije milijarde ljudi u svijetu uskraćeno je za osnovne sanitarne jedinice, a problem zagađenja pitke vode ne pogađa samo zemlje u razvoju. Svjetska zdravstvena organizacija objavila je najnovije podatke koji ukazuju da će samo ove godine život izgubiti oko 1,6 milijuna ljudi zbog konzumacije zagađene vode. Od bolesti zagađene vode dnevno umre 4000 ljudi diljem svijeta.

### **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.

Kontaminati su klasificirani kao mikroorganizmi, organski ili anorganski spojevi i radionuklidi. Mikrobiološki kontaminati 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 dospijeva 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.

U tablici (1) prikazano je koje posljedice imaju pojedine vrste onečišćenja voda.

Tabela 1. Izvori i vrste onečišćenja vode i posljedice

Onečišćenje iz zraka	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Povećana kiselost vode</li> <li>-Onečišćenje vodotokova štetnim tvarima iz zraka,koje su rastopljene u padalinama</li> <li>-Slijeganje prašine iz zraka na vodenu površinu</li> <li>-Slijeganje prašine iz zraka na površinu zemlje i ispiranje vodom</li> </ul>
Komunalne otpadne vode	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Biološki agensi (bakterije,virusi,paraziti)</li> <li>-Onečišćenje vode organskim tvarima</li> </ul>
Poljoprivreda i stočarstvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Biološki agensi (bakterije,virusi,paraziti)</li> <li>-Nitrati i nitriti</li> <li>-Pesticidi i fitofarmaceutska sredstva</li> <li>-Gnojiva</li> <li>-Onečišćenje vode organskim tvarima</li> </ul>
Tehnološke otpadne vode	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Teški metali i nemetali</li> <li>- Druge kemijske tvari</li> </ul>

### 3.1.1. Kemijsko,biološko i fizičko onečišćenje voda

Kemijski onečišćene vode sadrže brojne otrove i spojeve, kojima se narušava prirodna karakteristika voda, na primjer pH, mineralni sastav, količina otopljenog kisika, osmotska vrijednost, okus, miris i slično, (slika 2). Na temelju kemijske prirode onečišćivača, to onečišćenje se dijeli na organsko, anorgansko i radioaktivno. Osnovne kategorije neorganskih zagađujućih materija su: rastopljive soli, rastopljivi minerali iz

razgrađenih stijena i slično. Osnovni izvori organskog zagađivanja su otpadne materije iz industrije, ljudskih naselja, metalurgije, poljoprivrede i stočarstva. Industrijske otpadne vode sadrže različite toksične materijale. Njihove količine i vrste zavise od različitih faktora. Industrijske vode mogu poticati iz bazne i kemijske, prerađivačke industrije ili pri njihovoj obradi i eksploataciji mineralnih sirovina, (tablica 2). Također velike količine otpadnih voda nastaju pri upotrebi kemijskih sredstava u poljoprivrednoj proizvodnji.

Tabela 2. Godišnja upotreba vode u kemijskoj industriji

<b>PROIZVODNJA KEMIKALIJA</b>	<b>POTROŠNJA VODE, L/t</b>	<b>RECIKLIRANJE VODE, L/t</b>	<b>OTPADNE VODE, L/t</b>
<b>Organske kemikalije</b>	$9,034 \cdot 10^{12}$	$16,296 \cdot 10^{12}$	$8,383 \cdot 10^{12}$
<b>Anorganske kemikalije</b>	$4,053 \cdot 10^{12}$	$5,918 \cdot 10^{12}$	$3,591 \cdot 10^{12}$
<b>Poljoprivredne kemikalije</b>	$1,268 \cdot 10^{12}$	$6,943 \cdot 10^{12}$	$0,979 \cdot 10^{12}$
<b>Plastične mase</b>	$2,024 \cdot 10^{12}$	$6,220 \cdot 10^{12}$	$1,911 \cdot 10^{12}$
<b>Guma</b>	$0,785 \cdot 10^{12}$	$2,167 \cdot 10^{12}$	$0,706 \cdot 10^{12}$
<b>Keramika i staklo</b>	$0,869 \cdot 10^{12}$	$1,121 \cdot 10^{12}$	$0,764 \cdot 10^{12}$

Pod biološkim zagađivanjem se podrazumijeva prisutstvo patogenih organizama kao što su: gljivice, virusi, patogene bakterije, ličinke, paraziti i drugim organizmima koji su direktni uzročnici oboljenja ili su prijenosnici patogenih mikroorganizama te su opasni po zdravlje ljudi i životinja. Vodom se prenose uzročnici bolesti tifusa, dizenterije, kolere, paratifusa i zarazne žutice te nametnici amebe, gliste, trakavice i tako dalje. Vode mogu biti zaražene i životinjskim bjelančevinama, ugljikohidratima, raznim masnoćama i fekalijama, uljima.



Fizičko zagađivanje voda se odnosi na promjenu fizičkih svojstava (temperature, radioaktivnosti, zamućenja) koja mogu biti značajna za život vodenih organizama pa i za samog čovjeka koji ih koristi.



Slika 2. Kemijsko zagađenje vode

Izvor: Zagađenje voda, <https://anastankovic46.wordpress.com/2013/04/22/zagadjivanje-voda/>

### **3.2. Onečišćenje voda komunalnim i industrijskim otpadom**

Komunalne otpadne vode su vode koje se koriste za higijenske potrebe ljudi u domaćinstvima i naseljima. Otpadna voda iz kanalizacije često se ispušta direktno u rijeku ili neki drugi vodoprijemnik bez ikakvog prečišćavanja, kao što je prikazano na slici (3) što ima za posljedicu da su rijeke iza velikih gradova gotovo beživotne. Takve su vode opterećene ekskretima ljudi i životinja, otpacima hrane, infektivnim i neinfektivnim mikroorganizmima detergencijama, uljima, uličnom nečistoćom, naftom, fenolima i tome slično. 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/stanovnik/dan. Sedmina stanovnika u razvijenijim zemljama stvara trećinu ukupnog komunalnog otpada u svijetu. Unatoč nastojanju da se komunalni otpad smanji, njegova količina po stanovniku raste i u razvijenijim zemljama i u zemljama u razvoju. Godišnja stopa rasta iznosi više od 3 %. Industrijske otpadne vode poprimaju sve veće razmjere. Opterećene su raznim kemikalijama, metalima, gumom, plastičnim materijalima, ostacima u preradi nafte, papira i tekstila. Onečišćivači voda su čeličane, željezare, metalna industrija, industrija plastičnih masa, lijekova, razne flotacije ruda i slično. Njihova proizvodnja je ne moguća bez vode. Blizina vode značajna je za razvitak industrijskih postrojenja koja u njih odbacuju nusprodukte nastale u tehnološkom procesu. Razlike u količinama tehnološkog otpada višestruko su veće u korist industrijski razvijenih zemalja. Godišnja količina industrijskog otpada u razvijenijim zemljama iznosi i do nekoliko stotina tona po stanovniku, a u nerazvijenima mogu biti čak i manje od količina komunalnog otpada.



Slika 3. Ispuštanje otpadnih voda

Izvor: : The Imminent Domain, [http://theimminentdomain.com/?page\\_id=121](http://theimminentdomain.com/?page_id=121)

### 3.2.1. Utjecaj otpada na podzemne vode

Odlagališta otpada mogu biti izvori zagađenja vodenog okoliša na nekoliko načina. Kiša protjecanjem kroz otpad prikuplja zagađivača poput amonijaka, teških metala, klorida i tvari koje smanjuju udjel kisika. I otpad sadržava vodu koja se oslobađa prilikom razgradnje nakon što je odlagalište pokriveno. Direktive EU o odlagalištima otpada zahtijeva znatno smanjenje nestabiliziranog organskog otpada u odlagalištima radi smanjivanja zagađenja voda i ispuštanja metana koji znatno pridonosi učinku staklenika. Do potpune primjene toga propisa proći će dosta vremena, a brojna će starija odlagališta nastaviti godinama ispuštati procjedne vode. Današnjim se projektiranjem odlagališta otpada maksimalno smanjuje količina vode koja prodire u otpad te bilo kakvo istjecanje iz odlagališta. To nije slučaj sa starijim odlagalištima koja nemaju nepropusnu temeljnu podlogu ili pokrov pa voda može razmjerno slobodno protjecati kroz otpad. Ako su pokrov ili podloga oštećeni i moderna odlagališta mogu imati problema s procjednim vodama koje nastaju kada voda (otopljeni snijeg, kišnica ili dio otpada) prolazi kroz otpad u odlagalištu. Protjecanjem vode kroz odlagalište u nju ulaze brojni organski spojevi, ali i anorganski poput teških metala. Voda prodire i skuplja se na dnu odlagališta, a na njezin sastav utječe vrsta otpada te uvjeti na odlagalištu, uključujući pH – vrijednost, vlagu, temperaturu, klimu, starost odlagališta i vrstu oborina koje prodiru u odlagalište. Procjedne vode mogu se obrađivati na licu mjesta i ispuštati u obližnje vodotoke ili ih se može transportirati do postrojenja za obradu kanalizacijskih voda. Ako se procjedne vode nekontrolirano ispuštaju u okoliš mogu izazvati štetne posljedice u podzemnim i površinskim vodama u blizini odlagališta otpada. Procjedne vode iz odlagališta biorazgradivog otpada sadržavat će znatne koncentracije amonijačnih spojeva koji su toksični za brojne organizme, dok vode iz odlagališta građevinskog otpada mogu zbog suspendiranih čestica biti zamućene te ugrožavati vodene organizme. S obzirom na moguće utjecaje na kvalitetu podzemnih voda posebno je važan kemijski sastav otpadaka. Od kationa najzastupljeniji kalcij, slijede magnezij, kalij, natrij, željezo i ugljik. Od aniona prevladavaju silikati, karbonati, kloridi, sulfati i fosfati. Zbog sve veće primjene proizvoda koji sadrže i druge elemente, kao što su primjerice različite baterije, te zbog toga što se među komunalnim otpadom uvijek „ilegalno“ nađe i nešto industrijskog otpada iz manjih pogona ili obrtničkih

radionica, zbog čega iscjedak iz otpadaka može sadržavati niz vrlo toksičnih sastojaka. Komunalni otpaci sadrže i mikroelemente, među kojima su posebno važni teški metali. Slika (4) prikazuje jedno divlje odlagalište otpada.



Slika 4. Odlagalište otpada

Izvor: Net.hr, <https://net.hr/danas/novac/sanacija-odlagalista-otpada-smece-donosi-16-000-novih-radnih-mjesta/>

### **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

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.

### **3.3.1. Procesi pročišćavanja voda**

Rijetko je izvor vode takvih karakteristika da ne zahtijeva dodatnu obradu prije puštanja u sustav opskrbe pučanstva pitkom vodom.. U većini slučajeva potrebno je vodu najprije pripremiti- kondicionirati. Namjena je kondicioniranja zaštititi zdravlje korisnika, do čijeg bi odstupanja moglo doći zbog prisutnosti kemijskih i/ili bioloških štetnih tvari, odnosno uzročnika, u vodi namijenjenoj za piće.

Tabela 3. Najčešći štetni biološki i kemijski agensi u pitkoj vodi

BIOLOŠKI AGENSI I BOLESTI	KEMIJSKI AGENSI
<p><u>Bakterije</u>: šigele, salmonelle, vibrio, E.Coli, streptokok fekalnog izora, legionela, pseudomonas...</p> <p>- bacilarna dizenterija, tifus, kolera, legionarska bolest, tularemija...</p>	<p>Nitrati i nitriti, olovo, arsen, fluor, fosfor, PAH, pesticidi, fitofarmaceutska sredstva, mineralna gnojiva, PCB's, TCDD</p>
<p><u>Virusi</u>: Virus hepatitisa A, poliovirusi, ECHO...</p>	
<p><u>Paraziti i helminti</u>: kriptosporidoza, amebna dizenterija, trihurijaza...</p>	
<p><u>Insekti</u>- vektori bolesti: malarija, žuta groznica, tripanosomijaza...</p>	

Tablica (3) pokazuje neke najčešće biološke i kemijske agense koji slabe kvalitetu pitke vode. Izloženost malim količinama kemijskih agensa ne dovodi do poremećaja zdravlja ljudi u kratkom vremenu, ali s kontinuiranom izloženosti nakon nekog vremena posljedice za zdravlje će biti očite.

Opseg i vrsta postupaka za pripremu vode ovise o kvaliteti vode na izvoru. Osim toga, važan je i predviđen broj korisnika kojima je namijenjena voda. Kada je broj korisnika mali, umjesto ulaganja velikih sredstava za sanaciju vodnog izvorišta, obično se odlučuje za kondicioniranje izravno prije mjesta uporabe putem različitih filtara. Kada sustavi opskrbljuju veliki broj korisnika tada se odlučuje za postupke na samom izvoru, ali i za sve potrebne mjere u cijelom sustavu (vodospremi, distribucijskoj mreži...). Za smanjenje utjecaja na zdravlje obično se primjenjuju sljedeći postupci pripreme pitke vode: prethodna obrada vode, koagulacija, flokulacija, sedimentacija, spora i brza filtracija, adsorpcija, oksidacija.

Površinska voda namijenjena za piće može se prikupiti u rezervoarima kao što su primjerice jezera. Mikrobiološka kvaliteta vode poboljšava se u zbirnicima. Razlog tome je sedimentacija-taloženje, djelovanje UV zraka na površini vode, a dio mikroorganizama propadne zbog nedostatka uvjet za razmnožavanje. Na taj se način u

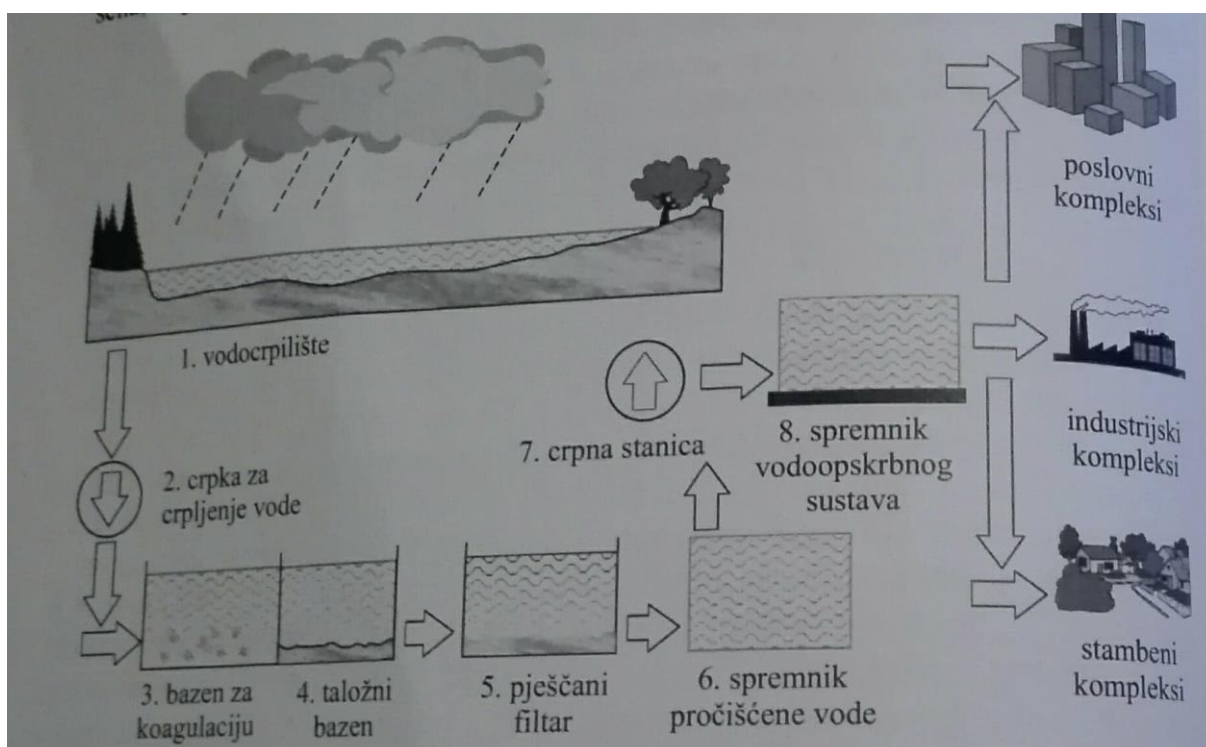
tri do četiri tjedna smanji broj fekalnih indikatora, salmonela i enterovirusa za oko 99%. Kada se vodu ne može zadržavati u rezervoarima, počinje se prethodnom dezinfekcijom klorom. Klor uništi većinu bakterija, virusa i parazita, a smanji i broj modrozelenih algi, koje otežavaju koagulaciju i filtraciju. Slaba je strana prethodne dezinfekcije veća vjerojatnost nastanka klornih organskih spojeva, kojima se pripisuje kancerogeni učinak.

Sedimentacija (taloženje) mehanički je postupak izdvajanja suspendiranih tvari, a može se postići mirovanjem vode ili njenim polaganim kretanjem. Flokulacija/koagulacije je fizikalno-kemijski proces kojim se iz vode uklanjaju koloidno raspršene čestice anorganskog podrijetla (silicijevi spojevi, vrlo sitne čestice gline) ili organskog podrijetla (prirodne organske boje, bjelančevine). U ovom procesu se u vodu dodaje amonijev sulfat ili organski polielektroliti. Nakon kratkog intenzivnog miješanja nastaju pahuljice aluminijske hidroksida ili polielektrolita u koje se uklapaju koloidne raspršena onečišćenja, te se talože na dnu sedimentacijskog bazena i naknadno uklanjaju filtracijom u brzom gravitacijskom pješčanom filtru. Dodavanjem kemijskih sredstava neutralizira se električni naboj prisutnih tvari u vodi pa tako pospješuju aglomeraciju to jest stvaranje flokula. Flokuli apsorbiraju elemente koji boje vodu pa i mikroorganizme. Na taj način flokulacija ima značajnu ulogu pri poboljšanju mikrobioloških svojstava vode. Dodatkom koagulanata skraćuje se vrijeme taloženja.

Postupcima sedimentacije voda se oslobađa dijela suspendiranih tvari, a potom potrebno je vodu propustiti kroz filtre od pijeska radi uklanjanja preostalih suspendiranih tvari, a dijelom i mikroorganizama. Razlikujemo spore i brze filtre. Sporim filtrima (nazivaju se još i biološkim filtrima) u pravilu prethodi taloženje bez dodatke koagulanata. Uz mehaničko, imaju i kemijsko te snažno biološko djelovanje i na taj način uklanjaju najveći dio mikroorganizama. Zadržane suspenzije i mikroorganizmi postupno popunjavaju pore filtra zbog čega ga je potrebno povremeno zamijeniti. Ovi filtri imaju i neka negativna svojstva kao mala brzina filtracije pa im je za učinkovitost s mnogo vode potrebna velika površina te su pogodni samo za manje vodovodne sustave. Za veće sustave koriste se brzi filtri. Njihova je brzina rada i do 25 puta veća od prethodnih, no djelovanje im je poglavito mehaničko pa za svoj rad trebaju prethodne kemijske metode (koagulacija, flokulacija i sedimentacija). Kada se crpi voda iz površinskih izvora filtriranje spada u obavezne postupke pripreme vode. Kada je

vodni izvor podzeman, odstranjivanje organskih tvari nije potrebno, ali je često potrebno odstraniti mangan i željezo, koji su u otopljenom stanju prisutni u vodi, ali i ponekad ugljični dioksid, sumporovodik, arsen. Učinkovita je metoda za navedene plinove i spojeve aeracija, pri čemu se voda dovodi u kontakt s zrakom. Učinkovit je postupak i ozonizacija. Tako pripremljena voda je spremna za dezinfekciju kao zadnju fazu pripreme vode sa svrhom uklanjanja preostalih mikroorganizama. Većinom se za kemijsku dezinfekciju upotrebljava klor, klor dioksid ili ozon. Postoje i druge metode dezinfekcije, koje se primjenjuju znatno rjeđe, poput primjene UV zraka, gama zraka, ultrazvuka, bromiranja vode, a u novije vrijeme sve se više primjenjuju membranski i to ultra i nanofiltracija.

Slika (5) prikazuje shematski tijek pročišćavanja vode za piće od vodocrpilišta do spremnika vodoopskrbnog sustava te daljnje ispostave vode u industrijske, poslovne ili stambene komplekse.



Slika 5. Shematski prikaz tijeka pročišćavanja vode za piće

Izvor: Briški F.: „Zaštita okoliša“, Element d.o.o., Zagreb, (2016.)



## 4. TLO

Tlo je površinski sloj litosfere. Smatra se da je tlo neobnovljiv ili uvjetno obnovljiv resurs zbog izrazito sporog procesa nastanka. Većina tala nastajala je milijunima godina, pa se zato ne mogu nadomjestiti ako nestanu zbog erozije ili drugim načinima uništavanja. Poslije višestoljetnog korištenja, odnosno nepravilnog korištenja tla, danas raste svijest o ulozi tla u okolišu i o njegovom nezamjenjivom značaju. Tlo je prirodni izvor potreban za proizvodnju hrane, industrijskih sirovina, dobivanje energije te prirodna vrijednost koju štitimo kao prirodno nasljedstvo. Njegova je vrijednost kao prirodnog resursa nezamjenjiva za opstanak i razvoj čovječanstva. Očuvanje tla od fizikalnog uništenja i kontaminacije, te očuvanje ravnoteže između tla i ostalih dijelova ekološkog sustava jedna je od važnijih aktivnosti u razvijenom svijetu. Cilj je gospodarenja tlima osigurati ravnotežu između prirodnih vrijednosti tla i potrebe za kvalitetnim životom. Dugoročni razvoj zahtjeva očuvanje i osiguranje svih funkcija tla, kako prirodnih tako i antropogenih, jer su promjene u sastavu tla često nepovratne. Očuvanje i zaštita ratarskih površina i šuma dugoročno je značajno za očuvanje plodnog potencijala zemlje te proizvodnog potencijala šuma. Tlo ima tri važne uloge: 1. Proizvodnja biomase – najvažnija je uloga tla, čime osigurava opskrbu hranom, obnovljivom energijom i sirovinama (drvo). Time tlo dobiva značenje kao glavni preduvjet čovjekova života.

2. Univerzalni izmjenjivač i pročistač – neprekidno se obavlja izmjena tvari između tla i atmosfere pa na području s nečistim zrakom ne može biti čistog tla. Sve tvari što ih čovjek unosi u organizam ( hrana, piće ili udiše ) prošle su kroz tlo. Kvaliteta tih tvari izravno ovisi o kvaliteti tla.

3. Biološka uloga tla – tlo pruža životni prostor brojnim životinjskim i biljnim organizmima. Najveći broj organizama na Zemlji nalazi se u tlu te je stanje u tlu u izravnoj vezi s biološkom raznolikošću.

Budući da je tlo složen i kompleksan medij, podložan je procesima propadanja i prijetnjama koje u kratkom vremenskom razdoblju mogu ozbiljno ugroziti i onesposobiti njegove uloge. Posljedice se očituju kroz smanjenje plodnosti tla, biološke

raznolikosti, kakvoće zraka i vode, te klimatske promjene pa su zbog toga doneseni zakonski i podzakonski akti u cilju daljnjeg sprečavanja propadanja tla i zaštite okoliša.

#### **4.1. Onečišćenje tla**

Sa stajališta unošenja i akumulacije tvari, tla su dio ekološkog sustava koji unesenu energiju ili tvari najdulje zadržavaju i u stvarnosti bitno dulje nego zrak i još dulje od vode ili živih organizama. Tvari unesene u zemlju, jako dugo zadržavaju svoja specifična svojstva i utječu na cjelokupni živi svijet. Samopročišćavanje tla složen je proces u kojemu sudjeluje niz čimbenika, počevši od vrste tla pa do flore i faune. Tim se procesom organske tvari pretvaraju u neorganske tvari i humus, u oblike neophodne za prehranu biljaka. Taj složen proces kruženja tvari – dušika, ugljika, sumpora i fosfora, u prirodi ostvaruje se pod utjecajem brojnih mikroorganizama. O kontaminaciji odnosno onečišćenju, zagađenju tla govorimo onda kada se u tlu pojave tvari koje svojom količinom i oblikom nisu potrebne, a ono ih svojim puferskim svojstvima nije više sposobno neutralizirati pa tako prodiru u biljke i dio zemlje ispod kore. Kontaminaciju tla ljudi ne primjećuju tako brzo kao onečišćenje zraka ili vode, makar smo posljedicama kontaminacije tla izloženi dugoročno. Stoga je određivanje kontaminacije tla jednako bitno kao i briga o pitkoj vodi i zraku. Najveći kontaminati ekološkog sustava su: jednostavni ili složeni spojevi koji se mogu biološki razgraditi do osnovnih netoksičnih spojeva, spojevi koji se u biosferi ne mogu razgraditi ili se razgrađuju sporo i otrovne tvari (toksini, pesticidi, metali i drugi spojevi koji se rabe u industriji). Zbog sve veće upotrebe u poljoprivredi ( gnojiva, pesticidi) i industriji ( industrijski otpad) kemijsko je opterećenje tla opasnost za zdravlje u nerazvijenim zemljama. Primjerice industrijski otpad: učinci metala, gnojiva: onečišćenje površinske i podzemne vode, pesticidi: onečišćenje vegetacije i ulazak u hranidbeni lanac. Metali dolaze u tlo prirodno, iz matične stijene iz koje je nastalo tlo, ali i kao posljedica djelovanja čovjeka. Ukupan sadržaj teških metala dobar je indikator mogućih incidenata u tlu, tablica (4) prikazuje dopuštene granične vrijednosti dozvoljenih koncentracija teških metala u različitim vrstama tla. Metali su veoma rasprostranjeni u okolišu, a cjelokupan iznos emisije u okoliš prije ili poslije dospijeva u tlo i vode. Porijeklo teških

metala u tlu može biti prirodno ili antropogeno. Teški metali u vidu finih čestica prašine dospijevaju u atmosferu taloženjem u tlu i vodama. Emisije iz antropogenih izvora poput industrije, poljoprivrede, industrijskog i gradskog otpada, sredstva za zaštitu bilja povećavaju prisutne razine teških metala u okolišu. Vodene i zračne struje prenose ih na velike udaljenosti od izvora, dolazeći u tlo i biljke, a prehrambenim lancem dospijevaju i u životinje te u konačnici i u čovjeka.

Tabela 4. Granične vrijednosti dozvoljenih koncentracija teških metala u tlu

MDK (mg/kg)	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Pjeskovito tlo	0,0-0,5	0-4,0	0-60	0,0-0,5	0-30	0-50	0-60
Praškasto- ilovasto tlo	0,5-1,0	40-80	60-90	0,5-1,0	30-50	50-100	60-150
Glinasto tlo	1,0-2,0	80-120	90-120	1,0-1,5	50-75	100-150	150-200

Rudnici minerala bogatih teškim metalima, metaloprerađivačke industrije, elektrane, recikliranje baterija, obrada drva, proizvodnja i izgaranje goriva, otpadne vode, intenzivna poljoprivreda i odlagališta otpada i mulja najvažniji su izvori onečišćenja tla.

Tablica (5) prikazuje procese oštećenja tla, vrstu i stupanj oštećenja tla te koje to posljedice ima na tlo. Dakle, imamo četiri stupnja oštećenja tla pri čemu je četvrti stupanj najopasniji jer za posljedicu ima trajan gubitak proizvodne površine.

Tabela 5. Klasifikacija oštećenja tla

Stupanj oštećenja	Vrsta oštećenja	Procesi oštećenja	Posljedice
<b>I. stupanj</b> SLABO LAKO OBNOVLJIVO (REVERZIBILNO)	Degradacija tala u intenzivnoj proizvodnji	1.1. Degradacija fizikalnih značajki tla; 1.2. Degradacija kemijskih značajki; 1.3. Degradacija bioloških značajki; 1.4. Degradacija hidromelioracijama.	Antropogena zbijanja tla; Poremećaj vodozračnih prilika; Veći utrošak energije u obradi; Zakiseljavanje i zaslanjivanje; Fitotoksični učinci; Smanjena biogenost; Poremećen odnos mikroflora, infekcija tla.
<b>II. stupanj</b> OSREDNJE TEŠKO OBNOVLJIVO (UVJETNO REVERZIBILNO)	Onečišćenje – Zagađenje	2.1. Teški metali i ostali toksični elementi; 2.2. Ostaci pesticida i PAH-ovi; 2.3. Petrokemijske tvari; 2.4. Radionuklidi; 2.5. Imisija oksidifikacija.	Hrana neupotrebljiva zbog mutagenog, kancerogenog ili teratogenog djelovanja; Depresija rasta biljke; Fitotoksični učinci; Ugroženi drugi ekosustavi.
<b>III. stupanj</b> TEŠKO NEOBNOVLJIVO (IREVERZIBILNO)	Premještanje – Translokacija	3.1. Erozija vodom i vjetrom; 3.2. Eksploatacija kamena, šljunka i drugih građevinskih materijala; 3.3. Odučavanje tla plodnina; 3.4. Posudista tla; 3.5. Prekrivanje komunalnim i proizvodnim otpadom; 3.6. Prekrivanje drugim tlovi; 3.7. Oštećenja ljudskim požarom.	Gubitak dijela tla ili cijelog profila; Promjena stratigrafije profila; Smanjenje proizvodnih površina; Štetnje u obradi tla; Povećana heterogenost pokrivača tla; Povećani troškovi proizvodnje; Smanjen prinos; Ugroženi drugi ekosustavi; Gubitak proizvodnih površina.
<b>IV. stupanj</b> NEPOVRATNO (TRAJNI GUBITAK TLA)	Prenamjena	4.1. Izgradnja urbanih područja; 4.2. Industrijski, energetske objekti, prometnice, zračne luke; 4.3. Hidroakumulacije.	Smanjena ukupna proizvodna površina.

#### 4.2. Izvori onečišćenja tla

Onečišćenje tla može nastati na razne načine i u različitim intenzitetu. Uzroci mogu biti biološki, mehanički i kemijski. Vrlo je teško odrediti granicu završetka jednog utjecaja o početka drugog, jer se oni međusobno isprepliću i nadopunjuju. Čovjekova aktivnost ostavila je značajan trag u onečišćenju tla i smanjenju njegove plodnosti. Neracionalnim krčenjem šuma, intenzivnom industrijalizacijom, intenzivnim poljoprivrednim iskorištavanjem, stalnim proširenjem mreža cesta i željeznica i rastom prometa na njima, plodna su tla pretrpjela goleme štete. Slabljenjem proizvodne sposobnosti tla pospješuje se zagađenje okoliša i površinskih voda. Opasne su i supstance koje iz zraka padaju na zemlju i ugrađuju se preko biljaka u prehrambeni

lanac. U poljoprivredi se radi povećane proizvodnje, obradivim površinama dodaje mnogo hranila-umjetnih gnojiva (na primjer: nitrati, djelomice fosfati) i sredstava za zaštitu bilja (pesticidi). Nepovoljno djeluje i fizikalna degradacija tla zbog uporabe teške mehanizacije. Bitan su izvor unosa štetnih tvari u tla odlagališta komunalnog i industrijskog otpada,mulj iz uređaja za pročišćavanje i kontaminacija vode za poljoprivredno navodnjavanje.

Dakle izvori kontaminacije tla su: kontaminacija okoliša,kontaminacija površinskih voda, intenzivna poljoprivreda, fizikalna degradacija tla kao posljedica teške mehanizacije, neuređena odlagališta komunalnog i industrijskog otpada, mulj iz uređaja za pročišćavanje, kontaminacija voda za natapanje. Najčešće se tla kontaminiraju preko zraka. Razne tvari prenose se zrakom u plinovitom,tekućem ili krutom stanju i u ovisnosti o vremenskim prilikama, padaju na površinu. Tipičan su primjer takvog zagađenja industrijska emisija,plinovi i praškasti dijelovi iz termoelektrana, plinovi nastali kod individualnih spalionica, emisije iz prometa. Posljedica kontaminacije preko zraka su zagađenje tla i vegetacije što ugrožava zdravlje ljudi. Kontaminacija nije samo lokalna, nego djeluje na mnogo većoj udaljenosti od izvora. To je raspršena kontaminacija i najčešće je uzrok onečišćenja tla toksičnim metalima i nekim organskim spojevima u okolici industrijskih i urbanih sredina. Osim raspršenog kontaminiranja, poznajemo i centralnu kontaminaciju tla. Obično je mjesto kontaminacije mnogo više zagađeno od onog kod raspršenog, iako su posljedice u pravilu lokalne. Primjer su centralne kontaminacije neuređena odlagališta komunalnog i industrijskog otpada. Centralnu kontaminaciju tla lako uzrokuje odlaganje mulja iz septičkih jama, komunalnih i drugih uređaja za čišćenje, kompostni otpatci te riječni mulj i sediment, kada sadržavaju previše štetnih tvari. Upravo tako se tla lako kontaminiraju otpadnom vodom koja sadržava komunalne otpatke ili preo zagađenih vodotokova. Vezano uz kontaminaciju tla rabi se i izraz linijska kontaminacija, tipičan primjer kontaminacije tla uzduž prometnica i željezničkih pruga. Izvor je poznat, intenzitet kontaminacije pak ovisi o vrsti i intenzitetu prometa. Na opseg kontaminacije bitno utječu i meteorološki uvjeti i zemljopisna struktura. Najvažnije štetne tvari koje uzrokuju zagađenje tla i tako bitno oslabljuju fizikalne,kemijske i biološke osobine tla su: opasne otpadne tvari (razne kemikalije), otpadne tvari iz kanalizacije i drugih uređaja za čišćenje, stajski gnoj i

gnojnica, štetne tvari koje se emitiraju u zrak i nakon toga talože na tlo, pesticidi, mineralna gnojiva.

#### **4.2.1. Prirodni i antropogeni izvori onečišćenja tla**

Prirodni izvori onečišćenja tla su vulkani koji pri erupciji izbacuju znatnu količinu pepela na okolno tlo, a taj 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 solika, 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. Pesticidi uzrokuju fizikalne, kemijske i biološke promjene tla, onda kada dođu u tlo. Osim toga, pesticidi mogu biti opasni za radnike koji ih proizvode, ratare koji ih koriste te osobe koje putem konzumiranja hrane dođu u doticaj s njima. Teški strojevi koji se koriste prilikom obrade poljoprivrednih površina zbijaju tlo, prilikom čega dolazi do promjena u tlu i smanjenog uroda te plodnosti tla. Zbog porasta svijesti o negativnim učincima pesticida, gnojiva, teških strojeva i ostalog, sve se veći broj ljudi okreće ekološkom uzgoju hrane, pri čemu se smanjuje upotreba štetnih tvari kao i štetni utjecaji koje te tvari imaju na živi svijet.

Ipak najveći utjecaj na onečišćenje imaju ljudi. Antropogeni izvori onečišćenja tla su industrija s nečistom tehnologijom, domaćinstva, poljoprivreda i promet. Antropogeno onečišćenje tla može se podijeliti na globalno, regionalno i lokalno. Njihov utjecaj dolazi do izražaja u svim sastavnicama biosfere. Na primjer soljenje kolnika zimi uzrokuje ispiranje mnogih hranjivih tvari iz tla poput kalcija, kalija i magnezija. Onečišćenje tla može dospjeti iz zraka koje nastaje emisijom štetnih tvari uslijed sagorijevanja fosilnih goriva, ispušnih plinova automobila i drugo. Do onečišćenja može doći putem otpadnih voda iz industrija, poljoprivrede, domaćinstva, pri čemu se onečišćuju tla s kojima su otpadne vode u doticaju.

#### 4.2.2. Onečišćenje tla komunalnim otpadom

Pod pojmom otpad podrazumijevaju se one tvari koje se određenim aktivnostima pojavljuju kao bezvrijedni sporedni proizvodi. To je u pravilu kruti otpad koji najvećim dijelom nastaje u domaćinstvima kao komunalni otpad i industrijskoj proizvodnji kao tehnološki otpad. Posebne kategorije čine radioaktivni, tekući i opasni otpad. Opasni otpad sadrži tvari koje mogu imati jedno od sljedećih svojstava: radioaktivnost, eksplozivnost, reaktivnost, nagrizanje, podražljivost, štetnost, toksičnost, kancerogenost i slično. Domaćinstva onečišćuju biosferu ne samo kemijskim toksičnim tvarima, nego i korištenjem tla za deponiranje/ odlaganje golemih količina komunalnog otpada (tzv. otvoreni deponiji). To je otpad iz ustanova, uslužnih djelatnosti i gospodarstva u gradovima. Taj se otpad sastoji od ostataka hrane, ambalaže, starih hladnjaka, televizora, strojeva za pranje rublja, automobila, limenih konzervi, plastične ambalaže, staklenih boca i slično.

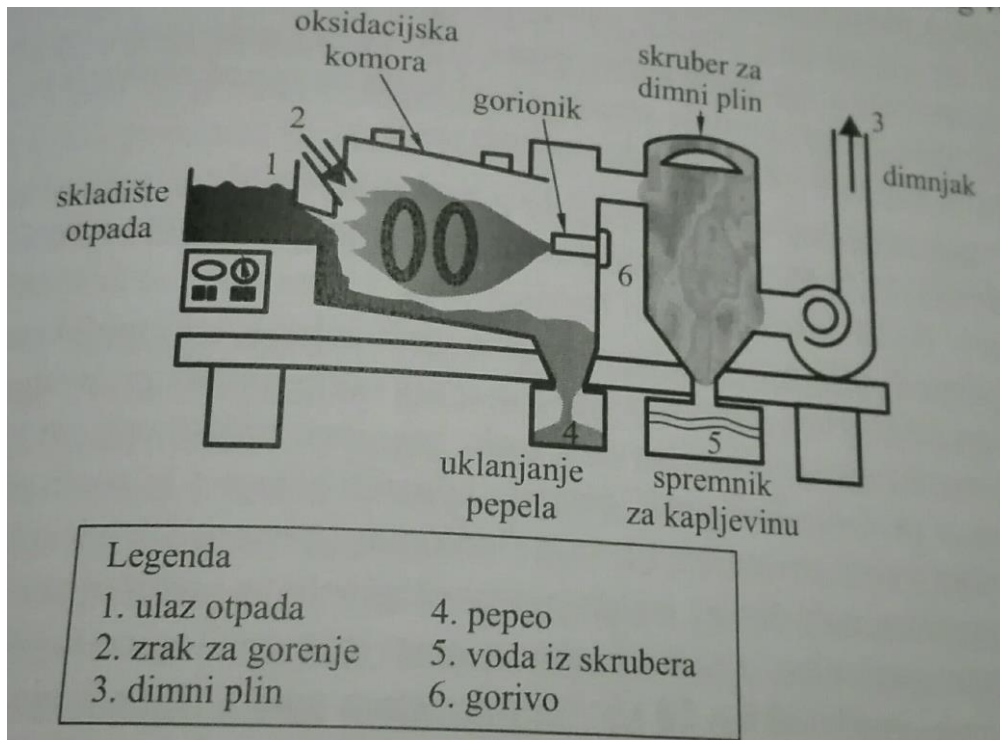
Kruti otpad predstavlja ozbiljan problem jer većina metoda koje se koriste za njegovo uklanjanje ima za posljedicu neku vrstu štete za okoliš. Tlo odlagališta pod izravnim je štetnim utjecajem otpada koji je na njemu odložen. Ako odlagalište nije propisno uređeno, dolazi do slučajeva da ispiranjem kišom dolazi do migracije topljivih štetnih tvari s površine tla u podzemne vode. Zatim, tlo koje se nalazi unutar „industrijskog dvorišta“, kao i tlo u blizini industrijskih postrojenja može biti i posredno onečišćeno nekontroliranim ispuštanjem otpadnih voda, taloženjem onečišćenja iz zraka koja na tlo dopijevaju ispiranjem kišom i gravitacijskim taloženjem. Posebno su zabrinjavajuća odlagališta koja se koriste ili su se koristila u prošlosti ne pridržavajući se minimuma tehničkih zahtjeva koji su propisani Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN, 23/2014). Odlagališta otpada, pogoni za spaljivanje otpada i postrojenja za obradu komunalnog otpada glavni su izvori onečišćujućih tvari, točnije teških metala poput olova, kadmija, kroma, bakra te policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) i polikloriranih bifenila (PCB) koji se akumuliraju u tlo.

Odlagališta otpada su u mnogim zemljama svijeta glavni oblik zbrinjavanja čvrstog otpada. Stari postupak zbrinjavanja bio je odlaganje čvrstog otpada u prirodne ili

namjerno izvedene udubine u blizini naselja. Takve otvorene udubine su nehigijenska mjesta gdje se okupljaju i nekontrolirano razmnožavaju glodavci i kukci, koji su prenosioci brojnih bolesti. Nadalje, procjedna voda kapa ili se cijedi kroz otpad te pronalazi put do tla, površinske ili podzemne vode. Procjedne vode na svom putu otapaju štetne i toksične tvari koje su odbačene s ostalim otpadom što doprinosi dodatnom oštećenju tla i vode. Za razliku od divljih odlagališta čvrstog otpada, sanitarna odlagališta su znatno prihvatljivija jer se smanjuje broj glodavaca i kukaca te mogućnost nastanka požara i širenja neugodnih mirisa u okoliš. Kod sanitarnih odlagališta otpada, otpad se odlaže u prethodno propisno zaštićenu udubinu, svakodnevno se komprimira u male sekcije i prekriva tankim slojem nasipnog materijala.

Spaljivanje otpada okolišno je prihvatljivije od odlaganja neprerađenog otpada. Spaljivanje je oksidacija gorivih tvari u otpadu uz nastajanje topline, vodene pare, dušika i ugljičnog dioksida, slika (6) prikazuje shematski prikaz rada spalionice komunalnog otpada. Spaljivanje komunalnog otpada pruža prednosti u odnosu na odlaganje otpada u tlo jer potpuno uništava i najopasnije materijale, znatno smanjuje volumen i masu otpada, otpad se trenutno zbrinjava i nije potrebno ulagati u izgradnju prihvatnog skladišta za otpad velikog volumena. Ovisno o sastavu otpada koji se spaljuje u izlaznim dimnim plinovima mogu biti prisutni različiti onečišćujući spojevi za čije su uklanjanje potrebni kompleksni i skupi sustavi za pročišćavanje prije nego li se puste u zrak.





Slika 6. Shematski prikaz rada spalionice komunalnog otpada

Izvor: Briški F.: „Zaštita okoliša“, Element d.o.o., Zagreb, (2016.)

## 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

-ratovi

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 krajobraza, 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

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. Na tablici (6) u postotcima izračunate su površine iskrčenih tropskih šuma u razdoblju između 1960. godine i 1990. godine.

Tabela 6. 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 7. Deforestacija šuma

Izvor: Deforestacija, <https://www.ekologija.com.hr/sto-je-deforestacija>

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 8. Prikaz erozije tla

Izvor: Dubinska erozija, [http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss\\_geo2&vid=84](http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss_geo2&vid=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 kiseli 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 kisela kiša 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:

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. 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.



## **6. VAŽNOST ZAŠTITE OKOLIŠA**

U današnjem brzom, suvremenom, industrijskom i urbanom razvoju gotovo da i nema geografskog područja koje nije doživjelo određene promjene svog okoliša. Netaknutih prirodnih staništa sve je manje. Napadnuto je gotovo sve - životinje, biljke, zrak, voda, a kroz sve to i ljudsko zdravlje i njegova egzistencija. Umjesto mudrosti i znanja, pobjedu prečesto odnose moć i novac. Čovjek je svojim djelovanjem i zahvatima u biotope vrlo brzo promijenio prirodne ravnotežne odnose u njima. Vidljive su posljedice krčenja i uništavanja velikih šumskih površina, isušivanja močvara, plitkih jezera i slanih močvara, regulacije tokova rijeka i stvaranja velikih akumulacijskih jezera. Osjećaju se i posljedice gradnje prometnica te brojnih gradskih i industrijskih naselja. Prisutne su i posljedice suvremenih agrotehničkih postupaka, onečišćenja atmosfere, hidrosfere i litosfere raznim kemijskim tvarima, ratovima i drugim onečišćivačima. Sve to uništava zdravlje i živote organizma, a čovjek je tek nedavno shvatio kamo vodi njegovo rasipničko i nesavjesno ponašanje, da je i on samo dio ekološkog sustava zemlje i da je, kao inteligentno biće, najodgovorniji za ravnotežu u njezinom ekološkom sustavu. Zaštita okoliša i prestanak zagađivanja okoliša su nužni ukoliko čovječanstvo želi očuvati svoj planet, očuvati svoje zdravlje, kvalitetnije i duže živjeti u harmoniji i skladu s prirodom. Za poboljšanje današnje loše ekološke situacije najvažnije je da svaki pojedinac shvati koliko je priroda bitna za zdravlje i život ljudi te da mora sudjelovati u njezinoj zaštiti. Moderne tehnologije mogu se pozitivno iskoristiti u sprečavanju ekoloških katastrofa, nadzorom nad ugroženim životinjama, razvoju i sprečavanju ekoloških katastrofa samo ih treba usmjeriti u tom pravcu. Potrebna je i odgovarajuća zakonska regulativa koja bi trebala u stopu pratiti razvoj novih tehnologija. Od pasivnog promatranja nema koristi, vrijeme je da se krene u akciju spašavanja našeg planeta.

### **6.1. Zaštita voda**

Voda je jedinstveni prirodni kemijski spoj koji uvjetuje život, a njezin značaj je

mногоstruk. Porastom broja stanovnika i razvojem industrije potrebe za vodom svakodnevno rastu, te se povećava i njeno iskorištavanje (crpljenje) iz podzemlja. Glavni izvori zagađenja voda su otpadne vode iz kućanstava i industrije, odlagališta otpada, prometnice i poljoprivredne aktivnosti, (slika 9). Kako ne bi došlo do zagađivanja dragocjenih izvora pitke vode i njenog prekomjernog crpljenja, vodu je potrebno zaštititi i planski iskorištavati. Potrebno je spriječiti dugotrajne i nepopravljive utjecaje na vodu, osigurati bolju kontrolu i procjenu djelatnosti koje mogu narušiti kakvoću voda, upotrebljavati gospodarske mjere u cilju što manjeg onečišćenja voda, redovito čistiti luke i brodska pristaništa, zabraniti korištenje štetnih pesticida i umjetnih gnojiva, a povećati korištenje prirodnih metoda za nadziranje štetnika, izraditi programe održivog korištenja voda uzimajući u obzir potrebe stanovništva u blizini tih voda.

Zagađenje podzemnih voda gotovo je nemoguće izbjeći, a najveće je tamo gdje su i potrebe za vodom najveće. Pod zagađenjem podzemnih voda u užem smislu misli se na degradaciju kakvoće vode fizičkim, kemijskim, biološkim i radiološkim onečišćenjem do stupnja pri kojem voda postaje štetna po ljudsko zdravlje. Podzemne vode moguće je zaštititi na tri razine: (1) Zaštita strateških zaliha podzemne vode; (2) Zaštita pojedinih crpilišta i (3) Zaštita eksploatacijskih objekata (zdenaca).

(1) Pod zalihama podzemne vode misli se na volumen vode koji se može iz nekog prostora koncentrirano eksploatirati na tehnički i ekonomski isplativ način. S obzirom na ukupne zalihe podzemne vode, njenu kvalitetu i stanje prostora, razlikujemo lokalne i strateške zalihe. Lokalne omogućuju opskrbu domaćinstava, a ponekad i manjih naselja te nemaju veće značenje na društvenoj razini. S druge strane, strateške zalihe podzemnih voda su one koje mogu zadovoljiti potrebe vodoopskrbe regije ili velikih gradova. Te su zalihe u općem interesu, a nalaze se na području koje nije jako zagađeno i koje se razvojnom politikom može zadržati u postojećem stanju ili čak poboljšati. Zaštita tih zaliha provodi se racionalnim korištenjem prostora. Pri tome iznimno važnu ulogu imaju prostorni planovi na regionalnom i općinskom nivou. Unutar tih planova potrebno je izdvojiti zone sa strateškim zalihama podzemne vode, a unutar njih dijelove područja na kojima su zbog hidroloških prilika podzemne vode najviše ugrožene.

(2) Zaštita crpilišta i izvorišta provodi se uspostavljanjem zona sanitarne zaštite oko tih objekata. Pri određivanju zona sanitarne zaštite empirijskim načinom, uspostavljaju se tri zone sanitarne zaštite :

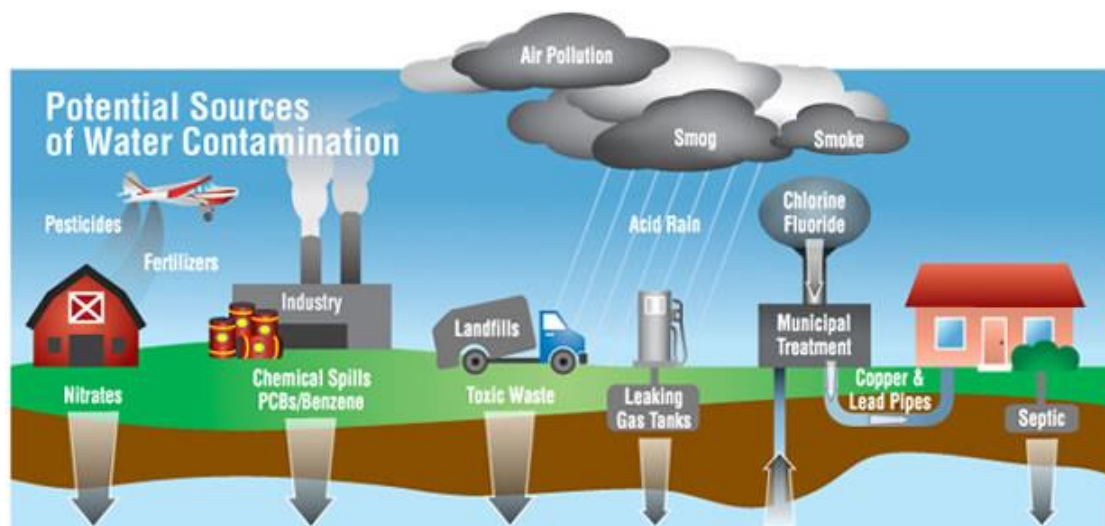
I zona – zona crpilišta/izvorišta, definirana je krugom oko kaptažnih objekata čiji je polumjer između 10 i 50 metara. Zona je ograđena, čuvana i opremljena alarmnim uređajima, a pristup je dozvoljen samo zaposlenima. Zabranjen je javni promet vozila i pješaka, izvođenje radova i poljoprivredna djelatnost.

II zona – uža zaštitna zona, određena je linijom od koje je potrebno podzemnoj vodi najmanje 50 dana da dospije do granice I zone. Zona je označena i pod nadzorom je inspeksijskih službi. Unutar nje zabranjena je gradnja prometnica, kanalizacijske mreže, skladištenje opasnih materijala i sirovina, ispaša stoke te kupanje u jezerima i rijekama.

III zona – šira zaštitna zona, obuhvaća prostor između vanjske granice II zone i granice priljevnog područja tj. linije do koje dopire konus depresije izazvane crpljenjem. U slučaju da je udaljenost od granice crpilišta do granice priljevnog područja veća od 2 km, II zona se dijeli na III A (linija do 2 km) i III B zonu (preostalo područje). Unutar te zone također postoji niz zabrana i ograničenja.

(3) Zaštita zdenaca provodi se njihovim pravilnim lociranjem, projektiranjem i izvedbom, te mjerama zaštite tijekom izvedbe i eksploatacije. Pravilnim lociranjem potrebno je omogućiti odabir mjesta na kojem postoje najmanje mogućnosti zagađivanja.

Jedan od mogućih načina za lokaciju je prema Le Grandu. To je odabir lokacije na temelju ocjene relevantnih faktora, čime se dobiva “objektivna” ugroženost zdenca. Ti faktori su; dubina do razine podzemne vode, sorpcijska sposobnost vodonosnih naslaga, propusnost vodonosnih naslaga, veličina hidrauličkog gradijenta i udaljenost od poznatog izvora zagađenja.



Slika 9. Mogućnosti zagađenja podzemnih voda

Izvor:file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/Onećiscenje%20i%20zastita%20voda%20(1).pdf

Zaštita voda od onećiscenja provodi se radi očuvanja života i zdravlja ljudi i zaštite okoliša, te omogućavanja neškodljivog i nesmetanog korištenja voda za različite namjene. Zaštita voda se u Republici Hrvatskoj temelji na odredbama Zakona o vodama, Državnog plana za zaštitu voda te odredbama ostalih dokumenata (Zakon o zaštiti prirode, Zakon o zaštiti okoliša), kao i poštivanju međunarodnih sporazuma koje je RH potpisala i potvrdila u postupcima ratifikacije. Najdjelotvornija metoda zaštite voda je ekonomska metoda odnosno primjena načela „onećišćivač pluća“. U većini županija u RH izrađene su studije zaštite voda odvodnje i proćišćavanja otpadnih voda. Zaštita voda ostvaruje se nadzorom nad stanjem kakvoće voda i izvorima onećišćivanja, sprećavanjem, ogranićavanjem, zabranjivanjem radnji i ponašanja koja mogu utjecati na onećišćenje voda i stanje okoliša u cjelini te drugim djelovanjima usmjerenim očuvanju i poboljšanju kakvoće i uporabljivosti voda.

### **6.1.1. Zaštita vodnih izvora**

Za zaštitu izvorišta voda radi održavanja njene kakvoće i izdatnosti, određuju se, poštujući geološke i hidrološke karakteristike, zaštitni pojasevi. Veličina pojaseva ovijet o vrsti vodnog izvorišta te o udaljenosti mogućih onečišćivača. Razlikujemo, pri tom, tri pojasa za koja vrijede sljedeća pravila: 1. najuži pojas- (namijenjen isključivo objektima za opskrbu pitkom vodom), područje je koje mora biti ograđeno, čime je onemogućen pristup neovlaštenim osobama te divljim i domaćim životinjama. U najužem pojasu zabranjeno je graditi stabilne objekte ( proizvodne pogone, ceste, skladišta, odlagališta otpada), zabranjena je intenzivna poljoprivreda i industrijska djelatnost. Kanalizacijska mreža, ukoliko je prisutna, mora biti nepropusna.

2. uži pojas- sa strogim režimom primjene za izravnu zaštitu crpilišta od onečišćenja i širi pojas s blažim tehničkim režimom, uzimajući kod toga u obzir tok podzemnih voda tog područja i njihov eventualni utjecaj na vodocrpilište. U širem pojasu vodi se briga o zdravstvenoj i epidemiološkoj situaciji. Nije dopušteno obavljati djelatnosti koje bi mogle ugroziti kvalitetu vodnog izvora, kao što su: uporaba gnojiva, pesticida, herbicida ili drugih kemikalija. Zabranjena je i gradnja stambenih i gospodarskih objekata, pogona za čišćenje, skladišta nafte ili tekućih derivata. Nedopustiva je i gradnja cesta, kamenoloma, gradnja životinjskih farmi ili odlaganje otpada.

### **6.2. Zaštita tla**

S obzirom na važnost koju tlo kao osnova života ima za čovjeka, nužno je brižno postupanje s njim te njegova zaštita. Zaštita tla obuhvaća očuvanje zdravlja i funkcije tla, sprječavanje oštećenja, praćenje stanja i promjena kakvoća tla te saniranje i obnavljanje oštećenih tala i lokacija. Onečišćenje, odnosno oštećenje tla smatra se štetnim utjecajem na okoliš, a utvrđivanje prihvatljivih graničnih vrijednosti kakvoće tla provodi se na temelju posebnih propisa. Iako različite politike EU kao što su na primjer: politike vezane za vodu, kemikalije, sprječavanje industrijskog zagađenja, pesticide, poljoprivredu i slično, pridonose zaštiti tla, one ipak imaju druge ciljeve i opseg djelovanja, te nisu bile dovoljne za osiguranje zadovoljavajuće razine zaštite za sva tla u

Europi. Zbog toga je Europska komisija usvojila Tematsku strategiju zaštite. Ta bi strategija trebala bi biti pravna baza za povezivanje i ujedinjavanje odnosno trebala bi služiti za standardizaciju nacionalnih sustava monitoringa tala u formi Okvirne direktive o tlu s ciljem zaštite i održivog gospodarenja tлом temeljeno na principima očuvanja uloge tla, prevencije degradacije, ublažavanja učinka degradacije, i popravljivanja degradiranih tala. Bazu za njen razvoj čini Okvirna direktiva o tlu koja regulira zaštitu i održivo korištenje tla. Ta direktiva omogućuje integraciju pristupa zaštiti tla u nacionalna i zakonodavstva Europske unije. Istraživanja su vrlo bitna kao izvor podataka za poboljšanje znanja među javnosti i korisnicima tla o funkcijama tla i o tlu kao javnom dobru. A sve to slijede mjere za povećanje svijesti javnosti, (slika 10).



Slika 10. Hijerarhija stupova politike tla EU

Izvor: Zaštita tla, <https://gov.hr/moja-uprava/stanovanje-i-okolis/briga-o-okolisu/zastita-tla/1946>

Prvi korak u zaštiti tla i očuvanju njegovih prirodnih uloga te sprječavanju degradacijskih procesa je praćenje stanja i uočavanje promjena sastava tla u vidu uspostave sustava monitoringa odnosno trajnog motrenja tla. To 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.

Zaštita tla obuhvaća održivo iskorištavanje mineralnih sirovina, održivo korištenje krajobrazne raznolikosti i zaštitu geološki vrijednih pojava, objekata i struktura. Među najvažnijim aktivnostima na području smanjenja onečišćenja tla je sanacija divljih odlagališta otpada, osobito opasnog otpada, te pravilno deponiranje krutog otpada, ako mu je konačna destinacija tlo, zatim ograničavanje kemijskog zagađivanja tla te provedba sanacije, ograničavanje fizikalne degradacije tla i ograničavanje daljnje degradacije šumskog tla. Prvi je uvjet uspješnog vladanja problematikom onečišćenja tla poznavanje opsega i intenziteta onečišćenja te priprema i poštivanje referentnih zakonskih odredbi. Potrebno je istražiti i analizirati uzrok onečišćenja te na osnovu tih analiza napraviti dugoročni program sprječavanja onečišćenja i sanaciju tla.

## **7. ZAKONODAVSTVO EUROPSKE UNIJE O VODAMA I TLU**

Zakonodavstvo Europske unije u području zaštite voda sastoji se od sljedećih ključni direktiva:

- Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EZ
- Direktiva 2006/11/EZ o onečišćenju uzrokovanom određenim opasnim tvarima ispuštenim u vodni okoliš (kodificirana verzija)
- Direktiva 2006/113/EZ o potrebnoj kvaliteti vode za uzgoj školjkaša (kodificirana verzija)
- Direktiva 2006/44/EZ o kvaliteti slatkih voda za uzgoj riba (kodificirana verzija)
- Direktiva 2006/7/EZ o kvaliteti vode za kupanje
- Direktiva 98/83/EZ o kvaliteti vode za piće
- Direktiva 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda
- Direktiva 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja izazvanih nitratima iz poljoprivrede
- Direktiva 2006/118/EZ o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja njihovog stanja
- Direktiva 2007/60/EZ o procjeni i upravljanju rizicima od poplava.

Okvirna direktiva 2000/60/EZ uspostavlja okvir za kretanje zajedničke politike zaštite voda unutar EU. Njome se utvrđuju osnovna načela održivog vodnog gospodarstva koji se temelji na integriranom pristupu. Osnovni cilj direktive je osigurati da sva vodna tijela postignu „dobro stanje“ do kraja 2015. godine. Navedeni cilj se postiže poduzimanjem odgovarajućih, odnosno, propisanih mjera u pojedinačnim vodnim područjima. Direktivom se utvrđuju ciljevi zaštite okoliša u svrhu sprječavanja daljnjeg pogoršanja stanja vodnih cjelina te zaštite, unapređenja i uspostave prijašnjeg stanja



površinskih i podzemnih vodnih cjelina.

Direktiva 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda odnosi se na odvodnju, pročišćavanje i ispuštanje komunalnih otpadnih voda kao i na pročišćavanje i ispuštanje otpadnih voda iz pojedinih grana industrije. Cilj direktive je osiguranje zaštite okoliša od svakog negativnog utjecaja prouzrokovanog ispuštanjem otpadnih voda. Direktivom se utvrđuju rokovi i obveza izgradnje sustava odvodnje komunalnih otpadnih voda. Direktivom je uz ostalo, utvrđena obveza nadležnih tijela za sustavnim praćenjem ispuštanja komunalnih otpadnih voda iz uređaja za pročišćavanje i industrijskih otpadnih voda, te zbrinjavanje mulja iz uređaja za pročišćavanje.

Zakon o vodama i Zakon o financiranju vodnog gospodarstva (NN 107/05) i Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o vodama (NN150/05) i Zakon o izmjenama i dopunama financiranja vodnog gospodarstva (NN 19/96, 88/98 i 150/05) predstavljaju temeljni pravni okvir za upravljanje vodama u Republici Hrvatskoj, kao i brojni međunarodni i bilateralni ugovori.

Temeljni međunarodni ugovor o zaštiti tla je Konvencija Ujedinjenih Naroda o suzbijanju širenja pustinjskog okoliša koja je na snagu stupila 1996. godine, a u RH 2001. godine. Rad na organiziranoj zaštiti tala u RH počinje osnivanjem Radne skupine za zaštitu tla u okviru Radnih zajednica Alpe, Podunavlje i Alpe-Jadran. Prvi dokument u svrhu zaštite tla u Hrvatskoj koji je naručilo Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva bio je Program zaštite tala Hrvatske iz 1993. godine koji je uključivao inventarizaciju stanja tala, metode motrenja tala i informacijski sustav tala. Program je pripremila radna grupa stručnjaka iskusnih u različitim poljima znanosti o tlu. Europska Unija je zaštitu tla izjednačila sa zaštitom vode i zraka, a za sva pitanja degradacije i zaštite tla u EU nadležan je Europski ured za tlo, koji djeluje u okviru Zajedničkog istraživačkog centra. Kako oštećenja tla ne poznaju granice, da bi svojim djelovanjem pokrio cijelu Europu, uključujući i države izvan Europske Unije, taj ured je uspostavio Mrežu Europskog ureda za tlo, koja angažira znanstvenike za tlo svih europskih država, te kao savjetodavno tijelo opslužuje Europsko povjerenstvo podacima potrebnim za vođenje djelotvorne politike gospodarenja i zaštite tla.

## 8.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 zagađenje voda i tla ima ogroman utjecaj na naš okoliš i zdravlje, te da isto tako može poremetiti osjetljivu ravnotežu između prirode i čovjeka. Zato se poduzimaju naponi na svim frontama u cilju sprečavanja i otklanjanja onečišćenja na lokalnoj i globalnoj razini.

## 9. LITERATURA

- [1] Briški F.: „Zaštita okoliša“, Element d.o.o., Zagreb, (2016.) ISBN: 978-953-197-589-6
- [2] Tišma S., Maleković S.: „Zaštita okoliša i regionalni razvoj“, IMO, Zagreb, (2009.) ISBN: 978-953-6096-51-0
- [3] Puntarić D., Miškulin M., Bošnjir J., suradnici: „Zdravstvena ekologija“, Medicinska naklada, Zagreb, (2012.) ISBN: 978-953-176-538-1
- [4] Pavković V.: „Nebo, zemlja, vode“, Mosta, Zagreb, (2004.) ISBN: 953-226-043-9
- [5] Onečišćenje i zaštita voda, <file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/Oneciscenje%20i%20zastita%20voda.pdf>, pristupljeno 15.05.2018.
- [6] Opasne tvari u okolišu, [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 23.04.2018.
- [7] Izvori i uzroci onečišćenja tla, <https://hr.taylrrenee.com/novosti-i-obschestvo/74435-istochniki-i-prichiny-zagryazneniya-pochvy-vidy-zagryazneniya-pochvy-i-posledstviya-dlya-okruzhayuschey-sredy.html>, pristupljeno 10.05.2018.
- [8] Zaštita izvora pitke vode, <http://www.geografija.hr teme/klima-i-vode/zastita-izvora-pitke-vode-u-krsu/>, pristupljeno 15.05.2018.
- [9] Zaštita tla, <http://www.geografija.hr/hrvatska/povodom-medunarodne-godine-tla-2015/>, pristupljeno 23.05.2018.
- [10] Zaštita tla, <https://gov.hr/moja-uprava/stanovanje-i-okolis/briga-o-okolisu/zastita-tla/1946>, pristupljeno 23.05.2018.
- [11] Zagađenje okoliša, <https://www.ekologija.com.hr/zagadenje-okolisa/>, pristupljeno 25.04.2018.
- [12] Antropogeni uzročnici onečišćenja tla, <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unipu%3A164/datastream/PDF/view>, pristupljeno 25.05.2018.

## **10. PRILOZI**

### **10.1. Popis slika**

Slika 1. Izvori onečišćenja okoliša .....	3
Slika 2. Kemijsko zagađenje vode.....	8
Slika 3. Ispuštanje otpadnih voda.....	10
Slika 4. Odlagalište otpada .....	12
Slika 5. Shematski prikaz tijeka pročišćavanja vode za piće .....	16
Slika 6. Shematski prikaz rada spalionice komunalnog otpada .....	25
Slika 7. Deforestacija šuma .....	29
Slika 8. Prikaz erozije tla.....	30
Slika 9. Mogućnosti zagađenja podzemnih voda .....	36
Slika 10. Hijerarhija stupova politike tla EU.....	38

### **10.2. Popis tablica**

Tabela 1. Izvori i vrste onečišćenja vode i posljedice .....	7
Tabela 2. Godišnja upotreba vode u kemijskoj industriji .....	8
Tabela 3. Najčešći štetni biološki i kemijski agensi u pitkoj vodi .....	14
Tabela 4. Granične vrijednosti dozvoljenih koncentracija teških metala u tlu.....	19
Tabela 5. Klasifikacija oštećenja tla .....	20
Tabela 6. Površine iskrčenih tropskih šuma po pojedinim kontinentima između 1960. i 1990. godine .....	29