

# ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA - PUTEVI UNOSA ŠTETNIH TVARI

---

**Perko, Mislav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:769978>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**



**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

Mislav Perko

# **ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA –PUTEVI UNOSA ŠTETNIH TVARI**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and protection department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Mislav Perko

# **Environmental pollution - routes of intake of harmful substances**

Final paper

Karlovac, 2022.

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

Mislav Perko

# **ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA – PUTEVI UNOSA ŠTETNIH TVARI**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr. sc. Jasna Halambek, v. pred.

Karlovac, 2022.



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

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

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

Datum:

## **ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA**

Ime i prezime	<b>Mislav Perko</b>		
OIB / JMBG			
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail			
Matični broj studenta			
JMBAG			
Studij (staviti znak <b>X</b> ispred odgovarajućeg studija)	<input checked="" type="checkbox"/> preddiplomski	<input type="checkbox"/> specijalistički diplomski	
Naziv studija	Stručni studij sigurnosti i zaštite		
Godina upisa			
Datum podnošenja molbe			
Vlastoručni potpis studenta/studentice			
Naslov teme na hrvatskom: <b>Onečišćenje okoliša- putevi unosa štetnih tvari</b>			
Naslov teme na engleskom: <b>Environmental pollution - routes of intake of harmful substances</b>			
Opis zadatka:  U završnom radu obraditi će se tematika onečišćenja okoliša kroz puteve unosa štetnih tvari u okoliš. konkretno ukazati će se na mogućnosti i načine onečišćenja voda, zraka i tla. Također će se dati mogući načini zaštite vode, zraka i tla, kao i utjecaj onečišćenja na ljudski organizam. Osvrnuti će se i na nesreće i katastrofe koje značajno utječu i povećavaju navedenu problematiku.			
Mentor:	Predsjednik Ispitnog povjerenstva:		

## **PREDGOVOR**

Izjavljujem da sam svoj završni rad pod naslovom **Onečišćenje okoliša-putevi unosa štetnih tvari** izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu stručnu i znanstvenu literaturu.

Želio bih se zahvaliti svojoj mentorici i profesorici Dr. sc. Jasni Halambek na svojoj pomoći, savjetima i potpori tijekom izrade ovog rada. Također, zahvaljujem se svim profesorima i djelatnicima Veleučilišta u Karlovcu na svim prenesenim vještinama i znanjem koje su prenijeli na mene. Zahvaljujem se i svojoj obitelji koja mi je bila potpora tijekom studiranja.

Mislav Perko

## SAŽETAK

Veliki broj onečišćujućih tvari koje se mogu naći u okolišu ubrajamo u opasne tvari, a u okoliš mogu doći iz prirodnih izvora, ali najvećim dijelom u okoliš dospijevaju ljudskom djelatnošću. Jedan od glavnih razloga masovnih onečišćenja okoliša su i osnivanja velikih industrijskih središta sredinom 19. stoljeća i početak industrijske revolucije. Glavni putevi unosa onečišćujućih tvari u okoliš su emisijom u zrak, vode i tlo. Onečišćenje vode, zraka i tla povezano je ne samo s razvojem industrije, već i s naglim porastom poljoprivrednih zemljišta i nekontroliranom upotrebom pesticida i umjetnih gnojiva. Veliki problem koji pridonosi naglom povećanju štetnih tvari u okoliš su i nesreće i katastrofe koje su se dogodile uslijed ispuštanja toksičnih tvari u okoliš. Stoga će se u ovom radu dati kratki pregled unosa onečišćujućih tvari u vodu, zrak i tlo, kao i o mogućoj zaštiti istih.

**Ključne riječi:** okoliš, onečišćenje, štetne tvari, ekološke katastrofe.

## **SUMMARY**

A large number of pollutants that can be found in the environment are classified as hazardous substances, and they can enter the environment from natural sources, but most of them reach the environment through human activity. One of the main reasons for massive environmental pollution is the establishment of large industrial centers in the middle of the 19th century and the beginning of the industrial revolution. The main ways of introduction of pollutants into the environment are through emission into the air, water and soil. Pollution of water, air and soil is connected not only with the development of industry, but also with the sudden increase of agricultural lands and the uncontrolled use of pesticides and artificial fertilizers. A big problem that contributes to the sudden increase of harmful substances in the environment are accidents and disasters that occurred due to the release of toxic substances into the environment. Therefore, this paper will give a brief overview of the introduction of pollutants into water, air and soil, as well as about their possible protection.

**Keywords:** environment, pollution, harmful substances, ecological disasters.



# SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ .....	IV
1.Uvod.....	1
2.Onečišćenje vode.....	2
2.1 Uzroci, unos i posljedice otpada u vodi .....	3
2.2 Vrste onečišćenja vode.....	7
2.3 Prirodne i ekološke katastrofe .....	8
2.4 Zaštita voda .....	13
3. Onečišćenje tla .....	14
3.1 Uzroci zagađenja i zaštita tla.....	17
3.2 Pesticidi i metali u tlu.....	20
3.3 Zaštita tla .....	23
4. Onečišćenje zraka.....	24
4.1 Izvori onečišćenja zraka .....	25
4.2 Utjecaj onečišćenja zraka na zdravlje i organizam .....	30
4.3 Zaštita zraka .....	32
5. Održivi razvoj.....	33
6. Zaključak.....	34
7. Literatura .....	35
8.Popis tablica i grafova .....	37
9.Popis slika .....	38

## 1.Uvod

Intenzivan razvoj industrije i civilizacije doveo je do značajnog onečišćenja okoliša. Danas je zdrav okoliš temeljna pretpostavka za očuvanje ne samo zdravlja ljudi, već i neizostavna karika u zaštiti biljnih i životinjskih vrsta. Glavni putevi unosa onečišćujućih tvari u okoliš su emisijom u zrak, vode i tlo. Stoga su upravo oni kao najvažniji izvori života na Zemlji dovedeni u opasnost. Čovjek je danas najveći zagađivač okoliša i na taj način šteti ne samo samome sebi, već i biljkama i životinjama. Industrijalizacija i tehnološki napredak korištenjem i razvojem različitih supstanci i kemijskih spojeva, velikom brzinom dovode do oštećenja nevidljivih golim okom, no korištene supstance na mnoge načine mogu doprijeti do živih organizama i na taj način nepovratno utjecati na sav živi svijet. Prva masovna onečišćenja okoliša dešavaju se nakon osnivanja velikih industrijskih središta sredinom 19. stoljeća i početkom industrijske revolucije. Osnivaju se velika postrojenja i tvornice koje se koriste vodom kao prirodnim pogonom za rad, ali su one također i uzročnici ispuštanja velike količine otpadnih opasnih tvari u okoliš. Povezivanjem postojećih prirodnih onečišćivača sa unesenim sintetskim tvarima pospješuje se brzina onečišćenja i uništavanja okoline i sva dobra potrebna za normalan život. Veliki problem koji pridonosi naglom povećanju štetnih tvari u okoliš su i nesreće i katastrofe koje su se dogodile uslijed ispuštanja toksičnih tvari u okoliš. Razne nesreće i katastrofe vrlo su često izazvane ljudskom djelatnošću i nepažljivim rukovanjem opasnim tvarima ili njihovom proizvodnjom. Iako je čovjek najviše zaslužan za dobar dio nastalih onečišćenja okoliša, on je i jedina jedinka koja može izravno utjecati na smanjenje njegova onečišćenja, kao i na njegovu zaštitu. Pravilnim educiranjem ljudi od njaranije dobi može se sprječiti nesmotreno onečišćenje okoliša i utjecati na zdraviji život na Zemlji.

## 2. Onečišćenje vode

Voda je bezbojna anorganska kemijska tvar bez boje, okusa i mirisa. Ona je glavni sastojak hidrosfere te se preko 50% ljudskog tijela sastoji od vode. Od vitalne je važnosti za sve poznate oblike života iako ne daje hranu, energiju niti druge organske mikronutrijente. Voda pokriva preko 71% zemljine površine te je zbog toga važan čimbenik iako nedovoljno shvaćen za pravilan i održiv razvoj ljudskog života. Naglim razvojem ljudske populacije, posebice u vidu industrijskog napretka počela su se događati značajna onečišćenja u prirodi. Takva onečišćenja nastala su djelovanjem ljudi i odlaganjem njihovih štetnih tvari u okolinu i nesmotrenim odlukama na koji način će se odlagati otpad i štetne tvari. Jedan od glavnih razloga masovnih onečišćenja su osnivanja velikih industrijskih središta sredinom 19. stoljeća i početkom industrijske revolucije. Osnivaju se velika postrojenja i tvornice koje se koriste vodom kao prirodnim pogonom za rad ali su kroz njih izbacivane i velike količine otpadne tvari u okoliš.

Dan danas glavni problem ljudske civilizacije je nedovoljna rasprostranjenost pitke vode, no ipak značajan napredak postignut je od kraja prošlog stoljeća gdje se omogućilo 1,8 milijardi ljudi mogućnost korištenja pitke vode od oko 30 minuta udaljenosti hoda, kako javlja UNICEF i Svjetska zdravstvena organizacija. Međutim u svijetu i dalje preko 2.2 milijarde ljudi nema pristup pitkoj vodi. Zabrinjavajuća činjenica je i ta da u svijetu preko 144 milijuna ljudi pije nepročišćenu površinsku vodu koja dovodi do raznih bolesti, a u određenim slučajevima i do smrti [1].

## 2.1 Uzroci, unos i posljedice otpada u vodi

Štetnost unosa otpada u vodi očituje se kroz razne svjesne ali i nesvjesne radnje i postupke kojima ljudi uništavaju svoj život i okolinu u kojoj se nalaze i žive. Njihova nesmotrenost ili pak nedovoljna informiranost o okolišu dovodi do toga da bi u budućnosti iako napretkom medicine sve više ljudi moglo ostati bez pitke vode. Onečišćavanjem voda ugrožava se ne samo ljudski već i biljni i životinjski svijet te prirodna ravnoteža. Zagađuju se mora i oceani, rijeke i jezera i tada to postaje globalno pitanje koje dovodi do bolesti, zdravstvenih problema ili smrtnosti.

Industrija je vodeći onečišćivač voda u svijetu. Ogromne količine štetnih tvari i plinova odlazi u atmosferu i tamo se sakupljaju u oblake te putem oborina se vraćaju na zemlju u obliku vodenih slojeva kiše. Rijeke predstavljaju najveći problem iz razloga što su one vode u stalnoj kretnji i prostiru se diljem kontinenata. Na svakom dijelu rijeke nije ista okolina i prirodno okruženje te stalnim tokom rijeka može dovesti otpadnu i kontamiranu vodu iz jednog područja u drugo. Nažalost svaka država ima drugačiji sustav standardizacije i kontrole otpadnih voda te je to razlog zbog kojeg se rijekom prenosi otpad i kemikalije.

Kisele kiše predstavljaju jedan od glavnih uzroka odumiranja šuma i veliki izvor zagađenja životne sredine. One posjeduju veliku količinu sumpornog dioksida, dušikovog oksida i drugih plinova koji se u dodiru sa vodom pretvaraju u kiselinu. Ove tvari se otopljene nalaze u zraku tako da onda na zemlju padaju sa padalinama. Takvi plinovi većinom nastaju u gradovima i većim industrijskim pogonima i tvornicama.

Kisele kiše su i jedan od uzroka odumiranja šuma. Sumporni dioksid se u spoju s vodom pretvara u kiselinu koja štetni na pogubnoj razini bio svijet šume. Sumporna kiselina ima izrazito negativno i štetno djelovanje na biljke jer se njime remeti proces fotosinteze. Ugljikov dioksid spada u plinove koji onečišćuju atmosferu i na taj način utječe na promjenu klime te pripada stakleničnim plinovima koji mogu izazivati pojavu staklenika. Staklenični plinovi djeluju na način da djeluju na slojeve atmosfere i tako se površina zemlje neprirodno zagrijava. Nakon toga u tlu kisele kiše započinju svoje štetno djelovanje. Djeluju na brdske predjele iz razloga što na njih prvo padnu i kiselina otapa tada hranjive tvari kao što je kalcij koji im je potreban za izgradnju novih stanica. One izravno i oštećuju i korijene drva i vodom dospijevaju i ulaze u lišće i oštećuju im tkiva. Posljedica je vidljiva u obliku smeđih točkica i mrlji na listovima. Također otapaju razne teške metale i aluminij u tlo po kojem padaju. Sva

igličasta drveća su još više i jače pogođena štetama kiselih kiša. Najviše su oštećene šume gdje su česte padaline i koje imaju i niske prosječne godišnje temperature. To su sve šume na visokim nadmorskim visinama.

Neki od simptoma su oštećenja iglica, pupoljaka i mladih klica, kore i drveta. Usporeni rast i oštećen korijen stabala te su slabije otporne na mraz, infekcije i štetočine. Slika 1 prikazuje list drveta nakon utjecaja kiselih kiša. Uz bolje uvijete moguća je regeneracija i ponovo ozelenjavanje drveća, no ako dođe do izumiranja to će imati za posljedicu promjenu cijelog ekosustava.



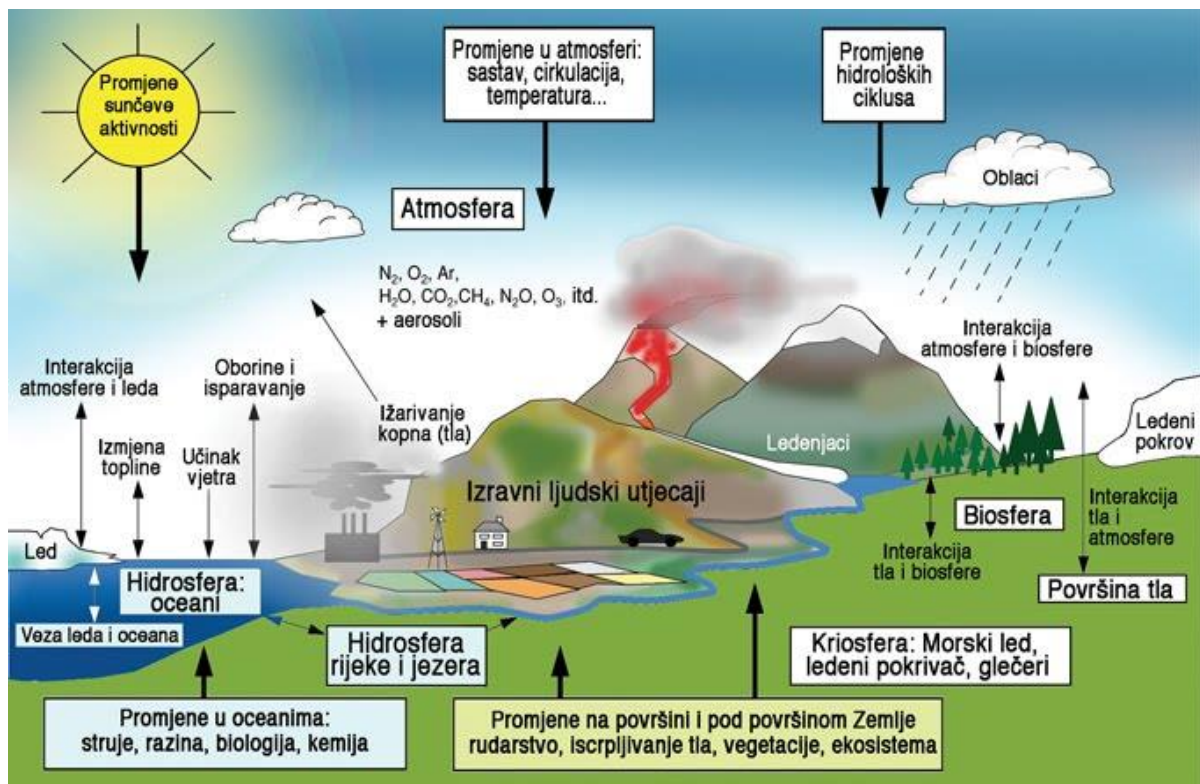
**Slika 1.** Priroda nakon djelovanja kisele kiše.

Izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Kisele\\_ki%C5%A1e](https://hr.wikipedia.org/wiki/Kisele_ki%C5%A1e)

Osim biljaka, kisele kiše imaju štetni utjecaj i na vode. Smanjuju im pH vrijednost, a smanjenjem pH vrijednosti dolazi do umiranja mikroorganizama koji pomažu u pročišćavanju. Zbog toga se javlja problem u vezi pitke vode. Također nakon što padnu na tlo kisele kiše ulaze u zemlju i tlo i tako ulaze u površinske i podzemne vode. Rijeke i jezera su pod stalnim pritiskom zagađenja iz naseljenih sredina iz kojih se manifestiraju kisele kiše iz industrije, kemijskog otpada i transporta.

Kao takve kisele kiše predstavljaju ozbiljan problem u opskrbi vodom. Iako se u novije vrijeme sve više pokušava spriječiti njihovo emitiranje, opasnost i dalje nije prošla. Najveći

problem su azijske države kao što je Kina i Indija koje imaju razvijenu industriju i proizvodnju te veliki broj stanovnika [2].



**Slika 2.** Prikaz nastajanja i djelovanja kisele kiše

Izvor: [http://os-veliko trojstvo.skole.hr/energija\\_i\\_okoli\\_/kisele\\_ki\\_e](http://os-veliko trojstvo.skole.hr/energija_i_okoli_/kisele_ki_e)

Poljoprivrednici su također nesvjesno veliki zagađivači voda. Oni koriste razne kemikalije kako bi pospješili rast i zaštilili svoje biljke i usjeve od štetočina i oštećenja. Kemikalije koje oni koriste mogu ući preko biljaka u tlo i prodrijeti sve do podzemnih voda i tim putem doći do rijeka, jezera i potoka te prouzrokovati velika onečišćenja. To se najviše odnosi na gnojiva i pesticide. Pesticidi se sastoje i imaju više od 450 biocidnih učinaka i velike količine ulaze u tlo putem erozijskog nanosa. Prerađivačke firme, svinjske i peradarske farme i farmaceutske kompanije ispuštaju svoj otpad u vodu te veliki dio leševa, antibiotka, hormonskih preparata i sredstava za dezinfekciju završavaju u vodi. Potrebno je naglasiti i da u industriji kroz razne procese se mogu proizvesti i profiltrirati otrovni otpad koji stvara teške metale u vodi koji mogu uzrokovati bolesti kao što su karcinom, neplodnost i problemi pri razvoju. Također promjenom vremena i dolaskom nižih temperatura snijeg zadržava u sebi onečišćene tvari koje se u proljeće tope te izljevaju u rijeke, jezera i potoke. Najveći problem može biti

ulazak otpadnih tvari u jezera iz razloga što velik broj životinja odlaže svoja jajašca i mrijeste se, te mladi i nerođeni organizmi mogu biti deformirani ili nestati.

Kao još jedan veliki problem koji se izdvaja je plastični otpad u moru. Sve posljedice korištenja plastike su vidljive posvuda na morskim obalama i u moru što je prikazano na slici 3. Kako kažu neka istraživanja, do 2050. u morima bi moglo biti manje riba, a puno više plastike i plastičnih predmeta. Uz to ne samo da zagađuje obale već uz to šteti životinjama i biljkama u moru koje se zapliću u veće komade, dok manje komade zamjene za hranu te im to može spriječiti i ne omogućiti normalnu probavu hrane i dovesti do trovanja i smrti.

Otpad u morima uzrokuje i ekonomske gubitke za njihove zajednice i sektore koji se bave obradom, preradom i lovljenjem morskih organizama. Uveliko šteti i proizvođačima morske opreme i ljudima koji se bave turističkim djelatnostima. Ovi problemi ukazuju na to da se premalo koristi recikliranje i ljudska svijest o ovom problemu [3].



**Slika 3.** Otpad u moru

Izvor: [http://os-veliko-trojstvo.skole.hr/energija\\_i\\_okoli/kisele\\_ki\\_e](http://os-veliko-trojstvo.skole.hr/energija_i_okoli/kisele_ki_e)

More je još uvijek neotkriveno područje u današnjem svijetu. U njemu žive još neotkriveni organizmi biljaka i životinja. Bez mora ne bi bilo moguće održavanje života. Izljevi nafte su najgori mogući izvor onečišćenja. Svjedoci smo kako i na koji način izlijevanje nafte u mora i oceane ostavlja svoje negativne posljedice za život. Procjena je da se godišnje izlije preko 2.5 milijuna tona nafte kroz razne nesreće i eksplozije naftnih bušotina. Nakon izljeva mnoge ptice i ribe ostaju zarobljeni u naftnim mrljama na površini mora, a potom umiru zbog nemogućnosti dotoka zraka ili trovanja. Čišćenje nafte sa površine mora je skup i dugotrajan posao koji nije u potpunosti učinkovit. Zbog toga ostaju trajne posljedice koje izazivaju negativan i nezdrav život u moru.

Do velikih katastrofa mogu dovesti i prirodne nepogode kao što su oluje, potresi, morski valovi iznimne veličine i erupcije vulkana. Na njih čovjek ne može utjecati i ali se može probati zaštititi i umanjiti njihovu štetu [4].

## 2.2 Vrste onečišćenja vode

Kod onečišćenja vode postoje 4 vrste. Fizikalno, kemijsko, radiološko i biološko onečišćenje [5].

**Fizikalno** - promjena svojstva vode u obliku povećanja temperature, zamućenje vode, promjena boje, smanjena prozirnost, promjena mirisa i okusa. Ove promjene su posljedice ispuštanja rashladne vode iz postrojenja što smanjuje dotok kisika otopljenog u vodi.

**Biološko** – sve vode koje su zagađene patogenim bakterijama, virusima, parazitima, gljivicama i ostalim mikroorganizmima koji su pogubni za ljudsko zdravlje. U vodu dospijevaju najčešće iz otpadnih voda ili voda iz poljoprivrede te kanalizacija i septičkih jama. Bolesti koje mogu prouzročiti su kolera, tifus, paratifusa, gliste, trakavice. Zbog toga je vod potrebno adekvatno obraditi prije konzumacije i unosa u organizam.

**Kemijsko**- onečišćenje u kojem je prisutnost iona, atoma ili molekula veća od prirodnih voda ili ih nema. U njima su brojni spojevi i otrovi, lužine, kiseline, metali i soli koji utječu na zdravlje okoliša i ljudi. Kod kiselina najčešće su to amino kiseline, a potrebno je spomenuti masti, sapune, ostatke hrane. Kemijski sastav vode mijenjaju i otpadci iz domaćinstva, tvornica, klaonice itd.



**Radiološko** – u ovo onečišćenje ubrajaju se radioaktivni elementi. Oni u doticaj s vodom dolaze podzemnim putem iz raznih ležišta ruda, nuklearne elektrane, odlagališta nuklearnog otpada.

## 2.3 Prirodne i ekološke katastrofe

Godine 1989. u 12 sati i 4 minute dogodila se jedna od najvećih i najtežih ekoloških katastrofa u povijesti. Tanker Exxon Valdez udario je u podmorski greben Bligh koji se nalazi u moru nedaleko od obale Aljaske u tjesnacu princa Williama. Slika 4. prikazuje kako je tanker izgledao davne 1989. godine. Putovao je prema Long Beachu u Kaliforniju. Nakon udara u greben ispustio je 42 milijuna litara nafte, što je stvorilo najveću i najrazorniju mrlju nafte do sad. Brod je prevozi 11 tankova nafte a u nesreći je oštećeno njih 8.

Tjesnac princa Williama nalazi se na nezgodnom geografskom području i do njega se moglo doći samo avionom, helikopterom ili brodom. No ipak ta regija je stanište lososa, morske vidre, tuljana i ptica i sva izlivena nafta je izazvala velika stradanja i umiranja. Kroz nekoliko tjedana nafta se raširila duž obale dugačke preko 1.700 kilometara i uzrokovala smrt preko 250.000 ptica, ali se procjenjuje da ih je uginulo i više od toga. Stradalo je 5.000 vidri, 250 orlova, 300 tuljana i 22 kita. Kako naftno onečišćenje ima utjecaj na svaki ekosustav u ovom slučaju najviše su stradale ptice. Do dan danas se procjenjuje da na sjeverozapadu Atlantika umire preko tisuću ptica. Za razliku od drugih organizama koji su nastanjeni na moru i djelom na kopnu, ptice ne umiru zbog otrovnosti nafte, već im fizički šteti. Zalijepi se za naftnu površinu koja im ulazi u krila i ispunjava perje i prostor između perja i ono prestaje biti vodootporno. Ako se ne utope, umiru od gladi i gubitka temperature.



**Slika 4.** Prikaz Tankera Exxon Valdez iz 1989.godine.

Izvor: <https://www.jutarnji.hr/vijesti/svijet/havarija-tankera-exxon-valdez-ekoloska-katastrofa-koja-je-osvijestila-opasnost-od-unistavanja-okolisa-naftom-8673623>

Nakon katastrofe preko 11 tisuća stanovnika Aljaske, zajedno sa zaposlenicima Exxona pokušali su očistiti i vratiti okoliš u prvobitno stanje. Po najnovijim procjenama i istraživanjima uginulo je preko 300 000 životinja. Kompanija Exxon je bila primorana platiti ogromnu odštetu u iznosu od 100 milijuna dolara i potrošili su oko 900 milijuna dolara na čišćenje obale od nafte i zagađenja. Zbog utjecaja kemijskih spojeva mnoge su se ptice prestale razmnožavati i uginuti kako je prikazano na slici 5. U tom području su se nalazila tri nacionalna parka i svaki pokušaj povratka životinja poput kitova je bio bezuspješan i bez rezultata. Ali na sreću uspjeli su vratiti neke vrste ptica i riba.

Za stanovnike tog djela Aljaske ovo je bio poseban i zastrašujuć udarac na život i prihode. Ribarski brodovi su prije nesreće u tom djelu lovili škampe koje su prodavali po cijelom svijetu. Brodovi stoje i dalje puni ulova iz razloga što nitko ne želi kupiti oštećeni proizvod. U međuvremenu su zbog toga najviše profitirali ribari iz Azije i SAD-a. Stručnjaci su nakon velikog broja istraživanja došli do zaključka da su možda pokušaji čišćenja samo unazadili razgrađivanje nafte zbog unosa kemikalija i deterdženata.



**Slika 5.** Ptice prekrivene naftom

Izvor: <https://www.birdspot.co.uk/helping-birds/the-effects-of-oil-spills-on-birds>

Kako bi se pokušale iskupiti vlasti su otkupile 260 tisuća hektara šume i zemljišta kako bi proširila nacionalne parkove koje su oštetili. Tanker Exxon Valdez je dotegljen natrag u San Diego 10. srpnja 1989. Iduće godine tanker je popravljen i osposobljen za plovidbu te je nastavio prevoziti naftu. Novi naziv mu je bio Mediteran te su na njega potrošena više od 30 milijuna dolara kako bi ga osposobili za plovidbu. Dvadesetak godina nakon izlijevanja tim sa Sveučilišta u Sjevernoj Karolini otkrili su da će učinci biti puno duži nego li se predpostavljalo. Procjena je da bi oporavak mogao trajati više od idućih 30 godina.

20. travnja 2010. godine u Meksičkom zaljevu dogodio se najveći izljev nafte u povijesti. Izljev nafte trajao je 3 mjeseca. Nakon mjesec dana ova katastrofa proglašena je većom katastrofom od izljeva nafte iz Exxon Valdeza. Uzrok nesreće bila je erupcija nafte s morskog dna. Ona je nastala nakon puknuća i eksplozije naftne platforme. U trenutku eksplozije na platformi je radilo 126 radnika. Njih 17 je ozljeđeno, a 11 ih je preminulo. Naziv bušotine je Deepwater Horizon koja je bila smještena blizu grada Venicea u Louisiani. Za održavanje

naftne platforme zadužena je bila kompanija British Petroleum. Bio je to njihov treći ozbiljniji incident u koji su bili umiješani u kratkom vremenu na području SAD-a. Po procjenama izbačeno je oko 700 tisuća litara dnevno. Površina koje je zagađena je bila preko 6,000 kilometara kvadratnih. Curenje je trajalo četiri mjeseca, četiri tjedna i dva dana. Iscurilo je ukupno 800 milijuna litara nafte.

Obalna straža odmah je intervenirala i poslani su helikopteri iz Alabame i Louisiane. Uz njih poslana su i četiri broda kako bi evakuirali posadu i tražili nestale. No ipak, vremenski uvjeti i dim su onemogućili i usporili potragu. Za vrijeme gašenja požara s naftne platforme istjecale su ogromne količine u more i nije bilo naznaka kako ih zaustaviti. U srpnju je istjecanje naftne nekako i zaustavljen. Koristili su kapsulu s ventilom, no kapsula je omogućavala samo privremeno zatvaranje bušotine kada bi bilo nevrjeme. Ipak do rješenja su došli tako što su probušili dvije dodatne bušotine radi smanjivanja tlaka. Nakon zatvaranja krenulo je intenzivno čišćenje obale. Uginuli su obalni koralji i dupini. Plaže Sad-a i Meksika su mjesecima bile prekrivene leševima životinja. Ribari su pronalazili rakove s jednim okom i mekanom ljuskom, a razlog je bio spoj kemikalija koje su prskali po naftnim mrljama kako bi se razložili. One su ušle u hranidbeni lanac kao otrov.



**Slika 6.** Gašenje požara u Meksičkom Zaljevu

Izvor: <https://admin.depo.ba/clanak/15649/ugasen-pozar-na-naftnoj-platforni>

Još jedna negativna strana je bila i ta što su preko mjesec dana službe zaštite pokušavale ugasiti požar i erupcije. Slika 6. prikazuje gašenje požara. To je izazvalo veliku nelagodu u narodu i medijima iz razloga što nitko nije smatrao da će posljedice biti toliko velike. Preko 40 dana je trajao pokušaj čišćenja, tek su 16.srpnja uspjeli zaustaviti izljev nafte. Procjena je da je u more iscurilo preko 1.000.000 tona nafte. Katastrofom su najviše bile pogođene morska flora i fauna, turizam, ribarstvo te morske životinje koje su nastradale. Tri američke države su doživjele kolaps na području ribarenja i morskih djelatnosti. Onemogućen je lov i prodaja riba. Ptice koje su se gnijezdile uz ušća Mississippija su masovno nastradale. Morske farme su zatvorene. Ribe koje su se mrijestile uz ušće izgubile su jajašca. Planktoni koji su na dnu hranidbenog lanca su nestali te je tako cijeli hranidbeni lanac promijenjen u negativnom kontekstu. Kao primjer životinjske vrste koja je značajno nastradala je haringa. Ribarenje je privremeno zaustavljeno i bilo je zabranjeno u tom razdoblju. Proglasila se i riblja katastrofa u 3 države. To su Alabama, Mississippi i Louisiana. Nakon očevida procijenjeno je da je nafta iz tog izvora imala i osam puta više metana od prosjeka. Na to su se nadovezale i ostale ljudske žrtve. U bolnici je završilo velik broj ribara i ljudi koji su bili zaposleni na prskanju disperzanata protiv nafte [4].

## 2.4 Zaštita voda

Voda je jedan od glavnih izvora života na Zemlji. Njena svojstva su od glavne važnosti za opstanak ljudske, biljne i životinjske vrste. Kako bi očuvali zdravlje ljudi i okoliša potrebno je spriječiti i zaštititi vode od promjena njenih karakteristika i suzbiti rizike. Vode su onečišćenjem i zagađivanjem rizik za zdravlje te je kvaliteta i briga za vodu od vitalne važnosti. Njihovo gospodarenje i održavanje zahtjeva odgovoran pristup koji usklađuje djelatnosti kao što su kontrole vodotoka, zaštita površinskih i podvodnih voda, zaštita i osiguravanje voda poljoprivrede, industrije, energetika i naseljenih urbanih sredina. Da bi zaštitili vodu potrebno je upravljati i nadgledati njeno onečišćenje te učiniti bilo koje druge radnje koje su potrebne pri istraživanju i otklanjanju uzročnika pri onečišćenju.

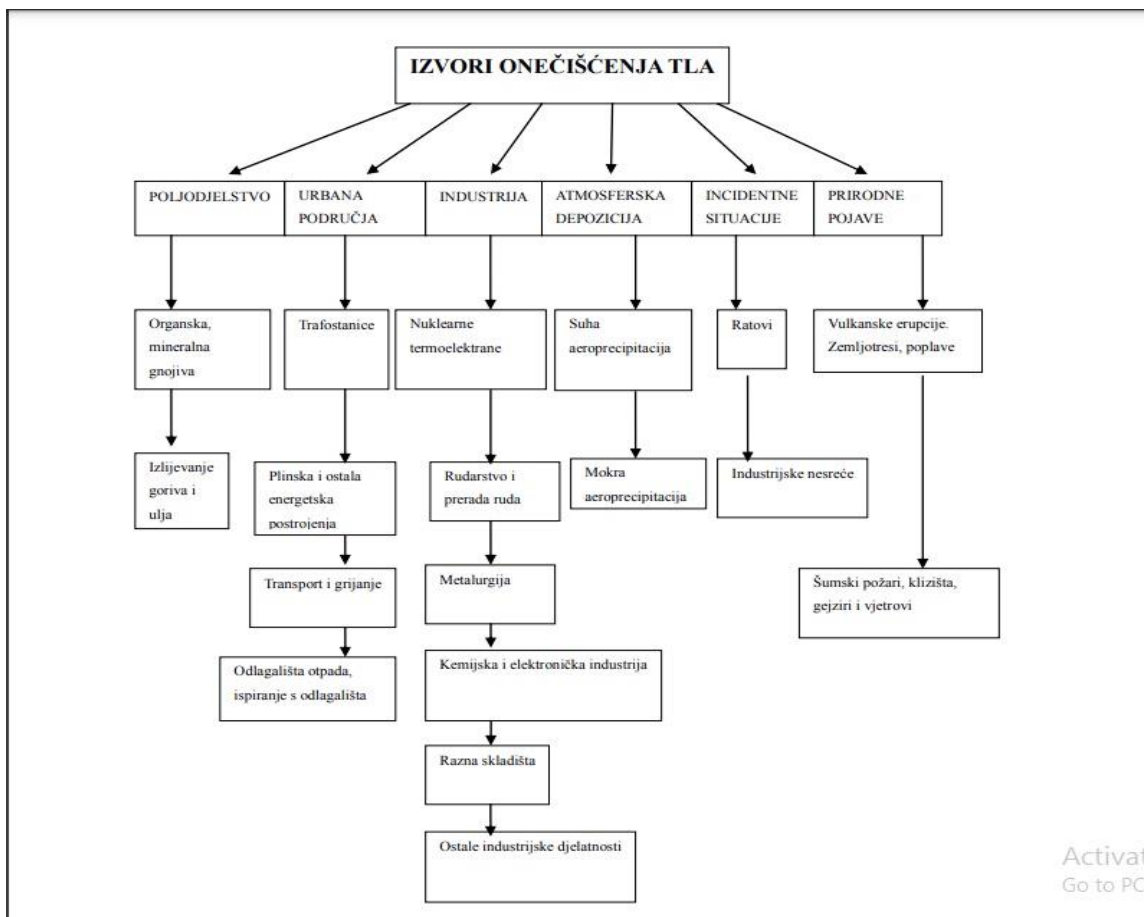
Zaštita voda obuhvaća i neka pravila kojih se potrebno držati [6] :

- Zaštitu površinskih i podzemnih voda kao rezerve vode za piće
- Zaštitu površinskih i podzemnih voda, zaštićenih područja radi očuvanja zdravlja ljudi i očuvanja vodenih i o vodi ovisnih ekosustava, te očuvanja biološke raznolikosti u okviru integralnog upravljanja vodama
- Unapređenje ekoloških funkcija voda i priobalnih voda tamo gdje je narušena kakvoća voda, te postizanje propisne kakvoće voda za određene namjene tamo gdje ista ne zadovoljava, sudjelovanjem u planiranju i postupnom provođenju cjelovitih mjera zaštite, te sustavnim praćenjem učinka provedenih mjera na slivu i priobalnim vodama
- Smanjene količine opasnih tvari na izvoru i onečišćenja provedbom mjera zaštite voda, te kontrolu rada izgrađenih objekata i uređaja za pročišćavanje voda
- Doprinos održivom razvoju racionalnim korištenjem vodenih resursa

Također potrebno je izazvati i ljudsku svijest oko zaštite i potrošnje vode, te odlaganja otpada u prirodu koja je u doticaju s vodom.

### 3. Onečišćenje tla

Onečišćenje tla javlja se kao posljedica raznih prirodnih i ljudskih utjecaja na okoliš. Industrija, poljoprivreda, naseljena mjesta i gradovi, incidentne situacije najčešći su razlozi onečišćenja. Prema istraživanjima jedna trećina ukupnog tla na zemaljskoj kugli je oštećeno u tolikoj mjeri da se nije moguće oporaviti. Uz to valja naglasiti kako su također veliki razlozi oštećenja pretjerana ispaša životinja na mjestima gdje nije predviđeno, neprikladna poljoprivreda i krčenje šuma iz raznih legitimnih i nelegitimnih razloga. Onečišćenje utječe i na ekosustav kojim se dovodi u pitanje ugroženost biljaka i životinja te ljudskog zdravlja.



Slika 7. Izvori onečišćenja tla [6].

Ovisno o vrsti izvora onečišćenja tvari i djelatnosti u kojima se nalaze postoji niz različitih onečišćujućih tvari koje se šire u okoliš putem tla. U okoliš tvari mogu dospjeti izravno ili neizravno. Izravno je odlaganjem otpada prolijevanjem rezervoara, a neizravno iz zraka i otpadnih voda. Među izvorima onečišćenja ubrajaju se industrijska postrojenja, vojni poligoni, prometnice i poljoprivredne djelatnosti koji su prikazani u Tablici 1. [7].

**Tablica 1.** Onečišćujuće tvari u tlu i njihovi izvori [7].

Potencijalni izvori Onečišćenja	Onečišćujuće tvari											
	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	F	PAU	PCB	PCDD/F	Ostalo
<b>1. Blizina mogućih izvora onečišćenja</b>												
<b>1.1. Prometna infrastruktura</b>												
ceste	x	x					x		x			
aerodromi	x	x		x			x		x			
objekti na željeznici				x								
sustavi ventilacije u tunelima	x	x					x		x			S
<b>1.2. Energetika</b>												
termoelektrane	x	x	x				x		x		x	
prostori plinare i deponija	x	x					x		x			
<b>1.3. Odlagališta otpada</b>												
odlagališta inertnog i opasnog otpada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
spaljivanje otpada (stara tehnologija)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
zbrinjavanje i recikl. život. lešina i otpada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
obrada komunalnih otpadnih voda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<b>1.4. Vojni poligoni</b>	x			x		x	x					Sb
<b>1.5. Industrijska postrojenja</b>												
proizvodnja mineralnih gnojiva	x	x		x			x					S
talionice ruda	x	x		x			x				x	
naftne i plinske bušotine	x	x	x	x		x	x					Ba
naftovodi i plinovodi	x	x	x	x			x					
raf. nafte i plina, ljevaonice	x	x	x	x			x					
talionice cinka		x										
metalna industrija	x	x	x	x	x		x					
ind. stakla i staklenih vlakana	x	x				x	x	x				
ind. keramike, crjepova, opeke	x	x				x	x	x				
ind. azbesta i azbestnih proizvoda												Azbest
tvornice cementa	x					x		x			x	Tl
tekstilna industrija			x	x								
prerada plastike		x							x	x		
tiskare	x	x	x	x			x					
prostori s primjenom organskih			x	x								
bojanje u brodogradnji			x	x								
pilane			x	x					x			
mjesta prerade kože			x			x		x	x			
tvornice boje i lakova	x	x	x	x		x	x		x	x		
<b>1.6. Metalne zgrade, mostovi i ostali objekti</b>	x	x	x				x		x	x		Fe
<b>2. Tla u poljoprivrednoj proizvodnji</b>												
tla + mulj od pročišćavanja otpadnih voda	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
kućni vrtovi	x	x		x		x	x					
tla vinograda	x	x		x								
tla intenzivne poljoprivrede	x			x						x		Atrazin, Simazin
tla + tekuća gnojiva (gnojovka i gnojnica)				x			x					
<b>3. Rudarske djelatnosti</b>												
podzemno rudarstvo i srodne djelatnosti	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
površinski kopovi i kamenolomi	x	x	x	x	x	x	x		x	x		



Treba imati i na umu kako i najmanji dio zemlje može vrvjeti životom. Od sitnih organizama do buba, crva, gljiva itd. Svi oni imaju važnu ulogu u ekosustavu i u tom prostoru se nalaze hranjive tvari koje se pretvaraju u oblik koje biljke probavljaju i koriste te tako stvaraju ugljik. To je i prostor u kojem voda namijenjena za ljudsku potrošnju započinje svoj put prema podzemnoj vodi koju lako može uništiti ako je onečišćena na bilo koji način.

Tlo je i temeljni proizvođač hrane, spremište je i hranjivih tvari potrebnih biljkama i u njemu se pohranjuje voda koja dolazi do njega u obliku kiše. Voda se kroz tlo filtrira i obnavlja te postaje podzemna pitka voda koja kruži dalje u prirodu.

Tlo je također i dio kopnenih eko sustava i važna je komponenta čovjekova okoliša. Poznavanje stupnja onečišćenja i zagađenja tla važno je zbog sljedećeg [8]:

- Narušavanje ekosustava kao cjeline dovodi do manjeg ili većeg oštećenja i samog tla, a u graničnim slučajevima i do njegova potpunog uništenja
- Tlo je u pravilu neobnovljivi prirodni resurs. Mnoge posljedice narušenog i oštećenog okoliša mogu se sanirati. Na primjer, ako se obustave izvori onečišćenja rijeka, život će se u njima obnoviti; ako se obustavi emisija štetnih plinova, oštećeno tlo izgubljeno je za mnoge naraštaje
- Oštećenje i uništavanje tla uzrokuje poremećaje u hidrološkom režimu okoliša. Povezanost tla i hidroloških uvjeta širih područja čini se da negativni procesi u jednom tlu mogu održavati i na okolnu prirodu. Tako se tlo osim izloženosti štetnim utjecajima i samo javlja kao činitelj narušavanja okolne prirode

Onečišćena tla su sva tla koja u sebi imaju strana tijela i tijela koja štete normalnom prirodnom, kemijskom, fizikalnom i biološkom sastavu. Takva tla imaju neželjene i negativne posljedice za ekosustav, zdravlje živog svijeta i gospodarstva.

U vezi onečišćenja potrebno je i naglasiti degradaciju tla i prikazati kakav problem ona predstavlja za današnji okoliš. Degradacija je većinski uzrokovana ljudskim aktivnostima i zbog toga je danas jedna od najvećih globalnih problema. Izravno utječe na sigurnost hrane i kvalitetu okoliša. Iako velika i nagla naseljenost na prvi pogled ukazuje da je razlog degradacije tla, najveći razlog je ponašanje i odnos stanovništva. Kao dodatak potrebno je i naglasiti kako bi stanovništvo morali biti motivirano u političkom i ekonomskom smislu, ali nažalost u današnje vrijeme sve je više ljudi zbog siromaštva i egzistencijalne poljoprivrede izravni zagađivač tla.

Degradacijom tla gube se svojstva i mogućnost iskoristivosti površine. Do degradacije tla dolazi zbog djelovanja prirodnih čimbenika kao što su vjetar i erozija vode, pokorica, zbijenost. To sve označava pad u kvaliteti tla pogodnoj za uzgoj i produktivnost hrane i životnih potreba. Procesi koji pokreću degradaciju su fizikalni, kemijski i biološki. Fizikalni proces je pad strukture tla, što dovodi do stvaranja pokorice, erozije, širenja pustinja, smanjenja kvalitete, zagađenja okoliša i neodrživog korištenja prirodnih resursa. Kemijski procesi su zakiseljavanje tla, ispiranje, zaslanjivanje i osiromašena plodnost. Na samu strukturu podjednako utječu sva tri procesa. Potrebno je naglasiti kako prekomjernom sadnjom i ispašom sloj tla opada u kvaliteti, te sjećom šuma se gube prirodna svojstva. To su sve posljedice djelovanja ljudi koje pretvaraju tlo u sušno.

Glavni uzročnici degradacije tla su [9]:

- neplansko širenje naselja
- gradnja prometnica
- širenje industrijskih postrojenja
- poljoprivreda koja koristi sve više umjetnih gnojiva i pesticida
- industrija koja ispušta otpad

### **3.1 Uzroci zagađenja i zaštita tla**

Kako bi se tlo zaštitilo od štetnih utjecaja potrebno je naći uzroke onečišćenja i otkriti od kuda dolaze. Uzroci mogu biti globalni (prirodni) i lokalni (uzrokovani ljudskom rukom). Lokalno je vezano za gradove i industrijska područja. Tamo gdje je stanovništvo rasprostranjeno i gdje se sve više gradi i industrijalizira okolina. Poljoprivreda sve više utječe na stanje tla stalnom sadnjom i branjem dobara bez pauza u kojem bi se tlo trebalo oporaviti, uz korištenje pesticida i gnojiva. Mnoga tla su osiromašena kemijskim elementima i zbog toga se nadoknađuju količinama pesticida i gnojem većem od dopuštenih pa u tlu nastaju promjene u kemijskom sastavu, pa se promjene očituju i osjete u drugim ekološkim sustavima. Tim promjenama se utječe na kiselost tla i mijenja se sastav mikroorganizama u njemu koji služe da bi se tlo oporavilo i bilo spremno za korištenje. To je jedan od slučajeva u kojem dolazi do fuzije globalnih i lokalnih uzroka. Erozijska je gubitak plodnosti tla. U želji da se poveća proizvodnost i rodnost tla velike se količine gnojiva i pesticida dodaju u tlo. U početku to ima veliki pozitivan utjecaj na žetvu ali kako godine prolaze opada kvaliteta tla i kvaliteta žetve.

Globalno onečišćenje često je vezano uz druge izvore. To su prirodna onečišćenja na koje čovjek ne može utjecati. Tlo onečišćuje prirodni utjecaj oborina koji dolaze iz atmosfere ili onečišćene tvari iz vodotoka u doticaju s tlom. Velik broj minerala i spojeva koji dolaze iz oborina i prelaze u tlo preko vodotoka. Kao problem javlja se i „cvjetanje mora“ pod kojim podrazumijevamo pojavu u kojoj se širi nagli broj zelenih algi koje nastaju razmnožavanjem. Veliki utjecaj na to imaju umjetna gnojiva i pesticidi koji kroz tlo ulaze u rijeke koje utječu u more.

Vulkani su također jedan od prirodnih onečišćivača. Njihovom erupcijom u tlo se izbacuje velika količina pepela koji mijenja sastav zraka i otpušta velike količine pepela. Magma koju izbacuje uništava tlo i površinu prikladnu za rast biljaka. Uz to onečišćen plin odlazi u atmosferu i u obliku padalina uništava i mijenja tlo i njegov sastav na mjestima na kojima pada. Uz to na sastav tla utječe i prevelika suša i slab dotok padalina, kao što utječe i prekomjerne padaline, tuča koja uništava usjeve i velike poplave koje pustoše sve oko sebe.

Ukoliko se sumnja da je tlo oštećeno potrebno je izvršiti ispitivanje koje se vrši u 3 faze [10]:

- Ustanovljavanje povijesti mjesta
- Provođenje kemijskog ispitivanja i uzoraka u laboratorijima
- Procjena rezultata ispitivanja

Nakon velikog broja testiranja stručnjaci su došli do zaključka kako onečišćena tla u dodiru s ljudima može izazvati alergijske reakcije. Glavna opasnost je izravni doticaj kože s tlom koje mogu izazvati osip i iritaciju. Posljedice ovise od osobe do osobe mogu biti dugotrajne i kratkotrajne. Ako je tlo pod utjecajima kancerogenih tvari čak i u malim dozama, izlaganje može imati veliki utjecaj na zdravlje.



**Slika 8.** Prikaz djelovanja erozije na tlo.

Izvor: <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/sacuvajmo-zdravlje-tla/>

## 3.2 Pesticidi i metali u tlu

Pesticidi su sve kemikalije unesene u tlo kako bi uništile i smanjile nepoželjne štetočine. Uz to služe za zaštitu biljaka i biljnih proizvoda. Također zadaća im je sprječavanje neželjenog rasta štetnih korova i djelovanje na njihov životni proces. Izrazito su toksične i svrha im je ubijanje živih organizama poput životinja i biljaka koji štete usjevima i urodima bilja. Pesticidi se najčešće koriste u poljoprivredi, vrtu i travnjacima, u dezinfekciji stambenih objekata i u zbrinjavanju otpada na nepoželjan i neadekvatan način. Kod primjene potrebno je uzimati količinu koja se smatra da nije letalna (smrtonosna) za čovjeka. Pesticidi koji se nalaze u hrani i vodi mogu imati pogubna svojstva te izazivaju probleme kod disanja. Današnja istraživanja su pokazala kako su pesticidi i u malim dozama veoma štetni i u mješavinama mogu izazvati smrtne posljedice. Zbog toga je potrebno znati razliku između smrtonosne i toksične doze. Toksična doza je minimalna doza koja nakon unosa u organizma uzrokuje posljedice, dok letalna uzrokuje smrt. Negativna strana pesticida osim na štetu čovjeka je ta da utječe negativno i na rast, razmnožavanje i djelovanje biljaka. Pozitivna stvar je ta da su pesticidi bila zaslužni za istrebljenje bolesti koje su harale i uništavale stanovništvo [11].

Kada govorimo o pesticidima potrebno je prikazati njihov nastanak i prvobitnu uporabu. Prve pesticide su koristili Sumerani prije 4500 godina za suzbijanje grinja i kukaca raznim sumpornim spojevima, dok su Kinezi koristili živin i arsenov spoj, ali u svrhu suzbijanja ušiju (štetočina) s glave i tijela. Napretkom i revolucijom u znanosti mješavina modre galice i vapna koristi se od sredine 19. stoljeća. Rani tvornički pesticidi bili su nusproizvodi industrijskih procesa. Godine 1940. počeli su ih zamjenjivati novi spojevi poput diklor-difenil- trikloretan (DDT) iz razloga što su prijašnji imali visoke doze toksičnosti. DDT se rabio i kao biocid koji je uništavao uzročnike malarije i tifusa. Ipak 1970. zbog prekomjernog korištenja i spore razgradnje su ih zabranili. Devedestih godina prošlog stoljeća dolazi do najvećeg širenja tržišta pesticida, ali zbog utjecaja na okoliš i zdravljen veliki dio njih se ukinuo i doneseni su propisi o sastavu i otrovnosti [12].

Vrste pesticida su :

- Insekticidi - pesticid koji ubija insekte
- Fungicidi – pesticidi koji za suzbijanje rasta i uništavanje gljivica
- Herbicid – pesticidi za uništavanje neželjenih biljaka i korova
- Akaricidi – pesticidi za suzbijanje grinja
- Moluskocidi – pesticidi za suzbijanje mekušaca
- Baktericidi - pesticidi za suzbijanje bakterija
- Larvicidi- pesticidi za suzbijanje ličinki kukaca
- Aficidi- pesticidi za suzbijanje uši
- Rodenticid- pesticidi za suzbijanje glodavaca
- Avicid - pesticidi za suzbijanje ptica
- Botricidi- pesticidi za suzbijanje pljesni
- Zoocidi- pesticidi za suzbijanje životinja

Pesticidi su po svome sastavu stabilne mješavine jedne ili više aktivnih tvari i internih tvari u obliku u kojem dolaze na tržište. Razlikujemo kemijske i pesticide prirodnog podrijetla. Živi organizmi ili dijelovi živih organizama koji se bave suzbijanjem se smatraju biološkim sredstvima. Glavna svojstva pesticida su otrovnost i sistematičnost. Kod otrovnosti potrebno je naglasiti da nisu svi pesticidi jednako otrovni te da se kemijski, biološki i biotehnički razlikuju u otrovnosti. Primjenjuju se u tekućem ili u suhom/krutom obliku. Najčešće dolaze kao prašina za suho testiranje, granule i tablete [13].

Kod uklanjanja pesticida primjenjuju se četiri postupka. To su toplinska desorpcija, fitoremedijacija, bioremedijacija i spaljivanje.

Spaljivanje – ovo je jedan od najčešćih postupaka uklanjanja pesticida. Organske tvari pod utjecajem topline i kisika oksidiraju na temperaturi od 540 do 990 stupnjeva celzijevih, dok na preko 1200 stupnjeva organske tvari nestaju i nastaje pepeo. Ova metoda ima prednosti i nedostatke. Velika prednost je ta što se spaljivanjem uklanjaju onečišćujuće tvari ali je proces skup.

Fitoremedijacija – koriste se biljke kako bi razgradile, detoksificirale i uklonile različita onečišćenja. Nastaje kada biljka transformira organske onečišćivače u manje stabilne

molekule. Tijekom fitoremedijacije biljka trga molekulu i kroz lišće negativne tvari ispušta u zrak

Toplinska desorpcija- pomoću te metode se uklanjaju poluhlapljive i hlapljive tvari. Prvo se vrši zagrijavanje na visokim temperaturama od 200 do 500 stupnjeva gdje dolazi do isparavanja, ali organska komponenta ostaje cijela. U drugom koraku stvara se plin koji prolazi kroz komoru za hlađenje te se hvata na ugljeni filtar. Pretvara se u tekućinu nakon djelovanja plina. Ovaj postupak se ne preporuča za uklanjanje teških metala.

Bioremedijacija- prirodni postupak razgradnje organske tvari koji se odvija kroz tri procesa. To su oksidacija, biosinteza i autooksidacija.

Naglim razvojem stanovništva, industrijalizacijom i unaprjeđenjem gospodarstva u tlo je unesena ogromna količina metala. Promijene u tlu koje su izazvala onečišćenja metalima djelovala su na ravnotežu prirode i time naštetili poljoprivrednim dobrima koje ljudi koriste. Problem koji se javlja kada se štetni metali unesu u tlo su ti što teški metali nemaju zatvoren proces kruženja, oni se ne razgrađuju već u dodiru s drugim elementima negativno reagiraju pri čemu stvaraju toksične spojeve kao što je metil živa. Metali u tlu se nazivaju i metali u tragovima, ali oni nisu potpuno definirani već se njima smatraju kemijski elementi koji se u okolišu nalaze u niskim koncentracijama koje su manje od 100 ppb. Neki od metala ulaskom u organizam mogu naštetiti čovjeku iz razloga što nemaju funkciju unutar organizma. To su kadmij, arsen, olovo i nikal. Šteta koju mogu prouzročiti očitava se u dozama koje su unesene u organizam. Nakon otpuštanja u okolinu metali mogu ući u hranidbeni lanac. Mogu naštetiti čovjeku i zbog toga je važno da se prati stanje tla. Njegova kakvoća i kvaliteta i kako iz tla rastu biljke za uzgoj i hranu neophodno je poznavati i proučiti svaki metal u tlu [14].

### 3.3 Zaštita tla

Kako bi se tlo uspješno zaštitilo najprije je potrebno educirati stanovništvo. Potrebno je da se svakoj osobi probudi svijest o reciklaži i zaštiti. To se pokazalo najdugoročnijim pozitivnim primjerom zaštite. Pod tim se podrazumijeva uklanjanjem otpada u mjesta predviđena za to, bolje recikliranje tvari koje u okolišu se ne mogu same reciklirati i tlo nema mogućnost samostalne obnove tog materijala kao što su razne vrste plastike i metala. Pokušava se educiranjem poljoprivrednika, kao i zakonskim propisima potaknuti ih na pravilnije korištenje pesticida i gnojiva. Reklame i plakati prikazuju čišće i ekonomičnije načine prijevoza. Razni europski i svjetski instituti održavaju javne akcije čišćenja okoliša gdje pozivaju građane na volontiranje te na taj način šire svijest o okolišu. Trgovački lanci su utjecali na okoliš prodajom platnenih vrećica koje zamjenjuju plastične, sakupljaju se ambalaže koje se recikliraju i tako smanjuju otpad koji bi završio u gradskom otpadu. Kompostilišta su glavni sakupljači ostataka sa travnatih površina gdje se nosi otpad od pokošene trave, lišća, trulog voća i organskih ostataka koji se pretvaraju u kompost za gnojivo.



## 4. Onečišćenje zraka

Zrak je plin bez boje, okusa i mirisa koji je neophodan za život svim živim bićima. Bez dotoka zraka u organizam čovjek može preživjeti tek nekoliko minuta te je uz vodu glavni izvor potreban za stabilan i održiv život. Zrak se sastoji od smjese plinova od kojih je 78% dušik, 21% kisik i 1% argon. Porastom temperature gustoća zraka se smanjuje pa lakši zrak koji je topliji odlazi u više slojeve atmosfere. Zrak koji je topliji sadrži više vodene pare. Zrak koji udišemo je smjesa plinova, ali kako zrak konstantno struji i prelazi preko oceana i kopna sa različitim prirodnim okolišem tako može u sebi nositi male organizme kao što su virusi, bakterije i sjemenke koje mogu biti razlog onečišćenja te se mogu unesti u organizam putem udisanja. Bez zraka, temperature na Zemlji bile bi ispod nule. Sunce širi toplinsku energiju i zagrijava planet, u tom procesu dolazi do efekta staklenika. Ugljikov dioksid i drugi plinovi zadržavaju dio infracrvenog zračenja koje se oslobađa tokom hlađenja zemljine površine. Zrak ima i svojstvo smanjenja mogućnosti razaranja meteorita i asteroida koji padaju u zemljinu orbitu. Većina stijena koje ulaze u atmosferu isparavaju u zraku prije nego li stignu do površine. Još jedno svojstvo zraka je taj što omogućava ljudskom uhu da čuje zvuk. Zrak omogućava prijenos zvučnih valova od jednog odredišta do drugog. Ako bi nestalo zraka zvuk se više ne bi čuo. Molekule zraka uzrokuju i rasipanje ljubičaste i plave valne duljine sunčeve svjetlosti i zbog toga nebo je plavo, bez zraka bilo bi crno zauvijek.

Onečišćenje zraka izaziva problem na lokalnoj, europskoj i svjetskoj razini. Iako su se tokom zadnja tri, četiri desetljeća emisije brojnih onečišćivača smanjile. Problem izazivaju onečišćenja ozonom, dušičnim dioksidom i česticama koje ulaskom u zrak prijete zdravlju. Onečišćeni zrak ispušten u jednog zemlji ima mogućnost atmosferom dospjeti na druga mjesta te tako onemogućiti zdraviji život za okolinu i prirodu na tom području [15].

## 4.1 Izvori onečišćenja zraka

Pod onečišćenjem zraka podrazumijevaju se sve negativne tvari koje su prisutne u njemu. To su plinovi, pare, magle, dimovi i prašine koje u doticaju sa ljudima mogu imati poguban utjecaj na njih. U današnje vrijeme teško je naći područja sa čistim zrakom koji nema u sebi neko onečišćenje iz razloga što na zrak konstantno utječu globalna i lokalna onečišćenja. Veliki utjecaj na zagađenje ima i sam čovjek koji svojim postupcima i ponašanjem šteti sebi i prirodi. Industrijskim parama i plinovima, poljoprivredom, neracionalnim skladištenjem otpada i nedovoljnom brigom u kućanstvu i domaćinstvu. Za primjer utjecaja ljudi na zagađenje oko 90% amonijaka i 80% metana u zraku zaslužni su poljoprivrednici, dok oko 60% sumpornih oksida dolazi iz energetske postrojenja što je prikazano u tablici 2. Izgaranje goriva u motorima automobila glavni je čimbenik i u onečišćenju zraka.



**Slika 9.** Izvori onečišćenja zraka.

Izvor: : <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/signals-2013/graficki-informacije/izvori-oneciscenja-zraka-u-europi-2/view>

Uz onečišćenja koje stvara čovjek dolaze i prirodna kao što su vulkanske erupcije koje ispuštaju pepeo, dim i plinove. Šumski požari, velike koncentracije peludi i životinjski ostaci. Iako daleko od naših očiju pješčane oluje svojim djelovanjem unose onečišćujuće tvari u zrak i tako ih velikom brzinom rasprostranjuju. Slika 9. prikazuje izvore onečišćenja zraka. Onečišćeni zrak djeluje i na ljudsko zdravlje. Opasnosti koje mogu biti izazvane su alergijske reakcije, bolesti živčanog i krvožilnog sustava, dišne i kronične bolesti koje mogu izazvati smrt [16].

**Tablica 2.** Onečišćenje zraka od izvora u naseljenim mjestima [16]

Izvor	Pokazatelj onečišćenja zraka
Grijanje i kuhanje u kućanstvima	Lebdeće čestice (dim), sumpor-dioksid, ugljik-monoksid, dušikovi oksidi
Prijevoz	Ugljik-monoksid, dušikovi oksidi, ugljikovodici s olovom, oksidansi, lebdeće čestice (dim), sumpor-dioksid (diesel), neugodni mirisi
Proizvodnja energije: Termoelektrane, toplane, rafinerije, koksare, plinifikacija, likvefakcija ugljena	Sumpor-dioksid, dušikovi oksidi, ugljik-monoksid, ugljikovodici, lebdeće čestice, amonijak, aldehidi, merkaptani, sumporovodik, ugljik-dusulfidi, fenoli, čađa, policiklički aromatski ugljikovodici, neugodni mirisi
Proizvodnja i obrada kovina: teške kovine, aluminij	Lebdeće čestice (kovine), sumpor-dioksid, fluoride, ugljik-monoksid
Mineralni proizvodi: cement, azbest, staklo i staklena vuna, keramika	Prašina, azbestna vlakna, sumporov-dioksid, dušikovi oksidi, fluoridi
Kemijska industrija: organska i anorganska	Otapala, posebno onečišćenje i kiseline
Prehrambena industrija	Neugodni mirisi, dim
Ostalo: celuloza, papir, tekstil	Sumporovodik, merkaptani, sumpor-dioksid, hipokloriti, dušikovi oksidi, lebdeće čestice
Uklanjanje smeća: obrada i spaljivanje gradskog i opasnog otpada	Lebdeće čestice, sumporni oksidi, dušikovi oksidi, ugljik-monoksid, kloridi, fluoridi, ugljikovodici, lebdeće čestice, dioksidi

Prirodni izvori onečišćenja su izvori na koje čovjek ne može utjecati, a svakodnevno je sa njima u doticaju [17]:

- pustinjski pijesak i prašina nošeni vjetrom
- morska sol
- dim i pepeo
- alergeni koji putuju zrakom
- plinovi šumskih požara
- plinovi iz močvarnih područja
- bakterije i virusi
- magla
- pepeo i plinovi nastali vulkanskim aktivnostima
- prirodna isparavanja voda
- prirodna radioaktivnost

Plinovi koji se oslobađaju iz prirodnih izvora su ugljikov dioksid i ugljikov monoksid, sumporov dioksid, klor, vodik, metan, amonijak i vodena para.

Umjetni izvori onečišćenja su onečišćenja nastala aktivnostima ljudi i njihovom nepažnjom [16]:

- elektrane i toplane – onečišćenja nastala proizvodnjom toplinske i električne energije
- industrijska postrojenja i tvornice
- kemijska industrija
- poljoprivreda
- onečišćenja uzrokovana sredstvima za transport
- spaljivanje otpada
- djelatnosti koje se bave bojama, tiskanjem, rušenjem objekata
- zaprašivanje insekata

Plinovi koji se oslobađaju iz umjetnih izvora su ugljikov i sumporov dioksid, dušikov oksid, ozon i različiti ugljikovodici.

Ostale podjele izvora onečišćenja – izvori se mogu podijeliti na pojedinačne ili točkaste, linijske te površinske izvore [17]:

Pojedinačni ili točkasti – izolirani ili međusobno dovoljno udaljeni izvori koji ne utječu na onečišćenje istog prostora ( primjer su elektrane, rafinerije koje se ne nalaze jedna pored druge te tako predstavljaju jedini izvor onečišćenja)

Linijski – transportni putovi kojima se kreću sredstva za transport

Površinski – velik broj manjih izvora koji onečišćuju isti prostor (kotlovnice i industrijske zone).

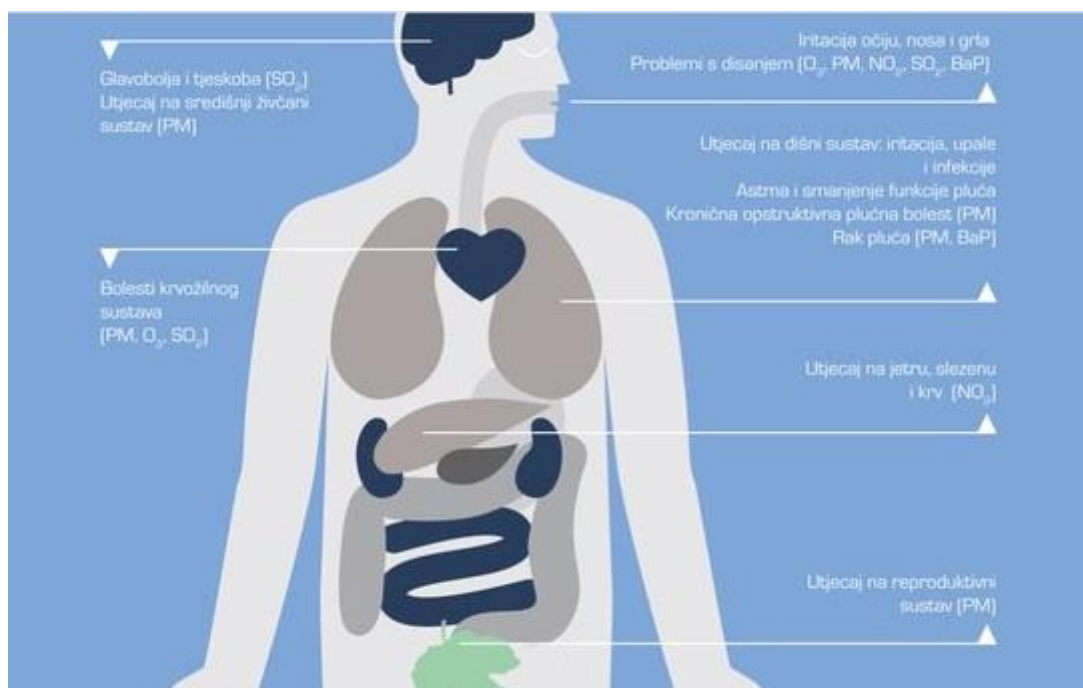
Uz plinove u atmosferu se otpuštaju i razni oblici krutih čestica koje s plinovima i vodenima parama tvore različite smjese. Prašinu čine lebdeće čestice mješavina čvrstih tvari dispergirane u plinovima. Vjetrovi i strujanje zraka raznosi prašinu po površini zemlje. Prašina ne mora uvijek biti štetna za stanovništvo, o tome ovisi njen sastav i koncentracija štetnih tvari u njoj iako se prema istraživanjima procjenjuje da na zemlju tokom godine padne preko deset milijuna tona. Magla i izmaglica su mješavina čestica koje su suspenzije čvrstih čestica ili kapljica tekućine kemikalija sa vodenom parom. Dio njihovog sastava je i ozon i on izravno utječe na stvaranje fotosmoga. Fotosmog iritira sluznice oka i dišnih putova te oštećuje proces fotosinteze. Dim je crni plin nastao izgaranjem ugljena. Sastoji se od ugljikovih i sumpornih oksida, te vodene pare i izrazito je štetan za ljudsko zdravlje. Ljudska ruka je veliki izazivač onečišćenja i zaslužna je za ekoterorizam i ekocid. To je namjerno izazivanje ekoloških katastrofa u cilju uništenja i razaranja. Do njega dolazi paljenjem izvora nafte i spremnika nafte. Onečišćenjem zraka dolazi i do promjene u atmosferi. Različiti kemijski plinovi izazivaju posljedice promijene klimatskih uvjeta na nekom području, a imaju i sposobnost primjene globalne klime na Zemlji što izravno utječe i na propadanje šuma i prirodne vegetacije.

Fosilna goriva svojim izgaranjem ispuštaju amonijak, organske kiseline, sumporne okside i spojeve ugljikovodika u atmosferu. Mjerenja državnog zavoda za meteorologiju pokazuju da 60% sumpornog dioksida dolazi iz susjednih država što zorno prikazuje kako onečišćenje zraka nije problem određenog područja već se strujanjem zraka putem vjetra ubrzano zagađenje širi posvuda. Vrlo važan izvor onečišćenja je prijevoz, čiji se opseg najbrže povećava. Unutar sektora prijevoza najveći porast bilježi prijevoz osobnim automobilima koji predstavlja najvažniji izvor onečišćujućih tvari u gradovima. Broj automobila je u stalnom

porastu proporcionalno porastu gradskog stanovništva, ali i zbog porasta životnog standarda građana. Osim toga mijenjaju se i životne navike. Ubrzani način života iziskuje brži ritam i smanjeno vrijeme te se za sve potrebe kao što je kupnja odlazi autom, ali i u slobodno vrijeme se auto koristi za odlazak na izlete i za razonodu [18].

## 4.2 Utjecaj onečišćenja zraka na zdravlje i organizam

Najveći problem koji se javlja kod onečišćenja zraka je opasnost za ljudski organizam. Najčešće bolesti koje zagađeni zrak može prouzrokovati su bolesti respiratornih organa kao što su rak pluća, bronhitis i emfizem. Čovjek u minuti udahne 15 do 18 puta te ako je u području gdje je zrak zagađen može doći do zdravstvenih problema. Iako kratkotrajno izlaganje neće uzrokovati ozbiljne probleme, duži kontakt sa zagađenim zrakom uz respiratorne smetnje, može dovesti i do srčanih problema i mogućnosti karcinoma. Mlado stanovništvo je u povoljnijem položaju i lakše podnose zagađenje i njegove posljedice. Ispuštanje otpadnih plinova pod utjecajem meteoroloških uvjeta vraćaju ih iz atmosfere na donji sloj zraka pa su ljudi i životinje izloženi opasnostima, a dolazi i do oštećenja materijala.



**Slika 10.** Učinci zagađenog zraka na ljudski organizam.

Izvor: <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/signals-2013/graficki-informacije/izvori-oneciscenja-zraka-u-europi-2/view>

Naglim unaprjeđenjem industrije u gradovima i izgradnjom industrijskih područja povećala se smrtnost rizičnih skupina stanovništva. Takva saznanja poticala su znanstvenike na proučavanje raznih studija i testova kako bi se utvrdilo stanje zraka na tim područjima.

Rezultati su pokazali da zajedničko djelovanje većeg broja čestica i plinova iz tvornica uz jaku prizemnu temperaturnu inverziju. Zimi u dimu i magli nastaje smog koji se sastoji od sumpornog dioksida i čađe. U razvijenim zemljama svijeta već su se šezdesetih godina prošlog stoljeća vršila ispitivanja da bi se proučio utjecaj onečišćenog zraka na ljudski organizam. Stanje zraka sa kojim smo danas suočeni ima negativne posljedice uz ljudsko zdravlje i na planetu Zemlju. Kada se govori o zdravstvenim tegobama, razvijene su bolesti od kojih danas oboljeva sve veći broj stanovništva. To su alergije i bolesti dišnih sustava poput astme i tumora koje danas sve više pogađaju djecu mlađih dobnih skupina koje su slikovito prikazane na slici 10. Posljedice mogu biti i trenutne, a to su vrtoglavica, glavobolja, kašalj, svrab u grlu, gušenje. Glavne tvari koje utječu na onečišćenje zraka u zatvorenim prostorima su ugljikov monoksid, dušični oksid, mikroorganizmi i duhanski dim. Duhanski dim je najštetniji među njima iz razloga što se u njemu nalazi preko 4000 kemijskih sastojaka. Najštetniji za ljudsko zdravlje su katran, nikotin, lebdeće čestice, ugljikov monoksid. Zdravstvena organizacije je 1975. pušenje proglasila najčešćim uzročnikom bolesti kao što su bolest srca i krvnih žila, bolest pluća i dišnih putova. Izaziva i rak pluća, usta, grla i gušterače.

Onečišćeni zrak ne oštećuje sva tkiva jednako, već njegov učinak ovisi o koncentraciji i trajanju djelovanja onečišćenja, kemijskim svojstvima, mjestu na kojem djeluje i stanju organizma pojedine osobe. Na učinak utječe i stil života osobe, prehrana i navike, te organske bolesti i genetske predispozicije. Štetne tvari najčešće ulaze kroz dišni sustav, kožu i probavni sustav. Onečišćujuće tvari iz zraka ulaze u organizam kroz dišni sustav, kožu i probavni sustav. Čvrste tvari raspršene kao prašina i dimovi mogu se unesti kroz pluća, ali se mogu prenijeti i s ruku na hranu pa ući u probavni sustav. Ljudski organizam različito reagira na štetne tvari te tako neki organizmi mogu pri prvom učinku biti oštećeni. Štetne tvari iz atmosfere izazivaju kronične bolesti kao što su ometanje rasta i razvoja, smetnje važnih fizioloških sustava. Prema svjetskoj zdravstvenoj organizaciji bitni su i neizravni učinci onečišćenja zraka na ljude koji se prenose biljkama i životinjama [19].



### 4.3 Zaštita zraka

Kako je zrak najpotrebniji izvor života njegova zaštita je neophodna za ljudski život. Sva područja čistog zraka potrebno je zaštititi mjerama opreza kako se ne bi narušila kakvoća i kvaliteta zraka tokom izgradnje nekog objekta i ostalih aktivnosti kojima se čovjek bavi. Na mjestima na kojima se planira izgradnja potrebno je prvo provesti mjere zaštite i prostorno planiranje, te uz to prije odobrenja, analizirati utjecaj gradnje na okoliš. Na temelju ocjene kakvoće zraka područja se označuju kao čista, umjereno čista i onečišćena. U zaštićenim područjima kao što su nacionalni parkovi, parkovi prirode, rezervati životinja i područja za rekreaciju uvjeti su drugačiji i stroži. U njima se koncentracija otpadnih tvari u zraku i kvaliteta zraka češće i ozbiljnije testira. Oni spadaju pod čista područja. U umjereno čistim područjima potrebno je uz mjere razraditi i plan za poboljšanje kvalitete zraka. Primjer su zamjene prirodnih dobara, daljinsko grijanje, unaprjeđenje javnog prijevoza, nadgledanje i sanacija izvora onečišćenja. Kod područja onečišćenog zraka mjere se provode isto kao u prva dva slučaja ali postupci se moraju provesti brže i temeljitije. Zbog takvih slučajeva u nekim zemljama su doneseni posebni propisi za takve situacije koje se izazvane nepovoljnim meteorološkim uvjetima te je tokom mjerenja kvalitete određeno duže vrijeme koncentracija onečišćenih tvari veća od graničnih vrijednosti. Neke od mjera u takvim situacijama mogu biti ograničenja fosilnih goriva, prijevoza i rada industrija. Iako potrebno je naglasiti kako zaštitne mjere mogu imati i štetne posljedice ako nisu sprovedene na siguran način, a prije toga i isplanirane i provjerene. Štete mogu uz materijalne biti i pogubne za zdravlje ljudi. Primjer je da tokom prestanka rada pogona mogu nastati još štetnije tvari koje onečišćuju okoliš. Preporuča se da se osjetljive skupine stanovništva kloniti takvih mjesta.

Da bi se smanjile štete od onečišćenja zraka poduzimaju se mjere i aktivnosti u sklopu politike zaštite okoliša. Dije se u dvije skupine :

- Mjere sprječavanja onečišćenja
- Mjere za sanaciju

U prvu skupine pripadaju one koje se trebaju provoditi tokom planiranja – odabir pogodnih lokacija za izgradnju, određivanje udaljenosti pogona od ostalih objekata i ispravno planiranje izgradnje prometnica.

## 5. Održivi razvoj

Održivi razvoj predstavlja održavanje ravnoteže između ljudske potrebe za poboljšanjem kvalitete življenja s jedne strane te očuvanje prirodnih ekosustava o kojima ovise buduće generacije.

Razvoj ekonomije i zaštita i sigurnost u stalnom su sukobu pogleda i stajališta, te se ideja održivog razvoja počela razvijati kako bi te dvije strane spojile i imale isti cilj postizanja ekonomskog razvoja uz istodobnu zaštitu okoliša. Održivi razvoj treba osigurati:

- zadovoljenje osnovnih ljudskih potreba i razumnih standarda blagostanja za sva živa bića
- postizanje jednakih životnih standarda unutar i među stanovništvom cijelog svijeta
- promjene koje se mora provoditi s velikim oprezom prema njihovom sadašnjem ili mogućem prekidu biotičke raznolikosti i regenerativne sposobnosti prirode
- promjene koje ne smije ugrožavati mogućnost budućih naraštaja da postignu slične životne standarde

Najpoznatiji globalni akcijski plan za zaštitu okoliša je Agenda 21 iz 1992. godine. Donesena je na UN-ovoj konferenciji o okolišu i razvoju u Rio de Janeiru. Agenda 21 je skup uputa za pojedince, poslodavce i vladine organizacije za usmjeravanje razvoja na način da on pomaže društvu i vodi brigu o okolišu. Govori o zaštiti okoliša i upravljanju prirodnim izvorima i jačanju uloge osnovnih društvenih skupina. Predstavnicima 178 zemalja su se obvezali na djelovanje. Unutar tih 178 zemalja je i Hrvatska. Sadržaj glasi kako razvoj obuhvaća tri područja; to su okoliš, ekonomija i društvo. Posebno naglašeno je potreba edukacije i podizanje svijesti o okolišu i informiranje javnosti kako bi se kroz nju pobliže osvijestili stanovnici. Zakonom o zaštiti okoliša iz 2007. godine određena je strategija održivog razvoja RH. Za njegovo upravljanje odgovorno je Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva [20].

## 6. Zaključak

Onečišćenje vode, zraka i tla uzrokovano je naglim razvojem industrije i ljudske civilizacije, a uslijed toga naglim porastom poljoprivrednih zemljišta i nekontroliranom upotrebom pesticida i umjetnih gnojiva. Svim ovim djelatnostima čovjek je promijenio i poremetio ne samo koncentracije prirodnih tvari, već i unio znatan broj novih u prirodi nepoznatih spojeva. Onečišćenje tla, vode i zraka je u prirodnoj simbiozi i utjecaj na jedan resurs, povlači utjecaj i na ostale. Na onečišćenje okoliša opasnim tvarima znatno utječu i kemijske i naftne nesreće i katastrofe, koje su vrlo često prouzrokovane ljudskim nemarom i neznanjem. Iako danas postoje i primjenjuju se određene mjere za kontrolu onečišćenja, još uvijek postoji značajna potreba za povećanjem globalne svijesti i pravilnog educiranja ljudske populacije o rizicima koje donosi nekontrolirana uporaba i ispuštanje opasnih tvari. U nekim područjima zaštita okoliša je uznapredovala do određene mjere, ali i dalje je to najveći problem čovječanstva uz problem gladi. Problem onečišćenja okoliša je kako globalni, tako i problem zajednice koji je potrebno riješiti i kao takvog ga svesti na što manju moguću razinu kako bi se zaštitile i buduće generacije.

## 7. Literatura

1. Anonymus: Portal škole: Onečišćenje slatkih voda (2011). Dostupno na: <https://www.skole.hr/oneciscenje-slatkih-voda/> , ( 31.7.2022.)
2. Filipan T., Prpić B., Ružinski N.: Kisele kiše, Eko kutak (1996). Dostupno na: <http://ekokutak.pondi.hr/KiseleKise.htm>
3. Anonymus: Plastični otpad u morima: činjenice, posljedice i nova pravila EU-a, Europska komisija (2018). Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20181005STO15110/plasticni-otpad-u-morima-cinjenice-posljedice-i-nova-pravila-eu-a> ,( 20.6.2022.)
4. Roje T.: Zagađenje mora, Bioteka (2012). Dostupno na: <http://www.bioteka.hr/modules/okolis/article.php?storyid=9g> , (22.6.2022.)
5. Biondić D.: Strategija upravljanja vodama, Hrvatske vode, (2019).
6. Sofilić T.: Ekotoksikologija, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak (2014). Dostupno na: [http://bib.irb.hr/datoteka/743709.Tahir\\_Sofilic\\_EKOTOKSIKOLOGIJA.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/743709.Tahir_Sofilic_EKOTOKSIKOLOGIJA.pdf)
7. Sofilić T.: Onečišćenje i zaštita tla, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak (2014). Dostupno na: [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) ,(29.6.2022.)
8. Martić G.: Degradacija tla, Završni rad, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti (2020). Dostupno na: <https://repositorij.fazos.hr/islandora/object/pfos%3A2339/datastream/PDF/view> (29.6.2022.)
9. Špoljar A.: Procesi degradacije tla, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, (2016.). Dostupno na: <https://www.vguk.hr/multimedia/0bdf1dc1360d2f35b68ffcdcbcf83517f91a0eb5905b11b62f814bd0249d4ef3c8e7beb1547202067.pdf>
10. Bečvardi, LJ.: Onečišćenje okoliša, Završni rad, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju (2015). Dostupno na: <https://repositorij.kemija.unios.hr/islandora/object/kemos:78> , (30.6.2022.)
11. Mešić A.: Pesticidi, Hrvatska tehnička enciklopedija, Online izdanje (2021). Dostupno na: <https://tehnika.lzmk.hr/pesticidi-2/> ( 30.6.2022.),
12. Čížek, J., Vajdon, V., Pesticidi i okoliš, Hrvatska paneuropska unija, Zagreb, 2007.

13. Krnić K.: Teški metali u tlu, Stercoratio (2019). Dostupno na: <https://stercoratio.hr/vijesti/teski-metali-u-tlu/> ,(1.7.2022.)
14. Jug I.: Štetne tvari u tlu, Online prezentacija kolegija Osnove agroekologije, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, (2016). Dostupno na: [http://ishranabilja.com.hr/literatura/osnove\\_agroekologije/Stetne%20tvari%20u%20tlu.pdf](http://ishranabilja.com.hr/literatura/osnove_agroekologije/Stetne%20tvari%20u%20tlu.pdf) , (1.7.2022.)
15. Paviša P.: Onečišćenje zraka u Republici Hrvatskoj, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet (2020.) Dostupno na: <https://repozitorij.efzg.unizg.hr/islandora/object/efzg:5303/datastream/PDF/view> ,(18.5.2022.)
16. Čuvalo I.: Onečišćenje zraka i okoliša, Završni rad, Veleučilište u Karlovcu (2021). Dostupno na: <https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka:1849/datastream/PDF/view> , (18.5.2022.)
17. Grubišić V.: Ozon u atmosferi, polarne ozonske rupe i fotosmog, Geofizika (1990) 95-106. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/clanak/32731> (22.5.2022.)
18. Zakon o zaštiti zraka, Narodne novine, (2022.),<https://www.zakon.hr/z/269/Zakon-o-za%C5%A1titi-zraka> ,(24.5.2022.)
19. MSD priručnik: Bolesti izazvane zagađenjem zraka, (2005). Dostupno na: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/pulmologija/plucne-bolesti-izazvane-vanjskim-faktorima/bolesti-izazvane-zagadjenjem-zraka> , (28.5.2022.)
20. Anonymus: Održivi razvoj, Odras (2020). Dostupno na: <https://www.odraz.hr/nase teme/odrzivi-razvoj/odrzivi-razvoj/> , (28.5.2022.)

## 8. Popis tablica i grafova

<b>Tablica 1.</b> Onečišćujuće tvari u tlu i njihovi izvori .....	15
<b>Tablica 2.</b> Onečišćenje zraka od izvora u naseljenim mjestima.....	26

## 9. Popis slika

Slika 1. Priroda nakon djelovanja kisele kiše.....	4
Slika 2. Prikaz nastajanja i djelovanja kisele kiše.....	5
Slika 3. Otpad u moru.....	6
Slike 4. Prikaz Tankera Exxon Valdez iz 1989.....	9
Slika 5. Ptice prekrivene naftom.....	10
Slika 6. Gašenje požara u Meksičkom Zaljevu.....	11
Slika 7. Izvori onečišćenja tla.....	14
Slika 8. Prikaz djelovanja erozije na tlo.....	19
Slika 9. Izvor onečišćenja zraka.....	25
Slika 10. Učinci zagađenog zraka na ljudski organizam.....	30