Onečišćenje okoliša

Bečvardi, Ljiljana

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Chemistry / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:182:654167

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Department of Chemistry, Osijek







Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
Odjel za kemiju

Preddiplomski studij kemije

Ljiljana Bečvardi

Onečišćenje okoliša

Završni rad

Mentor: doc. dr. sc. Mirela Samardžić
Neposredni voditelj: dr. sc. Olivera Galović

Osijek, 2015

Sažetak

Problem onečišćenja prirode i okoliša trajna je pojava tijekom povijesti našeg planeta, ali je izrazito pojačan posljednjih nekoliko desetljeća. Onečišćenje prirode i okoliša svako je unošenje štetnih tvari i energije koje narušava prirodni sklad vode, zraka i tla.

Onečišćenje vode predstavlja kvantitativno i kvalitativno odstupanje od normalnog i prirodnog, kemijskog, biološkog i fizičkog sastava i kakvoće. Glavni onečišćivaći su otpadne vode, koje ovisno o mjestu nastanka mogu biti komunalne, kućanske, oborinske, industrijske, procesne, itd.

Onečišćenje zraka može biti lokalno i globalno. Lokalno onečišćenje je vezano uz gradove i industrijska područja dok je globalno vezano za onečišćenje zraka u cijelosti. Glavni onečišćivaći zraka su razni plinovi koji nastaju kemijskim procesima te erupcije vulkana.

Onečišćenje tla također može biti lokalno i globalno, lokalno je vezano uz velike gradove i veća industrijska područja, a globalno je vezano uz prijenos štetnih tvari oborinama, vodotocima i podzemnim vodama. Glavni onečišćivači tla su poljoprivredna proizvodnja i smeće.

Ključne riječi: onečišćenje, onečišćivači, okoliš, voda, zrak, tlo

Abstract

The environment and nature pollution problem is a permanent phenomenom throught the history of our planet and it is markedly enhanced in the last few decades. Every kind of harmful substances and energy that disrupts the natural balance of water, air and soil pollutes nature and the environment.

Water pollution presents quantitative and qualitative deviation from the normal and natural, chemical, biological and pshysical composition and quality. The main polluters are waste waters, which depending on their origin can be communal, household, industrial and processed, stormwater, etc.

Air pollution can be local and global. Local pollution is related to cities and industrial areas, while global pollution is related to air pollution altogether. The main air polluters are various gasses formed by chemical processes and volcanic eruptions.

Soil pollution can also be local and global, local is related to big cities and major industrial areas, while global is related to the transmission of harmful substances such as: precipitation, streams and groundwaters. The main polluters are agricultural production and garbage.

Key words: pollution, polluters, environment, water, air, soil

Sadržaj

1.UVOD.....1
2.ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA I IZVORI ONEČIŠĆENJA.....2
3.OŠTEĆENJE I ONEČIŠĆENJE TLA.....6
4.ONEČIŠĆENJE VODA.....11
4.1.Izvori onečišćenja voda.....12
4.2.Vrste onečišćenja voda.....13
4.2.1.Kemijsko onečišćenje.....13
4.2.2.Biološko zagađenje.....13
4.2.3.Fizikalno onečišćenje.....13
5.ONEČIŠĆENJE ZRAKA.....14
5.1.Izvori onečišćenja zraka.....14
5.1.1.Prirodni izvori.....14
5.1.2.Antropogeni izvori.....15
5.2.Učinak staklenika.....17
5.3.Kisele kiše.....18
5.4.Ozonska rupa.....19
6.ZAKLJUČAK.....22
7.POPIS LITERATURE.....23

1. UVOD

U posljednjih nekoliko godina svjedoci smo brojnih ekoloških katastrofa koje su zadesile naš planet i također svakodnevno možemo vidjeti razmjere onečišćenja i zagađenja našeg planeta. Znanost koja se bavi upravo izučavanjem direktnih ili indirektnih učinaka ksenobiotika na ekosustav, na sve živuće organizme i životne zajednice naziva se ekotoksiokologija.

Postoje brojne definicije ekotoksiokologije a ona koja se najviše koristi je svakako da je ekotoksiokologija znanost koja izučava svaku kvalitativnu i kvantitativnu promjenu fizikalnih, kemijskih i bioloških karakteristika okoliša [1].

Pojam ksenobiotik (eng. *Xnenobiotics*) često se koristi u kontekstu zagađivača. To su tvari koje ne postoje u prirodi ali ih je čovjek sintetizirao, a oni postaju problem kada ih nije moguće razgraditi. Npr. to su pesticidi, herbicidi, prirodne organske kemikalije, poliaromatski ugljikovodici, neke frakcije ugljena i nafte, plastika i industrijski otpad i dr.

Sam problem onečišćenja prirode i okoliša pojava je koja ima duboke korijene u dalekoj povijesti ali je izrazito pojačan tek posljednjih nekoliko desetljeća. Biosfera je posebice opterećena velikim brojem različitih izvora onečišćenja te se u posljednje vrijeme također znatno povećava i količina emisije pojedinih štetnih tvari.

2. ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA I IZVORI ONEČIŠĆENJA

Ekologija se definira kao znanost o odnosima između organizama i okoliša pri čemu je sam okoliš kombinacija vanjskih uvjeta koji utječu na rast i razvoj organizma [2]. Čovjek je svakako na najvišem stupnju razvoja te on svojim djelovanjem mijenja okoliš i utječe na njega. Za razliku od drugih organizama čovjek također stvara i povezuje kulturu, sociološka, gospodarska i politička zbivanja pa je on prije svega poveznica cjelokupnog života i stanja na Zemlji.

Sama zabrinutost čovjeka za onečišćenje okoliša nije se pojavila tek posljednjih nekoliko godina, već su onečišćenja zraka, vode, tla i života općenito oduvijek prisutna kao temeljna društvena pitanja. U posljednjih nekoliko desetljeća tj. od pojave industrijske revolucije kada je zabilježen nagli porast broja tvornica, ispušnih plinova, stvaranja buke i otpadaka došlo je do značajnih promjena u izgledu okoliša.

Onečišćenje okoliša nastaje onečišćenjem zraka, zemlje, vode, zatim stvaranjem i gomilanjem čvrstih otpadaka, stvaranjem buke i mijenjanjem izgleda okoliša. S obzirom na uvjete okoliša i vrstu onečišćivača mogu se javiti i određene specifičnosti vezane uz te uvjete i vrste. Sva onečišćenja okoliša imaju utjecaja na floru i faunu, a posredno i neposredno na čovjeka.

U neprekidnoj borbi i želji da savlada prirodu, iskoristi izvore i bogatstva koja mu ona pruža, čovjek je dosegnuo granice vlastitog opstanka. Po prvi put u povijesti čovječanstva dovedena je u pitanje sposobnost Zemlje da stvara i obnavlja život. Pod utjecajem ljudskih aktivnosti okoliš planete se ubrzano mijenja. Da bi zadovoljio svoje neposredne i dugoročne potrebe, čovjek je uspio preoblikovati gotovo sav svoj okoliš. Očuvanje prirode i čovjekova okoliša jedna je od najviših vrednota svake zemlje.

Prema današnjoj klasifikaciji onečišćavači okoliša mogu se svrstati u pet osnovnih skupina [2]:

- Prirodni onečišćavači
- Minerali kao onećiščavači (živa, kadmij, olovo, cink)
- Izgaranje goriva
- Upotreba kemikalija
- Nuklearni otpad

U prirodne onečišćivače ubrajaju se sve vrste običnih (klasičnih) otpadaka, i među njima je najveći i u cijelom svijetu najrasprostranjeniji onečišćivač nepročišćena otpadna voda. Svjetska zdravstvena organizacija navodi da se onečišćena otpadna voda javlja kao uzrok 80 posto oboljenja u svijetu te da oko 25 milijuna ljudi u Trećem svijetu umire svake godine zbog onečišćene vode. Prirodni organizmi razlažu biološke otpatke, ali zbog prekomjernog korištenja voda, otpadne vode ostaju kao veliki onečišćivači.

Suvremeni razvoj i tehnologija koriste velike količine različitih minerala među kojima su najopasniji: živa, kadmij, olovo, cink i drugi teški metali. Njihov kemijski sastav je takav da ih priroda ne može jednostavno razgrađivati. Prevelika upotreba teških metala može prouzrokovati probleme. Naime, zbog svoje otpornosti na raspadanje (dugotrajnosti) oni se mogu nagomilati u tijelu životinja kroz lanac ishrane i tako postaju opasni i za životinje i za čovjeka.

Živa se koristi u mnogim industrijskim procesima i kod izrade pesticida, pa preko otpadnih voda ili preko površinskih voda dolazi do rijeka i mora. Kadmij se koristi kao premaz i kod proizvodnje baterija, a također je opasan za ljude. Onečišćenje kadmijem najčešće se pojavljuje kod rudarenja metala i u topionicama. Olovo, azbest i neki drugi elementi su također u veoma čestoj uporabi, a mogu biti opasni za zdravlje čovjeka.

Kod izgaranja pojedinih klasičnih goriva oslobađa se velik dio otrovnih plinova različitih sastava, koji mogu negativno utjecati na floru i faunu te na ostala gospodarska dobra (npr. građevine). U novije vrijeme puno pažnje se posvećuje fotokemijskom smogu, kiselim kišama i sadržaju ugljikova dioksida u atmosferi. Pored klasičnih goriva, u proizvodnji električne energije upotrebljavaju se i nuklearna goriva. Uran je osnovno nuklearno gorivo kod reakcije fisije (danas u komercijalnoj upotrebi) koje uzrokuje onečišćenje kojeg se čovječanstvo najviše boji, a to je radijacija. Neki uranovi sporedni spojevi mogu biti smrtonosni kroz tisuće godina.

Kad je u pitanju onečišćenje tla, u nastavku se navode samo neki karakteristični primjeri, a oni su [2]:

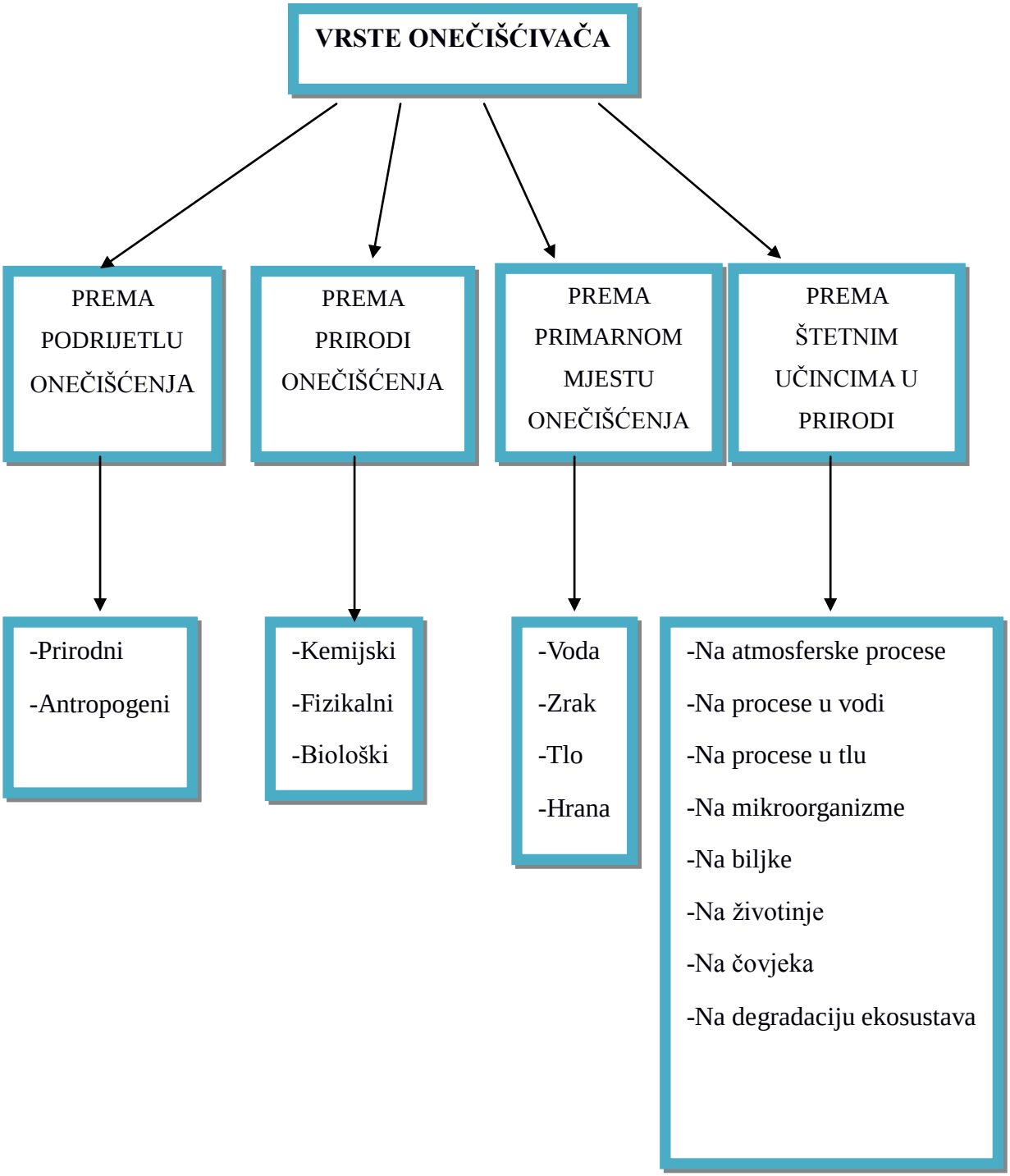
- prosipanje opasnih tvari iz kontejnera zbog toga što su ovi oštećeni ili prepunjeni,
- prometne nesreće u kojima dolazi do gubljenja sadržaja velikih cisterni ili kontejnera,
- istjecanje opasnih materija iz podzemnih rezervoara, gdje se obično zagade velike količine tla prije nego što se stignu poduzeti bilo kakve mjere,
- skladištenje veće količine opasnih materija na golom zemljištu može prouzročiti vrlo težak oblik kontaminacije tla,
- upotreba umjetnih gnojiva i pesticida (u većim količinama može zemljištu više štetiti nego koristiti),
- zakiseljavanje zemljišta kiselim kišama,
- radioaktivne oborine.

Onečišćenje tla može ograničiti upotrebljivost zemljišta jer posljedice mogu biti štetne ne samo za biljni i životinjski svijet, već i za samog čovjeka. Šteta može nastati iz izravnog dodira između objekta i tla ili posredno preko nekog nositelja.

Tako npr. direktno uzimanje trave povlači za sobom i dio zemljišta koje životinje prilikom ispaše neminovno unose u sebe. Štetni sadržaji se mogu akumulirati npr. u mlijeku, a preko mlijeka se unose u organizam čovjeka. Velike količine opasnog otrovnog otpada proizvode najrazvijenije zemlje svijeta. Tako SAD proizvode 60 milijuna tona opasnih otpada godišnje, EU oko 50 milijuna [2].

Ti otpaci mogu biti otrovni, korozivni, eksplozivni ili dugotrajni i, ukoliko se njima krivo raspolaže, oni mogu izazvati velike probleme. Kako su neki otpadi bezazleni dok se ne spoje s nekim drugima, a mnogi od njih se proizvode u malim količinama i pomiješani su s neopasnim supstancama, teško je slijediti im trag. Obično se ne zna koliko se opasnog otpada proizvodi u pojedinim zemljama, tko ga proizvodi, kakav je otpad, niti što se događa s tim otpadom.

Na grafikonu broj 1 prikazana je detaljna podjela onečišćavača prema Springeru.



Grafikon 1. Vrste onečišćavača [1]

3. OŠTEĆENJE I ONEČIŠĆENJE TLA

Oštećenje tla javlja se kao izravna posljedica prije svega čovjekova utjecaja, a zatim brojnih prirodnih utjecaja, ali za razliku od vode i zraka onečišćenju i oštećenju tla se ne pridodaje tolika pozornost. Prema nekim istraživanjima gotovo 1/3 ukupnog tla je oštećena i to u tolikoj mjeri da se gotovo niti ne može popravit, a najveći uzroci oštećenja i degradacije tla su pretjerana ispaša, neprikladna poljoprivredna praksa i pretjerano krčenje šuma.

Klasifikacija oštećenja tla je složen postupak valorizacije i rangiranja opasnih degradacijskih procesa, pri čemu se treba voditi posebna briga oko značajki tla i odabiru jedne od značajki tla kao polazišne osnove za ocjenu stupnja onečišćenja. Klasifikacija oštećenja tla prikazana je u tablici 1.

Stupanj oštećenja	Vrsta oštećenja	Procesi oštećenja	Posljedice
I. stupanj	Degradacija tala u intenzivnoj proizvodnji	1.1.Degradacija fizikalnih značajki tala 1.2.Degradacija kemijskih značajki 1.3.Degradacija bioloških značajki 1.4.Degradacija hidromelioracijama	Antropogena izbijanja tla Poremećaj vodozračnih prilika Veliki utrošak energije u obradi Zakiseljavanje i zaslanjivanje Fitotokisčni učinci Smanjenje biogenosti Poremećen odnos mikroflore, infekcija tla
II. stupanj	Onečišćenje - Zagađenje	2.1.Teški metali i ostali toksični elementi 2.2.Ostaci pesticida i PAH-ovi 2.3.Petrokemikalije 2.4.Radionuklidi 2.5.Imisijska acidifikacija	Hrana neupotrebljiva zbog mutagenog, kancerogenog ili teratogenog djelovanja Depresija rasta biljke Fitotoksični učinci Ugroženi drugi ekosustavi
III. stupanj	Premještanje - Translokacija	3.1.Erozija vodom i vjetrom 3.2.Ekspolatacija kamena, šljunka i drugih građevinskih elemenata 3.3.Odnošenje tla plodinama 3.4.Posudišta tla	Gubitak dijela tla ili cijelog profila Promjena stratigrafije profila Smanjenje proizvodnih površina Smetnje u obradi tla Povećana heterogenost pokrova tla

		3.5.Prekrivanje komunalnim i proizvodnim otpadom 3.6.Prekrivanje drugim tlom 3.7.Oštećenje šumskim požarom	Povećani troškovi proizvodnje Smanjen prinos Ugroženi drugi ekosustavi Gubitak proizvodnih površina
IV. stupanj	Prenamjena	4.1.Izgradnja urbanih područja 4.2.Industrijski, energetski objekti, prometnice, zračne luke 4.3.Hidroakumulacije	Smanjena ukupna površina

Tablica 1. Klasifikacija oštećenja tla [3]

Onečišćenje tla mijenja strukturu samog tla i uvelike utječe na razvoj biljnog i životinjskog svijeta. Samo onečišćenje tla može nastati izravnim dodirom između objekta onečišćenja i tla ili neposrednim kontaktom preko „posrednika“ tj. „nositelja“.

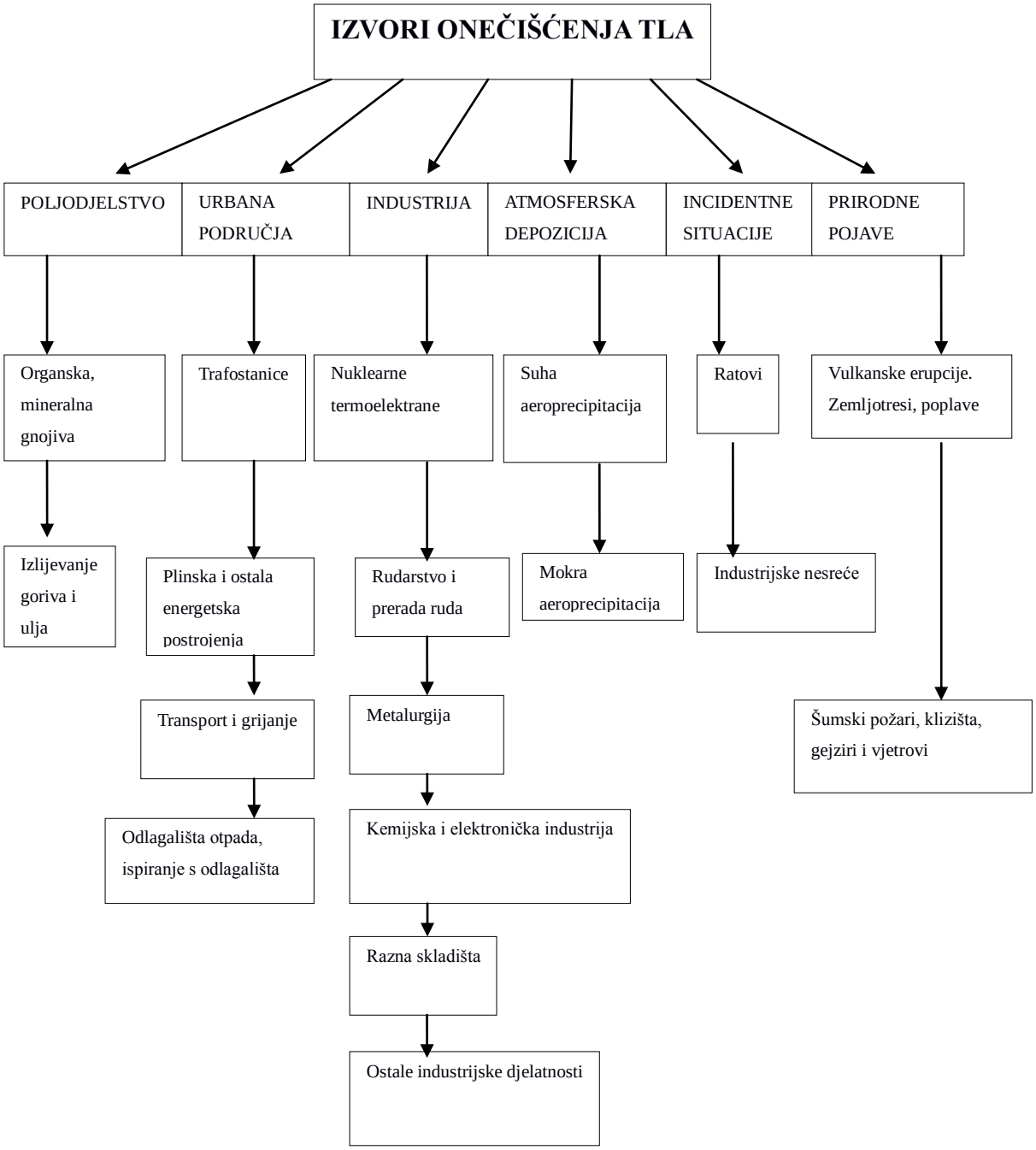
Pojava onečišćenih tala izravna je posljedica modernog društva i ekspanzije industrijske revolucije.

Primjer onečišćenja tla prikazan je na slici 1.



Slika 1. Onečišćenje tla [4]

Glavni izvori onečišćenja tla su prikazani na grafikonu 2.



Grafikon 2. Izvori onečišćenja tla [5]

Ukoliko se sumnja da je tlo na nekom području onečićeno, vrši se ispitivanje koje se odvija u 3 faze:

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

Postoje brojni štetni utjecaji onečišćenja tla na ljude od kojih su nablaži oni alergijski utjecaji, a postoje i brojni drugi složeniji efekti koji ovise o samoj otpornosti osobe.

Glavna opasnost za ljudsko zdravlje dolazi prilikom izravnog kontakta osobe s onečišćenim tlom tj. dodirom kože čovjeka i onečišćenog tla. Posljedice mogu biti dugotrajne i kratkotrajne. Kancerogene tvari u tlu opasne su ukoliko postoji dugotrajno izlaganje čak i u malim dozama. Uz pretpostavku da postoji odnos doza – reakcija, i da nema količine koja ne može izazvati efekt, može se prilikom unošenja materijala onečišćenog otrovnom supstancom primjeniti sljedeći odnos (1) [2].

$$C = \frac{D*W}{S} \qquad (1)$$

Gdje je:

C – „sigurna“ koncentracija otrovne tvari u neotrovnom nositelju

D - maksimalna doza koja ne uzrokuje nikakav štetan efekt na objekt

W – masa objekta

S – masa unesene kontaminirane tvari

S obzirom na gore navedenu formulu postoje prema zakonskim propisima, doze otrova koje izazivaju smrt kod 50% pokusnih životinja naziva se LD50 (LD = “*lethal dose*”).

-LD75 - doza kod koje ugiba 75% istraživanih životinja nakon jednokratnog unosa neke tvari.
-EC50 (”*effect concentration*”) - koncentracija tvari koja rezultira 50 % štetnim učinkom na populaciju.
-LOEC (”*lowest observable effect concentration*”) - najniža koncentracija koja izaziva vidljivi štetni učinak.

Osim na samoga čovjeka onečišćenje tla može također imati utjecaja i na građevinske materijale.

Tako su beton i cement podložni napadu sulfata, za obični cement pH mora biti iznad 6,4 inače se mora upotrebljavati specijalna vrsta cementa. Osim na cement i beton onečišćenje tla može utjecati i na razne metale, a mjera u kojoj će korozija metala biti problem ovisi o samom korištenom metalu [2]:

- Za aluminij pH tla mora biti između 6,5 i 7,5;
- Cink je otporniji prema lužnatom djelovanju a u dodiru s bakrom korodira;
- Na bakar utječu topljivi amonijevi spojevi;
- Željezo i čelik posebno su osjetljivi na tla bogata sulfatima i sulfitima.

Šume su osnova bioproduktivnog sustava, one omogućuju i daju gorivo, mineralne tvari, materijal za građu te štite samo tlo od erozije i reguliraju vodni balans i klimatske prilike. Kao najpoznatiji primjer uništenja šumskih površina su gole padine Himalaje i Anda, koje ujedno uzrkuju eroziju tla, poplave te velike nanose mulja.

4. ONEČIŠĆENJE VODA

Onečišćenje voda je kvalitatvno i kvantitativno odstupanje od normalnog i prirodnog kemijskog, fizičkog i biološkog sastava i kakvoće, koje ima neželjene posljedice na zdravlje čovjeka i ostalih živih organizama. Najveće posljedice ima na ekosustav te na gospodarstvo.

U vrijeme kada nije bilo toliko tvornica i dok industrija nije bila razvijena najveći onečišćivači voda bili su mikroorganizmi koji su putem fekalnih voda zagađivali rijeke, jezera i mora.

Zagađena voda je glavni uzročnik nastajanja brojnih bolesti kao što su epidemija kolere, kuge, tifusa, paratifusa i dizenterije. Voda također može biti i uzročnih brojnih drugih bolesti kod ljudi i životinja kao što su tularemija, tuberkuloza. Današnjim brojnim propisima i preventivnim mjerama uvelike je smanjena mogućnost od zaraze [6].

Suočeni smo s onečišćenjem voda različitim kemijskim tvarima. Razlog tome je suvremeni život urbanog i ruralnog čovjeka, povećana industrijalizacija i moderna poljoprivreda. Zbog toga je pitanje onečišćenosti voda jedan od najaktualnijih problema za zdravlje i život samog čovjeka. Potreba za kvalitetnom vodom sve je veća.

Jedno prosječno četveročlano kućanstvo potroši oko 500 litara vode na dan. Oko 50 % ukupne dnevne potrošnje vode na Zemlji otpada na potrebe industrije. Veliku količinu vode troše željezare - od 75 do 140 tona vode po toni proizvedenog čelika. Za proizvodnju tone kokosa potroši se oko 400 tona vode, a za proizvodnju tone umjetnih vlakana čak 5000 tona vode. Kod intenzivne poljoprivredne proizvodnje također se troše velike količine vode. Za proizvodnju kilograma pšenice potroši se oko 400 litara vode, a za proizvodnju kilograma mesa čak od 20.000 do 50.000 litara [1]. Zbog toga se pri planiranju gradnje ljudskih naselja (gradova), industrijskih postrojenja, farmi životinja ili novih ratarskih površina mora voditi briga o blizini dovoljnih količina voda.

Rijeke, jezera i mora ne služe samo za opskrbu dovoljnih količina vode za potrebe čovjeka, industrijske i poljoprivredne proizvodnje, nego i za odstranjivanje otpadnih tvari, hlađenje postrojenja, kao apsorber, rastvarač, otapalo, transporter i drugo.

Danas su rijeke postale pretežno kolektori svih otpadnih urbanih i industrijskih voda. Neke od njih pretvorene su u mrtve i degradirane. Mogućnosti vodotokova da se procesima samoočišćenja (autopurifikacijom) oslobode otpadnih, štetnih, pa i otrovnih tvari relativno je mala ako je pritok takvih tvari veći od kapaciteta samoočišćenja.

Onečišćene i zagađene vode postaju problem i daleko od mjesta onečišćenja jer se vodotokom nizvodno prenose štetne tvari te se procjeđuju u podzemne vode i slijevaju u mora.

Kako na Zemlji ima samo oko 0,8 % kopnenih raspoloživih voda, u mnogim visokoindustrijaliziranim zemljama već prijeti opasnost od oskudice vode. Uporaba vode sve je skuplja jer se često mora transportirati s udaljenih izvorišta ili, pak, zbog skupih postupaka pročišćavanja otpadnih voda. Problem nestašice vode posebno je izražen u zemljama nepovoljnog zemljopisnog položaja, s nepovoljnim hidrografskim prilikama, a malim količinama oborina.

Srednja godišnja količina oborina u Hrvatskoj nije ravnomjerno raspoređena. Najmanje oborina, samo 268 mm na četvorni metar, ima otok Palagruža, a najviše Delnice: 2204 mm/m^2. Godišnji prosjek za Hrvatsku je oko 1000 mm/ m^2, što je slično vrijednostima u većini europskih zemalja.

4.1.Izvori onečišćenja voda

Komunalne otpadne vode su vode koje su se koristile za higijenske potrebe ljudi u domaćinstvima i naseljima. Takve su vode opterećene ekskretima ljudi i životinja, otpacima hrane, infektivnim i neinfektivnim mikroorganizmima, detergentima, uljima, uličnom nečistoćom, naftom, fenolima i tome slično.

Industrijske otpadne vode su opterećene raznim kemikalijama, metalima, gumom, plastičnim materijalima, ostacima u preradi nafte, papira i tekstila. Naročito su opasni zagađivači razne grane prehrambene industrije (klaonice, mljekare, prerada mesa, šećerane, štavljenje i prerada kože i dr.). Onečišćivači voda su i čeličane, željezare, metalna industrija, industrija plastičnih masa, lijekova, razne flotacije ruda i sl. [1].

Poljoprivredne otpadne vode su vode sa životinjskih farmi zagađene mineralnim gnojivima (nitratima, nitrozaminom), pesticidima, mineralnim uljem itd.

Ostale otpadne vode mogu zagađivati i rudnici, nuklearne elektrane, termoelektrane i dr.

4.2.Vrste onečišćenja voda

4.2.1.Kemijsko onečišćenje

Kemijski onečišćene vode sadrže brojne spojeve i otrove, kojima se narušavaju prirodne karakteristike voda, npr. pH, osmotska vrijednost, mineralni sastav, količina otopljenog kisika, miris, okus, itd. Na temelju kemijske prirode onečišćivača, to onečišćenje se dijeli na anorgansko, organsko i radioaktivno.

4.2.2.Biološko zagađenje

To su vode zagađene raznim patogenim bakterijama, virusima, gljivicama, protozoama, ličinkama, parazitima i drugim organizmima koji su direktni uzročnici oboljenja ili su prijenosnici (vektori) patogenih mikroorganizama te su opasni za zdravlje ljudi i životinja. Vodom se prenose uzročnici bolesti kolere, dizenterije, tifusa, paratifusa i zarazne žutice te nametnici amebe, trakavice, gliste itd. Vode mogu biti zagađene i životinjskim bjelančevinama, ugljikohidratima, raznim masnoćama i uljima, fekalijama i dr. [7].

4.2.3.Fizikalno onečišćenje

Fizikalno onečišćene vode imaju promijenjene osnovne fizikalne karakteristike poput temperature i prozirnosti, odnosno zamućenja, radioaktivnost i dr.

5. ONEČIŠĆENJE ZRAKA

Dio atmosfere u kojem se nalaze tvari koje su strane prirodnom kemijskom sastavu zraka nazivamo onečišćenim zrakom. Danas, u stanju općeg lokalnog i globalnog onečišćenja zraka (aeropolucija), teško je naći područja gdje je zrak čist odnosno jednak prirodnom sastavu. Zrak je posebno onečišćen ako sadrži tvari u koncentracijama koje izazivaju štetne posljedice za zdravlje čovjeka, životinja i biljaka te nanose štetu okolišu i gospodarskim djelatnostima.

Tvari poput lebdećih čestica (morska sol, crni ugljen, prašine i zgusnute čestice određenih kemikalija), NO_2 ,SO_2, O_3 koje onečišćuju zrak mogu imati ozbiljan utjecaj na ljudsko zdravlje. Opasnosti su posebno podložna djeca i starije osobe. Kao posljedica nastaju bolesti središnjeg živčanog, krvožilnog i dišnog sustava, kronične bolesti koje u krajnjem slučaju mogu izazvati smrt [8].

5.1.Izvori onečišćenja zraka

Onečišćenje zraka može biti lokalno i globalno. Lokalno onečišćenje vezano je uz gradove i krupnija industrijska područja. Kako zračne struje prenose štetne tvari i na velike udaljenosti od mjesta emisije, onečišćenje zraka javlja se i kao globalna pojava [1].

Glavni izvori onečišćenja zraka (aeropolutanti) mogu biti prirodnog i antropogenog podrijetla. Problemi onečišćenja zraka počinju od izvora onečišćenja, tj. od mjesta izgaranja, industrije, gradske aglomeracije i dr., gdje se u zrak otpuštaju brojni plinovi, različiti spojevi i čestice, koji se prenose zračnim strujanjima i vjetrovima na drugo mjesto.

5.1.1.Prirodni izvori

Od prirodnih izvora, za onečišćenje atmosfere značajnu ulogu imaju vulkani koji tijekom erupcije izbace znatnu količinu različitih plinova i čestica vulkanske prašine. Na Zemlji ima oko 700 aktivnih vulkana. Uz njih postoji više od 1000 privremeno ili trajno ugaslih vulkana. Brojne erupcije tijekom evolucije Zemlje, pa i danas, mogu poremetiti kemijski sastav atmosfere, i to lokalno u blizini vulkana, ali i na većim udaljenostima.

Najčešći plinovi koje oslobađaju vulkani u atmosferu su [1]:

- ugljikov dioksid (CO_2),
- ugljikov monoksid (CO),
- sumporov dioksid (SO_2),
- sumporovodik (H_2S),
- klor (Cl),
- vodik (H),
- metan (CH_4)
- amonijak (NH_3)
- vodene pare.

Stupanj onečišćenja atmosfere ovisi o kemijskom sastavu i količini emitiranih plinova.

Požari velikih razmjera - primjerice šuma, poljoprivrednih površina, izvora nafte, tankera s naftom i kemijskih industrijskih pogona - velika su opasnost za čistoću zraka. Neki od tih požara prouzročeni su prirodnim putem, npr. električnim pražnjenjem, sušama, a neki nehajem čovjeka.

5.1.2.Antropogeni izvori

Čovjek je svojim djelovanjem počeo ozbiljno narušavati kemijski sastav atmosfere. U zrak otpuštamo znatne količine različitih plinova, prašine i aerosola iz različitih izvora.

Najčešći plinovi nastali djelovanjem čovjeka, a koji se oslobađaju u atmosferu jesu [1]:

- ugljikov dioksid (CO_2),
- sumporov dioksid (SO_2),
- dušikov oksid (NO),
- dušikov dioksid (NO_2),
- ozon (O_3)
- ugljikovodici (CH_X).

Nabrojani plinovi nalaze se u dimnim plinovima kemijske industrije kao aerosol, plinovi i pare, a nastaju i u procesima spaljivanja fosilnih goriva u domaćinstvima i prometalima. U zrak otpuštamo i fluorovodik (HF), klorfluorugljik (CFC), dim cigareta itd.

Onečišćivači zraka svrstavaju se u dvije skupine [1] :

- primarni onečišćivači koji svoje štetne produkte stvaraju i otpuštaju direktno u atmosferu.
- sekundarni onečišćivači koji nastaju iz primarnih štetnih tvari u međusobnoj interakciji ili interakciji s normalnim sastojcima atmosfere (npr. kisele kiše koje nastaju iz SO_2, NO_2 i NO_3 u reakciji s vodom).

Osim plinova, u atmosferu se otpuštaju i različiti oblici krutih čestica koje s plinovima i vodenim parama tvore različite smjese.

Prašinu čine čvrste lebdeće čestice disperzirane u plinovima. O veličini čestica ovisi brzina taloženja prašine na neku površinu. Prašinu raznose vjetrovi i globalno strujanje atmosfere. Procjenjuje se da na površinu Zemlje godišnje padne oko deset milijardi tona prašine!

Ovisno o sastavu i koncentraciji čestica, prašina ne mora uvijek biti štetna za zdravlje organizama i ekosustav.

Aerosoli su suspenzije čvrstih čestica (npr. olova iz benzina) ili kapljica tekućine različitih kemikalija, peluda, bakterija itd. Kombinacija tih čestica s vodenom parom dovodi do nastanka smoga i izmaglice. Ako se prizemno pojavi povećana razina ozona (O_3), javlja se fotosmog. Ozon i ostali fotooksidansi, osim što smanjuju vidljivost, iritiraju sluznice oka i dišnih putova te oštećuju proces fotosinteze u lišću biljaka.

Dim je mješavina čvrstih, tekućih i plinovitih tvari. Crni plin tijekom izgaranja ugljena sadrži ugljene čestice, čađ, ugljikove, sumporove i dušikove okside, te vodenu paru.

U novije smo vrijeme svjedoci namjerno izazvanih ekoloških katastrofa paljenjem izvora nafte tijekom rata ili raketiranjem spremnika s naftom i plinom.U takvim situacijama riječ je o ekoterorizmu i ekocidu.

Promjene kemizma atmosfere mogu imati posljedice na mikroklimatske promjene nekog područja, ali i djelovati na promjenu globalne klime na Zemlji. Također se istražuje utjecaj onečišćenosti zraka primjerice na propadanje šuma i vegetaciju općenito te na promjenu kiselosti (pH) voda i tala (acidifikacija).

5.2.Učinak staklenika

Prije nekoliko desetljeća zrak je za nas bio slobodan prostor. Puštali smo sve i svašta u atmosferu u nadi da će to vjetar već nekamo odnijeti, ali ubrzo se spoznalo da zrak ne može neograničeno primati plinoviti otpad sa Zemlje. Poznato je da kolanje, tj. kružni tok tvari između Zemlje i atmosfere mora biti uravnotežen. To znači da ista količina tvari koja u jednoj godini dospije u atmosferu, u istom razdoblju mora opet dospjeti na Zemlju, inače bi koncentracija tih tvari u atmosferi stalno rasla. To se upravo zbiva s ugljikovim dioksidom. Naime, godišnja proizvodnja CO_2 veća je za oko pet milijardi tona od njegove potrošnje fotosintezom. To pojačava učinak staklenika, koji utječe na porast sadašnje temperature na Zemlji.

Plinovi koji također utječu na učinak staklenika su, uz ugljikov dioksid, još metan (CH_4), dušikov oksid (NO_2), klorfluorugljik (CFC) i ozon (O_3) te ih zovemo stakleničkim plinovima.

Učinak staklenika se temelji na principu zagrijavanja staklenika u poljodjelstvu. U staklenik kroz prozorsko staklo prodiru kratkovalne Sunčeve zrake te se odbijaju od tla u obliku infracrvenih toplinskih zraka koje se reflektiraju od staklene površine i ostaju zarobljene u stakleniku koji se na taj način zagrijava.

Ozon (O_3), koji u obliku nevidljivog sloja obavija globus, djeluje slično kao i staklo. On propušta samo Sunčeve zrake na Zemlju, ali apsorbira dio topline koja se reflektira od Zemlje i usmjeruje je natrag prema tlu.

Kad ne bi postojao prirodni staklenički učinak, temperature na Zemlji bile bi niže za oko 15°C, pa život u današnjem smislu uopće ne bi bio moguć. No, porastom koncentracije CO_2 i ostalih stakleničkih plinova, prije svega djelovanjem čovjeka, jača i učinak staklenika, odnosno kao posljedica se javlja porast globalne temperature na planetu.

To ne začuđuje kad znamo da se svake godine u svijetu spaljuje oko pet milijardi tona ugljika. Kompjutorski modeli predviđaju porast prosječne temperature Zemlje za 1,5 do 4,5 °C ako se udio ugljikova dioksida u atmosferi udvostruči. Posljedice su otapanje ledenjaka, porast razine mora i oceana za 0,5 metara svakih deset godina, povećanje površina pod pustinjom itd.

5.3.Kisele kiše

Emisija otrovnih plinova u atmosferu uzrokuje ne samo onečišćivanje zraka koji koriste biljke, životinje i ljudi, nego se uz vodene pare stvaraju i kisele kiše. lako su glavni prirodni izvori onečišćenja atmosfere erupcije vulkana, na taj se način oslobađa samo oko 10 % sumporova dioksida (SO_2) i dušikovih oksida (NO_X). Ostalih 90 % proizvod su čovjekovih tehničkih izuma. Vodena para u atmosferi reagira s plinovima, a uz energiju Sunčeve svjetlosti i kisik u sumporastu (H_2SO_3) i sumpornu kiselinu (H_2SO_4) te u dušikastu (HNO_2) i dušičnu kiselinu (HNO_3) prema jednadžbama (2-6) [1]:

$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3 \quad (2)$$

$$2\ SO_2 + O_2 \rightarrow 2\ SO_3 \quad (3)$$

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 \quad (4)$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2 \quad (5)$$

$$2\ NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3 \quad (6)$$

Kad tako zakiseljene kiše ili snijeg (pH ispod 5,6) dospiju u jezera i rijeke, njihove vode također s vremenom postaju kisele (npr. pH = 5,0). Mnoga jezera (Kanada, Skandinavija) već imaju pH od samo 4,5 do 4,0, a prije 30-ak godina imala su pH između 7 i 8. Padom pH vrijednosti slabe, a zatim i propadaju brojne vodene životinje i biljke. Posebno su osjetljive neke vrste rakova, puževi, lososi, šarani i pastrve.

Kisele kiše uzrokuju i promjene u sastavu metala. Padom pH vrijednosti povećava se koncentracija toksičnih metala kao što su živa, aluminij, olovo, cink i kadmij. Čini se da su upravo aluminij i aluminijski spojevi izrazito toksični te da oni uzrokuju pomor riba i ostalih životinjskih vrsta. Posebno su na toksične tvari u vodi osjetljive škrge, odnosno tankoslojni škržni epitel. Toksičnost aluminija raste padom pH vrijednosti ispod 5.

Tako nastaje proces osiromašenja brojnosti vrsta, a nagle promjene u sastavu vodenih organizama pridonose propadanju vodenih ekosustava.

Kisele kiše djeluju štetno i na kopnene biljke, i to na dva načina: izvana i preko zakiseljenog tla, tj. preko korjenova sustava. Na lišću i iglicama pojavljuju se oštećenja kutikule i drugih organa i organela lišća. To dovodi do povećanog isparavanja vode iz lišća odnosno iglica te do postupnog sušenja i opadanja lišća.

Kisele kiše u tlu uzrokuju oslobađanje otrovnih kovina (kao i u vodi) pa će, primjerice, aluminij i njegovi spojevi toksički uništavati dlačice korijena. Time se biljci smanjuje dovod vode i hranjivih tvari (kalcij, magnezij, kalij) pa joj je usporen rast. Takve su biljke osjetljive na mraz, visoke temperature i različite uzročnike bolesti, stoga propadaju. Osobito su ugrožene šume koje su na pojedinim područjima u fazi propadanja s više od 40 % jedinki. Pritom je riječ o propadanju ili umiranju šuma.

5.4.Ozonska rupa

Stratosferski ozon (O_3), koji se nalazi u dijelu atmosfere na oko 20 i 30 km od površine mora, ima važnu ulogu za život na Zemlji jer apsorbira najveći dio Sunčeva ultraljubičastog zračenja. Ozon čini manje od milijuntog dijela svih plinova u atmosferi i u normalnim uvjetima stalno se obnavlja iz atmosferskog kisika. Ozon djeluje kao selektivni filtar kratkovalnog ultraljubičastog zračenja (UVB zrake od 180 do 240 nm) te ga nazivamo i ozonskim štitom. Bez njega bi kratkovalne ultraljubičaste zrake na površini Zemlje imale smrtonosne vrijednosti, a život na našem planetu bio bi nemoguć.

Međutim, ukupna količina ozona u Zemljinoj atmosferi već se dulje smanjuje brzinom od oko 1 % godišnje. Utanjenja u sloju ozona (ozonosferi) osobito su uočena osamdesetih godina prošloga stoljeća na južnoj polutki iznad Južnog pola i Australije te na sjevernoj polutki gdje je koncentracija ozona pala sa 350 D (Dobson - jedinica za koncentraciju ozona) na samo 90 D. Riječ je o ozonskoj rupi, tj. utanjenju ozonosfere, odnosno smanjenju koncentracije molekula ozona u ozonosferi [1].

Uzrok smanjenja koncentracije ozona u stratosferi su nekoliko novosintetiziranih industrijskih spojeva koji reagiraju s ozonom i uništavaju ga.

To su prvenstveno skupina spojeva klorfluorugljici (CFC) ili freoni, zatim bromfluorugljici (BFC) ili halon i neki drugi stabilni sintetski plinovi. Još nedavno ti su spojevi slavljeni kao izvanredno dostignuće kemije zbog slabe otrovnosti, korozivnosti, visoke kemijske i toplinske postojanosti i niskog vrelišta. Našli su široku primjenu kao sredstvo za hlađenje (hladnjaci), potisni plin u aerosol-sprejevima, izolatori, otapala za čišćenje elektronike, pjenaste mase i dr.

Danas su neki freoni i haloni na crnoj listi zbog štetnog dugotrajnog učinka na ozonosferu.

Ozon se obnavlja, tj. nastaje u stratosferi kada molekularni kisik apsorbira kratkovalno ultraljubičasto zračenje (UVB). Molekula kisika razlaže se fotodisocijacijom na atome reakcijom (7).

$$O_2 \rightarrow 2\,O \qquad (7)$$

Nastali atomi kisika odmah reagiraju s molekulama kisika (8).

$$O + O_2 \rightarrow O_3 \qquad (8)$$

Dio tako nastalog ozona razori se u reakciji s atomnim kisikom nastalim u prvoj reakciji (9).

$$O_3 + O \rightarrow 2\,O_2 \qquad (9)$$

Te se reakcije stalno zbivaju te se uspostavlja ravnoteža. Stalna destrukcija molekula ozona u dvoatomnu molekulu kisika u normalnim je uvjetima izjednačena s reakcijom produkcije ozona od dvoatomnog kisika. Ta ravnoteža uvjetuje stalni opstanak ozonske ovojnice [1].

Transport freona 11 i 12 ($CFCl_3$, CF_2Cl_2 i dr.) i halona prema stratosferi traje godinama jer su lakši od zraka. Stoga u stratosferu mogu doprijeti samo spojevi koji se tamo izravno ispuštaju i oni koji imaju dugi životni vijek u atmosferi.

U tu skupinu spojeva ubrajamo freone i halone. U atmosferi se zadržavaju, ovisno o građi, od 75 do 100 godina. Putuju tako u stratosferu gdje ih na oko 25 km visine fotolitičko disociraju ultraljubičaste zrake (UV) gdje postaju izvorom halogenih radikala, koji djeluju pogubno po molekule ozona.

Stoga ih zovemo ubojicama ozona.

$$CFCl_3 \rightarrow CFCl_2 + Cl \qquad (10)$$

Dalje nastaje niz reakcija [1]:

$$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2 \qquad (11)$$

$$ClO + 0 \rightarrow Cl + O_2 \qquad (12)$$

$$\text{tj. } O_3 + O \rightarrow 2\,O_2 \qquad (13)$$

Nalaz klorova monoksida (ClO) - popularno nazvanog dimni pištolj - u stratosferi je krunski svjedok da na nekom području traje proces uništavanja molekula ozona. Prema tom modelu, svaki atom klora može razoriti 105 molekula ozona.

Klor se može vezati na dušikov dioksid (NO_2) ili na vodik (H) ovim reakcijama:

$$Cl + H \rightarrow HCl \qquad (14)$$

ili $$ClO + NO_2 \rightarrow ClONO_2 \qquad (15)$$

Tako smanjena koncentracija ozona u ozonosferi povećava dotok UVB zraka na Zemlju gdje je posebno osjetljiv fitoplankton u površinskom sloju mora te se narušavaju hranidbeni lanci. Na uništavanje ozonskog sloja štetne posljedice imaju i prirodni procesi poput erupcija vulkana.

6. ZAKLJUČAK

Onečišćenje prirode i okoliša podrazumijeva unošenje štetnih tvari i energije koja narušava određeni prirodni sklad. Današnje čovječanstvo izloženo je upravo trajnim opasnostima onečišćenja prirode i okoliša. Izvori onečišćenja su različiti, a stupanj opterećenja ovisi o stupnju razvoja tehnologije u industrijskoj proizvodnji, poljoprivredi, prometu i dr.

O onečišćenju zraka i vode mnogo se govori a mjere koje se poduzimaju radi zaštite daju samo djelomična rješenja. One trenutačno ublaže probleme ali ne osiguravaju trajnu zaštitu i rješenje. Onečišćenjem vode i zraka posredno se onečišćuje tlo u koje dospijevaju štetne tvari od kojih su mnoge otrovne za razne žive organizme i samoga čovjeka.

Drugim riječima iz tla otrovni spojevi dospijevaju u biljke te putem prehrambenih lanaca prelaze posredno ili neposredno u životinje i čovjeka te ugrožavaju čovjekov organizam.

Suvremeno industrijsko i tehnološko doba, uz razvijen promet i agrokemiju dovelo je i dalje dovodi do frontalnog, univerzalnog i dugotrajnog onečišćenja. Ono je jače prisutno u gospodarski razvijenijim zemljama koje su u pravilu veći proizvođači različitih onečišćivača. Istodobno mnoge od tih zemalja poduzimaju brojne često relativno skupe mjere zaštite. Usprkos tome suvremeno onečišćenje prirode i okoliša po obujmu i trajnosti prelazi lokalne okvire i postaje globalni problem.

7. POPIS LITERATURE

1. Springer, D., Springer, O.P., Otrovani modrozeleni planet, Meridijan Zagreb, 2008
2. Udovičić, B., Čovjek i okoliš, Zagreb, Kigen,2009
3. Bašić, F., Oštećenje i zaštita tla, Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 2009
4. ikorcula.net, 2012. Plastične vrećice traju vječno?. Dostupno na: http://www.ikorcula.net/13534-plasticne-vrecice-traju-vjecno/ (01.06.2015)
5. Sofilić, T., Onečišćenje i zaštita tla, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, 2014. Dostupno na: http://bib.irb.hr/datoteka/686398.T._Sofilic_ONECISCENJE_I_ZASTITA_TLA.pdf (05.06.2015)
6. Čatić, I., Tehnika, Zaštita okoliša i zdravlja, Zagreb,Graphis, 2008
7. Milošević-Pujo, B., Jurjević, N., Onečišćenje mora iz zraka emisijom ispušnih plinova, Naše more 5/6, 2004
8. Mabahwi N. A. B., Leh O. L. H., Omar D. , Human Health and Wellbeing: Human Health Effect of Air Pollution, Procedia – Social and Behavioral Sciences 153 (2014) 221-229