

Onečišćenje tla - kao posljedica ljudske djelatnosti

Tlo kao prirodni resurs

Tlo je najvažniji prirodni resurs te ključna komponenta kopnenog ekosustava koja svojim položajem između litosfere (čvrstog sloja Zemljine kore čija dubina doseže do desetak metara ispod površine tla) i atmosfere (plinovite ovojnice koja se sastoji od smjese različitih plinova) povezuje biosferu (površinski dio Zemlje koji je naseljen živim organizmima) i hidrosferu (Zemljin vodeni omotač koji obuhvaća sav vodeni dio na Zemljinoj površini). Tla prirodnih ekosustava i agroekosustava predstavljaju dinamičan sustav koji oblikuje mnoštvo funkcija koje se nazivaju ulogama tla: (npr. tlo je sustav za održavanje života, tlo osigurava prostor za rast biljaka, zadržava vodu i hranjive tvari, tlo je dom velikog broja mikro-, mezo- i makroorganizmima, izvor je sirovina, ima infrastrukturnu ulogu, obavlja klimatsko-regulacijsku funkciju itd.). Tla svojim funkcijama pružaju usluge ekosustava koje omogućuju postojanje života na Zemlji. Sve uloge tla povezane su s funkcijama definiranim svojstvima tla, a one pak s uslugama ekosustava (izravnim i neizravnim doprinosima koje ekosustavi - poznati kao prirodni kapital, doprinose ljudskoj dobrobiti i kvaliteti života).

Do početka 20. stoljeća smatralo se da je jedina uloga tla proizvodnja hrane odnosno da je tlo jedini supstrat za biljnu proizvodnju jer svojom plodnošću utječe na opskrbljenost biljaka vodom, zrakom i hranivima služeći ujedno kao medij za ukorjenjivanje odnosno, medij za učvršćivanje biljke. Tijekom daljnjeg razvoja društva uočen je značajan utjecaj čovjeka na prirodne resurse (tlo, vodu i zrak) posebice u pogledu povećanja pritiska na njih čime su u današnje vrijeme ovi pritisci dosegili i kritične granice. Danas znamo da tlo nema samo jednu jedinstvenu ulogu (proizvodnju hrane), već je njegova uloga višestruka, a jednako tako poznato je kako tlo nije jedini supstrat za proizvodnju hrane (iako je najznačajniji).

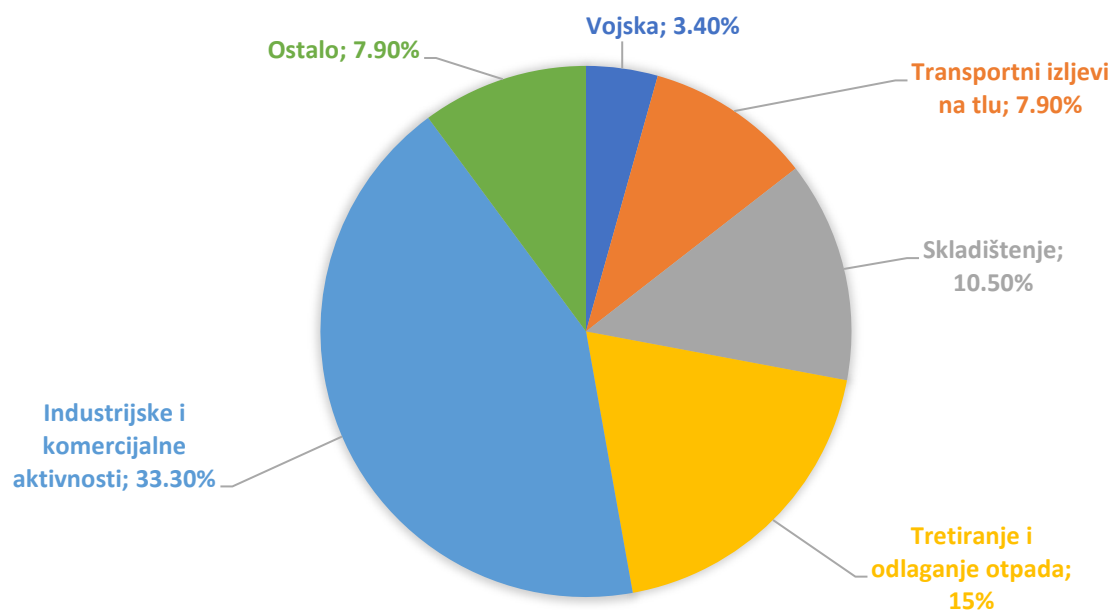
Za tlo često kažemo da je „uvjetno rečeno neobnovljiv prirodni resurs“ jer je njegova regeneracija/oporavak/obnova izrazito spor proces i uglavnom traje duže od životnog vijeka jedne ljudske generacije (što je iznimno važno napomenuti). U suštini, tlo je teško obnovljiv resurs koji ima presudnu ulogu u održivom razvoju svjetskog gospodarstva posebice u kontekstu održive poljoprivredne proizvodnje i zaštite okoliša.

Ovaj resurs, koji je vrlo složen i podložan brojnim prijetnjama, u relativno kratkom vremenu može biti degradiran što za posljedicu ima privremeno ili trajno onesposobljavanje određenih funkcija tla, a to pak utječe na ugrožavanje usluga ekosustava. Uloge tla i usluge ekosustava uključuju proizvodnju hrane, osiguravaju dostatne zalihe vode, pružaju bazu za izgradnju infrastrukture i razvoj urbanih sredina, djeluju kao pufer u uvjetima klimatskih promjena i raznih oblika onečišćenja, povećavaju biološku raznolikost itd.

Procesi degradacije tla mogu biti uzrokovani prirodnim pojavama (vulkanske erupcije, odroni, klizišta, klimatski ekstremi, poplave i dr.), ali su značajno ubrzani antropogenim utjecajem (djelovanjem čovjeka). Jedna od prijetnji prema tlu (koje su definirane od strane Europske komisije 2006. godine kroz Tematsku strategiju za zaštitu tla) je onečišćenje tla, koje je definirano kao prisutnost neke komponente (kemikalije ili tvari) u tlu u koncentraciji koja je viša nego što se u tlu prirodno nalazi, ne uzrokujući time štetu, ili kada se neka tvar nalazi u tlu, a tamo prirodno ne pripada. Zagađenje tla podrazumijeva prisutnost neke komponente u koncentraciji koja je veća od dopuštene odnosno u

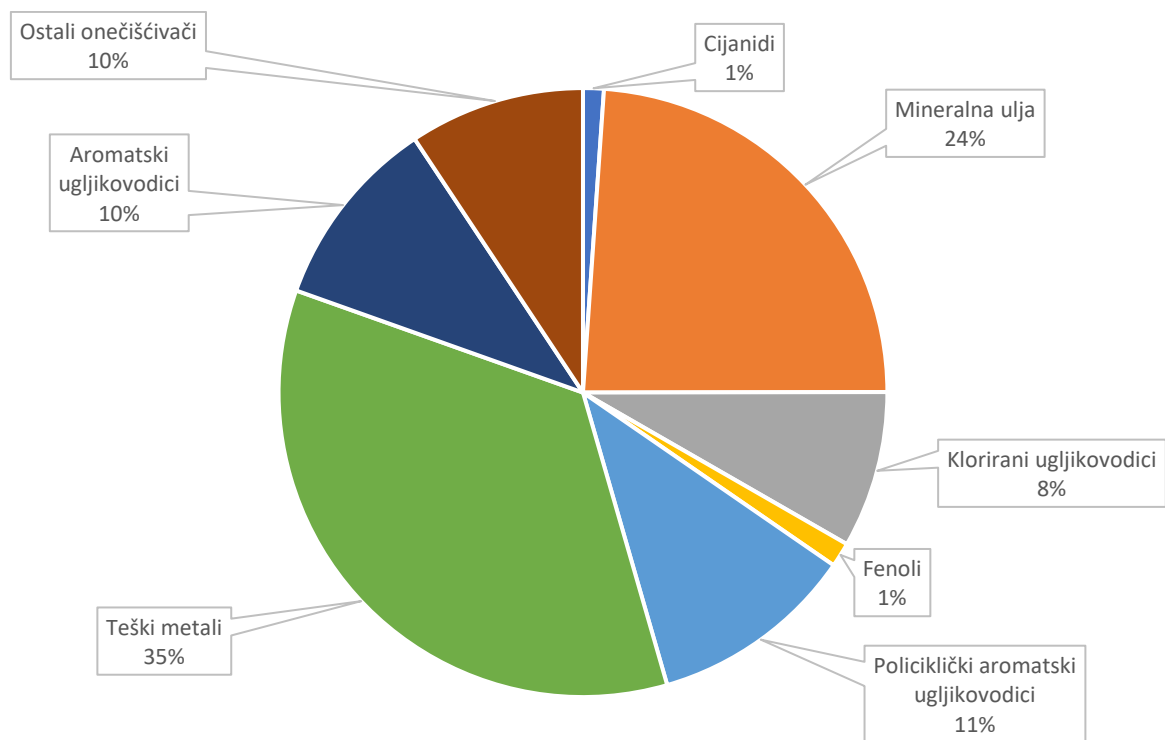
koncentraciji koja ima štetan učinak na bilo koji živi organizam. Dakle, važno je razlikovati pojmove onečišćenje i zagađenje tla.

Onečišćenje tla može biti lokalno i globalno, a izvori onečišćenja mogu biti prirodni i antropogeni. Prirodni izvori podrazumijevaju prirodne procese (kao što je erupcija vulkana, poplave, potresi, klimatske promjene, požari, udari meteora, snažni vjetrovi itd.) dok su antropogeni prouzrokovani ljudskom djelatnošću (poljoprivreda, industrija, planirani ili podmetnuti požari, ratovi, ekološki incidenti, komunalne djelatnosti itd.).



Grafikon 1. Aktivnosti koje uzrokuju onečišćenje tala u Europi (Izvor: <https://www.hindawi.com/journals/jeph/2013/158764/fig3/>)

Do onečišćenja/zagađenja tla može doći uslijed određenih aktivnosti (namjernih i nenamjernih) koje mogu biti uzrokovane određenim događajem ili nizom događaja unutar određenog područja u kojima se onečišćivači ispuštaju u tlo, a izvor i identitet onečišćenja se mogu relativno laganom i jednostavno identificirati i utvrditi. Ovakvo onečišćenje predstavlja onečišćenje iz točkastih izvora (onečišćenja uzrokovana ljudskom aktivnošću predstavljaju glavne izvore onečišćenja iz točkastih izvora). Neki od primjera su neadekvatno zbrinjavanje otpada, otpadnih voda, pretjerana primjena sredstava za zaštitu bilja, izgaranje goriva, promet, planirani i podmetnuti požari itd. Ukoliko je onečišćenje rasprostranjeno na širokom arealu, ukoliko se akumulira u tlu i nema jedan izvor tada govorimo o difuznom onečišćenju (pojavljuje se na područjima gdje je došlo do emisije, transformacije i razrjeđenja onečišćenja u drugim medijima prije njihovog prijenosa na tlo). Primjeri ovakvog onečišćenja su oružane aktivnosti (ratovi), poplave, erozija (vodom i vjetrom), atmosferski transport (vjetrom) i taloženje/deponiranje i dr.



Grafikon 2. Udio pojedinih onečišćenja u tlima Europe (Izvor: <https://www.hindawi.com/journals/jeph/2013/158764/fig4/>)

Kakav će biti učinak onečišćenja na ovaj prirodni resurs u značajnoj će mjeri ovisiti o svojstvima tla. Fizikalno-kemijsko-biološka svojstva tla kontroliraju i utječu na mobilnost, biološku raspoloživost i vrijeme zadržavanja onečišćivača u tlu. Ovisno o vrsti onečišćivača, onečišćenje utječe prvenstveno na kemijska svojstva tla (kroz dostupnost hranjivih tvari, promjene u pH vrijednosti, smanjenje potencijala mineralizacije i dr.), a kao posljedično i na biološka svojstva (degradirajući mikrobne zajednice, smanjenjem biološke raznolikosti i dr.).

Tijekom svog razvoja, čovječanstvo je značajno utjecalo na brojne pojave koje su dovele do onečišćenja tla (na primjer Černobilska katastrofa, katastrofa uzrokovana istjecanjem sirove nafte u Meksičkom zaljevu, a takvih je primjera veliki broj). Svaki od navedenih ekoincidenata bio je uzrokovan ljudskim nemarom što je za posljedicu imalo štetan učinak na okoliš, a da ne spominjemo utjecaj na zdravlje ljudi i povećan mortalitet. I danas se još uvijek osjećaju posljedice nekih od navedenih događaja.

Najčešći kemijski onečišćivači okoliša pripadaju skupinama metala (Hg, Pb, Cd, Cu, Zn, As, Al), dušikovim spojevima (NO_3^- , NO_2^-), poliklorirani bifenili (dioksini, furani), fenoli, pesticidi i dr. S obzirom na postojanost pojedinih onečišćivača, isti se mogu svrstati u skupine vrlo postojanih onečišćivača (čije je vrijeme razgradnje duže od 2 godine), postojane onečišćivače (njihovo vrijeme razgradnje je od 6 mjeseci do 2 godine), umjereno postojane onečišćivače (s vremenom razgradnje od 1 do 6 mjeseci) i slabo postojane onečišćivače (vrijeme razgradnje je manje od mjesec dana).

Eko-incident kod Osijeka

Ekološki incidenti, koji često prerastu i u ekološke katastrofe, na više razina utječu na tlo preko njegovih uloga (funkcija) koje u konačnici rezultiraju promjenama u pružanju usluga ekosustava. Jedan od takvih eko incidenata je požar koji je nedavno izbio na prostoru tvrtke za preradu i skladištenje plastike „Drava Internacional“ u Osijeku. U ovom požaru prema grubim procjenama izgorjelo između 60 000 i 400 000 t različitih plastičnih masa, od čega je (opet prema grubim procjenama) u atmosferi završilo između 11 000 i 70 000 t.

Prilikom izgaranja plastičnih masa dolazi do oslobađanja velikog broja različitih otrovnih supstanci i onečišćivača u atmosferu koje se potom na različite načine (mokrom i/ili suhom depozicijom) talože na tlo i, ovisno o svojstvima onečišćivača, adsorbiraju se na površini adsorpcijskog kompleksa tla ili migriraju u njegove dublje slojeve. Onečišćivači koji su deponirani u tlu, ukoliko su vodotopivi, lagano ulaze u biljku (putem korijena) i zadržavaju u njoj, odnosno mogu se skladištiti u plodovima.

Nepotpunim izgaranjem plastike (na 250 do 400 °C) oslobađaju se toksične, štetne tvari, poput dioksina i furana) koje su vrlo postojane i kancerogene te djeluju na imunološki sustav, a upravo ovako niske požarne temperature bile su prisutne na požarištu plastike u Osijeku.

Izgaranjem plastičnih materijala pri čemu se oslobađaju različite kancerogene i toksične tvari dolazi do onečišćenja tla. Izgaranjem plastike dolazi i do taloženja mikroplastike (čestice plastike promjera 1 µm-5 mm) i nanoplastike (čestice promjera manjeg od 1 µm) u tlu koje imaju iznimno negativan učinak na biološku komponentu tla.

S vremenom, kontaminacija tla izazvana izgaranjem plastike može naštetiti kvaliteti i zdravlju tla te utjecati na njegovu proizvodno-gospodarsku ulogu. Onečišćenje tla dovodi do smanjene plodnosti tla (smanjena je dostupnost biljnih hraniva) koja se javlja kao posljedica poremećaja mikrobiološkog ekosustava u tlu koji ima ključnu ulogu u ciklusu kruženja hranjivih tvari i održavanju zdravlja tla. Tlo sadrži raznoliku zajednicu mikroorganizama koji pomažu u razgradnji organske tvari i neophodni su za proces mineralizacije (prelazak hraniva u raspoložive i mobilne oblike). Onečišćenje tla požarom utječe na cijeli biološki kompleks tla smanjujući biološku raznolikost i uništavajući organsku tvar tla bez koje nema života. Organska tvar tla ima nezamjenjivu ulogu pufera u tlu, poboljšava vodozračni režim, povećava KIK (kationski izmjenjivački kapacitet), aktivira biološku komponentu tla, utječe na smanjenje erozije (kao jedne od glavnih prijetnji prema tlu jer erozija dovodi do degradacije tla), sprječava ispiranje hraniva u podzemne vode itd.

Kao posljedica kontaminacije tla, onečišćivači mogu migrirati u podzemne vode što predstavlja veliki i ozbiljan rizik za zdravlje svih živih organizama. Kontaminirano tlo može imati i štetne učinke na floru. Adsorpcija toksičnih tvari putem korijena od strane biljaka može dovesti do smanjenog rasta što će za posljedicu imati smanjen ukupni biološki prinos i u konačnici poljoprivredni prinos. Akumulacija toksičnih tvari u biljnom tkivu može dovesti do negativnog i dugoročnog utjecaja na cijeli ekosustav jer konzumacija ovih biljaka omogućuje kruženje toksičnih supstanci u hranidbenom lancu. Onečišćivači se u prirodi mogu i transformirati (prieći u neki drugi oblik koji ima drugačiji kemizam pa čak mogu postati i otrovniji), mogu se vremenom detoksicirati (postati manje otrovni ili potpuno bezopasni) ili mogu ostati nepromijenjeni. Dugoročno gledano, posljedice onečišćenja tla požarima plastičnih masa imaju uglavnom negativan i štetan utjecaj na okoliš jer kontaminanti mogu ostati u tlu godinama, čak i desetljećima, ovisno o vrsti i količini izgorene plastike. Pedosfera (površinski rastresiti dio litosfere) ima znatno slabiju i sporiju sposobnost oporavka od oštećenja izazvana onečišćenjem u

odnosu na hidrosferu ili atmosferu. Kako bi se tlo saniralo, potrebno je napraviti kvalitetnu procjenu nastalog onečišćenja i provesti potrebne analize. Sanacija onečišćenih tala provodi se nekom od tehnologija remedijacije ili njihovom međusobnom kombinacijom.

Ono što je ključno to je spriječiti mogućnost razvoja požara kako bi se očuvao okoliš i tlo kao njegova sastavnica. Pravilnim odlaganjem i recikliranjem plastičnog otpada, poštivanjem i provođenjem mjera i propisa za kontrolu spaljivanja plastike, od vitalne su važnosti za sprječavanje navedenih negativnih učinaka na tlo i druge ekosustave.

Ovaj je članak napisan prvenstveno kao mali doprinos boljem razumijevanju uloge poljoprivrednih tala te njegove osjetljivosti i izloženosti svim okolišnim prirodnim i antropogenim utjecajima. Nadalje, cilj je podsjetiti na značaj poljoprivrednih tala, njegovu nezamjenjivost u proizvodnji hrane, a time i važnost njegovog očuvanja, posebice od nemara izazvanog ljudskom djelatnošću.

Pojedini dijelovi teksta detaljnije su opisani u udžbeniku "Osnove tloznanstva i biljne proizvodnje", autora Irena Jug, Danijel Jug, Bojana Brozović, Vesna Vukadinović, Boris Đurđević. Izdavač: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek (FAZOS), godina izdanja 2022, str. 527.

Prof. dr. sc. Irena Jug