

# **MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU**

## **Preddiplomski stručni studij Održivi razvoj**

**uni.spec.oecing. Melita Srpak mag.agr.**

## **EKOLOŠKA ODRŽIVOST**



**Varaždin, listopad 2017.**

**Autorica:**

uni.spec.oecing. Melita Srpak mag.agr.

**Recenzenti:**

dr. sc. Silvija Zeman

mr. sc. Dragica Kemeter, mag. iur.

**Nakladnik:**

Međimursko veleučilište u Čakovcu

Bana Josipa Jelačića 22a

40000 Čakovec

**Za nakladnika:**

doc.dr.sc. Nevenka Breslauer, prof.v.š.

**ISBN:** 978-953-8095-08-5

Copyright © Međimursko veleučilište u Čakovcu

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1 Definiranje pojma održiv razvoj .....	3
1.2 Osnovna načela ekološke održivosti .....	4
2. EKOLOGIJA KAO ZNANSTVENA DISCIPLINA .....	5
2.1 Podjela ekologije.....	8
2.2 Ekološki čimbenici.....	8
3. BIOSFERA.....	9
3.1 Litosfera .....	9
3.2 Pedosfera i agrosfera.....	10
3.3 Hidrosfera .....	12
3.4 Atmosfera.....	13
3.4.1 Troposfera.....	14
3.4.2 Stratosfera, mezosfera, termosfera i egzosfera.....	16
4. EKOSUSTAVI.....	17
4.1 Vodeni ekosustavi.....	19
4.2 Kopneni ekosustavi.....	20
4.3 Oligotrofni, eutrofni i distrofni ekosustavi .....	21
4.4 Biogeokemijski ciklusi.....	21
5. GLOBALNI EKOLOŠKI PROBLEMI .....	22
5.1 Situacije stanja okoliša.....	28
5.2 Zadaće stanja okoliša .....	29
5.3 Instrumenti zaštite okoliša .....	31
6. UTJECAJ ČOVJEKA NA PRIRODU I OKOLIŠ .....	33
6.1 Onečišćivači .....	33
6.2 Onečišćenje zraka .....	34
6.2.1 Izvori onečišćenja zraka .....	34
6.2.2 Posljedice onečišćenja zraka .....	36
6.2.2.1 Učinak staklenika.....	36
6.2.2.2 Kisele kiše.....	38
6.2.2.3 Ozonska rupa .....	38
6.2.2.4 Klimatske promjene.....	40
6.3 Onečišćenje voda .....	42

6.3.1	Izvori onečišćenja voda .....	42
6.3.2	Posljedice onečišćenja voda .....	43
6.4	Onečišćenje tla .....	45
6.4.1	Izvori onečišćenja tala .....	46
6.4.2	Posljedice onečišćenja tala .....	47
7.	ZAKONSKA LEGISLATIVA GOSPODARENJA PROSTOROM U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA .....	48
7.1	Zakon o zaštiti okoliša .....	48
7.2	Podzakonski akti – provedbeni propisi:(uredbe, pravilnici, propisi) .....	57
7.3	Ostali dokumenti - (strategije, planovi, programi, izvješća i odluke).....	57
7.4	Dokumenti u svezi zaštite okoliša i održivog razvoja .....	59
7.4.1	Strategija održivog razvoja RH .....	59
7.4.2	Plan zaštite okoliša RH.....	60
7.4.3	Program zaštite okoliša.....	60
7.4.4	Izvješća o stanju okoliša .....	61
7.4.5	Strategija i akcijski plan biološke i krajobrazne raznolikosti RH .....	62
8.	ODRŽIVO GOSPODARENJE OTPADOM.....	63
8.1	Strategija gospodarenja otpadom .....	63
8.2	Plan gospodarenja otpadom .....	63
8.3	Vrste otpada .....	65
8.4	Zbrinjavanje otpada .....	67
8.4.1	Mehaničko-biološka obrada .....	67
8.4.2	Termička obrada.....	69
8.4.3	Odlaganje.....	70
8.5	Zbrinjavanje otpada u Republici Hrvatskoj .....	71
8.6	Sanacija postojećih odlagališta .....	75
9.	O TLU I NJEGOVIH ZNAČAJKAMA .....	76
9.1	Opće značajke tla .....	79
9.1.1	Fizikalne značajke tla .....	82
9.1.1.1	Mehanički sastav tla / tekstura tla.....	82
9.1.1.2	Struktura tla .....	84
9.1.1.3	Relativna gustoća tla.....	84
9.1.1.4	Poroznost tla .....	85
9.1.1.5	Temperatura tla .....	85

9.1.1.6	Kemijske značajke tla .....	85
9.1.1.7	Humus u tlu.....	85
9.1.1.8	Sorptivna sposobnost tla .....	86
9.1.1.9	Kemijski sastav tekuće faze tla.....	86
9.1.1.10	Reakcija tla .....	86
9.1.2	Biološke značajke tla .....	86
9.1.3	Plodnost tla .....	87
9.2	Uloga tla u okolišu .....	87
9.2.1	Proizvodno gospodarska uloga tla.....	88
9.2.2	Ekološko-regulacijska uloga tla .....	89
9.2.3	Biološko-regulacijska uloga tla .....	94
9.3	Onečišćenje tla .....	99
9.3.1	Klasifikacija oštećenja tla.....	99
9.3.2	Onečišćenje kao oblik oštećenja tla .....	99
9.3.3	Onečišćujuće tvari u tlu .....	101
9.3.4	Najčešće onečišćujuće tvari u tlu .....	102
9.3.5	Granične vrijednosti onečišćujućih tvari u tlu.....	102
9.4	Sanacija (remedijacija) onečišćenih tala .....	102
10.	RAZVOJNI ASPEKTI ZAŠTITE PRIRODE.....	107
10.1	Povijeni pregled zakonske regulative u RH.....	107
10.2	Međunarodni aspekt.....	108
10.3	Nacionalni aspekt.....	109
10.4	Oblici zaštićenih prirodnih vrijednosti u RH .....	110
10.5	Proglašenje i gospodarenje zaštićenim dijelovima prirode u RH .....	113
10.6	Korištenje prirodnih dobara .....	114
10.7	NATURA 2000 – ekološka mreža .....	115
11.	UZROCI ONEČIŠĆENJA ZRAKA I POSLIJEDICE ZA OKOLIŠ.....	117
11.1	Izvori onečišćenja zraka.....	117
11.2	Klasifikacija zagađivala .....	118
11.3	Značajke najvažnijih zagađivala u atmosferi .....	119
11.4	Monitoring kakvoće zraka .....	121
11.5	Globalne klimatske promjene .....	122
12.	ONEČIŠĆENJE I ZAGAĐENJE VODA .....	128

12.1	Uzroci koji dovode do zagađenja voda .....	128
12.2	Uzroci i posljedice onečišćenja površinskih i podzemnih voda .....	130
12.3	Utjecaj urbanizacije na kakvoću voda i pojavu zagađenja voda.....	135
12.4	Gusta organska zagađivala koja se ne miješaju s podzemnom vodom.....	136
12.5	Zakonski propisi o zaštiti voda u RH i Europi.....	138
12.6	Integrirani monitoring kakvoće voda .....	139
13.	ODRŽIVO GOSPODARENJE ŠUMAMA .....	141
13.1	Biljni i životinjski svijet šumskih ekosustava .....	144
13.2	Vrste drveća, drvena zaliha i prirast .....	145
13.3	Održivi način gospodarenja šumama .....	146
13.4	Korištenje i zaštita šuma .....	149
13.5	Štetni šumski insekti u uvjetima učestalih i izraženih sušnih razdoblja ....	153
13.6	Zaštita šuma od štetnih insekata .....	156
14.	GRADITELJSTVO I OKOLIŠ .....	156
14.1	Održiva gradnja.....	158
15.	PROSTORNO PLANIRANJE I URBANIZAM .....	160
15.1	Zakon o prostornom uređenju .....	160
15.2	OSNOVNI DOKUMENTI PROSTORNOG UREĐENJA RH .....	172
15.2.1	Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske.....	172
15.2.2	Program prostornog uređenja Republike Hrvatske .....	172
15.2.3	Izješće o stanju u prostoru .....	173
15.2.4	Program mjera stanja u prostoru.....	173
15.3	OSTALI DOKUMENTI UREĐENJA PROSTORA.....	177
16.	STANDARDIZIRANI POSTUPCI I MJERE U SVEZI ODRŽIVOG RAZVOJA I ZAŠTITE OKOLIŠA .....	178
16.1	Standardizirani postupci glede utjecaja na okoliš i javna rasprava.....	178
16.2	Planovi intervencija i ostali postupci .....	187
16.3	Prijevoz i rukovanje opasnim tvarima .....	190
16.4	Značaj prostornih planova za održivi razvoj i zaštitu okoliša.....	190
17.	LITERATURA .....	192
18.	POPIS SLIKA I TABLICA.....	197
18.1	Slike .....	197
18.2	Tablice.....	200

# 1. UVOD

Pojam „Održivi razvitak“ je razvitak koji zadovoljava potrebe današnjice, a pritom ne ugrožava potrebe budućih generacija. Koncept održivog razvitka podrazumijeva proces premapostizanja ravnoteže između gospodarskih, socijalnih i ekoloških zahtjeva kako bi se osiguralo zadovoljavanje potreba sadašnje generacije bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. Poštivanje načela demokracije, ravnopravnosti spolova, socijalne pravde i solidarnosti, zakonitosti, poštivanje prava čovjeka, očuvanje prirodnih dobara, kulturne baštine i čovjekova okoliša sve su to elementi koji pridonose očuvanju Zemlje za održavanje života u svojoj raznolikosti. Na taj se način održivi razvitak ostvaruje kroz dinamično gospodarstvo, ekonomsku, socijalnu i teritorijalnu koheziju, visok stupanj obrazovanja, zaštite zdravlja i zaštitu okoliša.

Na konferenciji Ujedinjenih naroda o okolišu i razvitku (*United Nations Conference on Environment and Development – UNCED*) u Rio de Janeiru 1992., pozornost svjetske javnosti bila je usmjerena na sve veće probleme vezane uz pitanja razvitka i okoliša na lokalnoj i globalnoj razini. Deklaracija i Akcijski program za 21. stoljeće (*Agenda 21*), usvojeni na Konferenciji, daju snažnu potporu načelu održivog razvitka. Članak 8. Agende 21 poziva države da donesu nacionalne strategije za održivi razvitak (NSOR) koje bi dopunile i uskladile različite sektorske ekonomske politike, socijalne politike i politike zaštite okoliša te postojeće nacionalne planove.

Opća skupština Ujedinjenih naroda 2000. usvojila je Milenijsku deklaraciju (*United Nations Millennium Declaration*), politički dokument Ujedinjenih naroda za 21. stoljeće, koji utvrđuje ciljeve razvoja (na područjima koja su od interesa za cjelokupnu međunarodnu zajednicu) te aktivnosti koje trebaju pridonijeti njihovom ostvarivanju. Deklaracija daje potporu načelu održivog razvitka koji postaje ključni element u osiguravanju održivosti okoliša – jednog od ukupno osam Milenijskih razvojnih ciljeva (*Millennium Development Goals*) za koje su se države članice Ujedinjenih naroda obvezale da će ih ostvariti do 2015. godine.

Načelo održivog razvitka dobiva snažnu podršku na Svjetskom sastanku na vrhu o održivom razvitku (*World Summit on Sustainable Development – WSSD*) koji je 2002. godine održan u Johannesburgu. Na tom su sastanku države pozvane da donesu regionalne i nacionalne strategije za održivi razvitak te da započnu s njihovom provedbom. Dodatno, uključivanje načela održivog razvitka u nacionalne politike i planove jedan je od ciljeva Milenijske deklaracije kako bi se postigao milenijski cilj održivosti okoliša.

Milenijska deklaracija i Milenijski ciljevi razvoja Opće skupštine Ujedinjenih naroda iz 2000. godine, a kasnije i Plan provedbe milenijskih ciljeva usvojen na Svjetskom sastanku na vrhu o održivom razvoju 2002. godine, bili su poticaj za jačanje regionalne suradnje na promicanju i provedbi načela održivog razvitka. U okviru Mediteranskoga akcijskog plana i Konvencije o zaštiti morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja (*Barcelonska konvencija*) 2005. godine na 14. sastanku ugovornih stranaka Barcelonske konvencije u Portorožu usvojena je Mediteranska strategija održivog razvoja.

Ugovorom iz Amsterdama, promicanje održivog razvitka postaje jedan od temeljnih ciljeva Europske unije. Nakon temeljite revizije Gothenburške strategije održivog razvitka iz 2001. godine, Europska unija je 2006. godine, prihvatila revidiranu Strategiju održivog razvitka za proširenu Europu. Strategija je usmjerena na potrebu postupne promjene sadašnjega neodrživog načina proizvodnje i potrošnje te integriranog pristupa u izradi smjernica i politika. Istodobno, naglašava se potreba za solidarnošću i jačanjem partnerstva.

Jedan od prvih dokumenata koje je donio Hrvatski sabor, a u kojem se spominje važnost održivog razvitka, jest Deklaracija o zaštiti okoliša Republike Hrvatske usvojena 1992. godine na međunarodnoj razini. Republika Hrvatska je podržala Agendu 21 i Plan djelovanja koji su usvojeni 1992. godine na konferenciji u Rio-u, te preuzela obveze koje proizlaze iz Milenijske deklaracije i Milenijskih ciljeva razvoja usvojenih na Općoj skupštini Ujedinjenih naroda 2000. godine. S tim u vezi Republika Hrvatska je izradila Nacionalno izvješće o provedbi ciljeva Milenijske deklaracije koje je Vlada usvojila na sjednici u kolovozu 2004. godine, a koje je Ujedinjenim narodima podneseno u rujnu iste godine. U izradi izvješća svoj su doprinos dali svi relevantni dionici – resorna ministarstva, Vladini uredi i tijela, znanstvene institucije i nevladine organizacije. Godine 2006. Republika Hrvatska je Ujedinjenim narodima podnijela Izvješće o napretku i ostvarivanju Milenijskih ciljeva razvoja u Republici Hrvatskoj (za razdoblje od kolovoza 2004. do prosinca 2005.).

U Zakonu o zaštiti okoliša, koji je stupio na snagu u 2013. godine., Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Strategija) zauzima ključno mjesto kao dokument koji dugoročno usmjerava gospodarski i socijalni razvitak te zaštitu okoliša prema održivom razvitku Republike Hrvatske. Zakon o zaštiti okoliša propisao je da se Strategijom utvrđuju smjernice dugoročnog djelovanja, definiranje ciljeva i utvrđivanje mjera za njihovo ostvarivanje, uvažavajući postojeće stanje te preuzete međunarodne obveze. Strategija objedinjuje različite razvojne politike nastojeći pronaći prikladna rješenja za sve tri sastavnice održivog razvitka: gospodarsku, socijalnu i okolišnu.



## 1.1 Definiranje pojma održiv razvoj

Održiv razvoj je okvir za:

- oblikovanje politike i strategije gospodarskog i socijalnog napretka,
- bez štete za okoliš i prirodne zalihe bitne za ljudske djelatnosti u budućnosti.

Održivi razvoj se temelji na ambicioznoj ideji prema kojoj razvoj ne smije ugrožavati budućnost nadolazećih naraštaja:

- trošenjem neobnovljivih zaliha,
- dugoročnim narušavanjem i zagađivanjem okoliša.

Stoga početni i osnovni cilj održivog razvoja je održivo korištenje prirodnih zaliha (ljudski utjecaj na okoliš) na svim razinama: lokalnoj, regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj.

Održivi razvoj podrazumijeva:

- ispunjenje potreba za socijalnim kontaktima i komunikacijama,
- omogućavanje pristupa dobrima i uslugama, uz uvažavanje temeljnih principa održivoga razvoja.

Sa stupnjem razvoja čovjeka (infrastruktura, sredstva, promet) raste i stupanj razvoja društva. Istodobno raste i negativan utjecaj čovjeka na sve sastavnice okoliša. Do industrijske revolucije (obzirom na stupanj razvoja društva i oskudne komunikacije) utjecaj ekoloških čimbenika na okoliš bio je minoran. Industrijska revolucija donijela je revoluciju u prometu, uvođenje strojeva u preradi sirovina i industrijskoj proizvodnji, izgradnju željezničkih sustava, masovno naseljavanje novih kontinenata i dotada nenastanjenih prostora, koncentraciju ljudi u veće aglomeracije, snažan razvoj prekomorske trgovine, a kasnije i razvoj cestovnog, zračnog i drugih vrsta prometa.

Čovjek je postao svjestan snažnog utjecaja na okoliš tek pred nekoliko desetljeća, a spoznaje unatrag dvadesetak godina ukazuju da moramo biti opravdano zabrinuti za sudbinu kvalitete našega života u budućim desetljećima ukoliko ne učinimo bitne napore za smanjenje tog trenda - uništenja okoliša. Drži se da je promet odgovoran barem za četvrtinu globalnih emisija CO<sub>2</sub>, tako da barem jednom četvrtinom doprinosi učinku staklenika, globalnom zagrijavanju i promjeni zasad još uvijek relativno stabilnih klimatskih prilika na Zemlji.

Glavni smjer politike održivog razvoja jest naglo usporavanje negativnih učinaka na okoliš, stabilizacija učinaka (pri čemu će se trend onečišćenja okoliša i dalje povećavati) i na koncu eksponencijalno smanjenje negativnih učinaka, kako bi osigurali relativno pristojan život budućih generacija.

Upravljanje održivim razvojem pretpostavlja različita znanja i vještine stečenih proučavanjem društvenih znanosti (posebice ekonomije, ekonomike okoliša i strategijskog menadžmenta) i različitih područja dr. znanosti (ekologije, biologije, tehnologije, teorije sustava). Na globalnoj i lokalnoj razini upravljanje održivim razvojem je višeslojan proces koji je povezan s interakcijom državnih, gospodarskih i nevladinih menadžera te je u izravnoj vezi s okolišem, odnosno prirodnim resursima i ekološkim problemima današnjice. Tri su osnovna elementa u koncepciji održivog razvoja

#### 1. Koncepcija razvoja

- održivi razvoj nije poistovjećen s gospodarskim rastom, iako se ta dva pojma često miješaju,
- gospodarski rast odnosi se na kvantitativne elemente gospodarskog sustava, a razvoj na kvalitativnu koncepciju razvoja društva koja u sebi uključuje gospodarske, kulturološke i društvene opsege razvoja.

#### 2. Koncepcija potreba

- otvara pitanje raspodjele osnovnih resursa za ostvarivanje kvalitetnog života,
- pritisci na okoliš u siromašnim državama, da bi se zadovoljile osnovne potrebe pučanstva, izazivaju veliku degradaciju okoliša.

#### 3. Koncepcija budućih naraštaja

- buduće naraštaje ne bismo trebali opterećivati našim razvojnim i ekološkim problemima, nego bi im trebalo prenijeti bolju kakvoću ekoloških sustava nego što je danas.

### **Osnovne mjere koje zahtijeva koncepcija održivog razvoja**

1. Očuvanje prirodnih resursa i eksploatacija resursa,
2. Veću učinkovitost u raspodjeli resursa i preraspodjelu bogatstva,
3. Uvođenje novih tehnologija i poimanje razlike između rasta i razvoja,
4. Odustajanje od aktivnosti koje bi mogle ugroziti buduće naraštaje,
5. Uključivanje koncepcije održivog razvoja kao filozofije u sve društvene, ekonomske i političke strukture.

## **1.2 Osnovna načela ekološke održivosti**

Održivi razvitak predstavlja ostvarivanje tri opća cilja ekološke održivosti a to su: stabilni gospodarski razvitak, pravedna raspodjela socijalnih mogućnosti, te zaštita okoliša. Ti se ciljevi, uz uvažavanje odgovornosti države na međunarodnoj razini za globalna pitanja mogu

ostvariti jedino u zajedničkoj suradnji svih dionika. U ostvarivanju spomenutih ciljeva treba se voditi općim načelima održivog razvitka.

**Osnovna načela održivog razvitka:**

1. Zaštita ljudskog zdravlja,
2. Promicanje i zaštita temeljnih ljudskih prava,
3. Solidarnost unutar generacija i među generacijama,
4. Ostvarivanjem otvorenog i demokratskog društva,
5. Uključivanjem građana,
6. Uključivanjem poslodavaca i socijalnih partnera,
7. Socijalnom odgovornošću poslodavaca,
8. Integracijom gospodarskih, socijalnih i okolišnih sastavnica u izradi svih politika,
9. Obrazovanjem za održivi razvoj,
10. Usklađenošću politika svih razina uprave i lokalne samouprave,
11. Upotreba najbolje moguće dostupne tehnologije,
12. Obnavljanja prirodnim resursima,
13. Promicanjem održive proizvodnje i potrošnje,
14. Predostrožnost i prevencija,
15. „Onečišćivač plaća“ za onečišćenja koja nanosi okolišu.

Održivi razvoj obuhvaća društvenu održivost (resurse treba koristiti na način da se povećaju jednakosti i društvena pravda, a smanjuju društveni poremećaji) gospodarsku održivost (svodi se na održavanje zaliha kapitala) i ekološka održivost (ljudima je potrebna ekološka održivost) odnosno održivost kvalitetnog stanja u okolišu.

## **2. EKOLOGIJA KAO ZNANSTVENA DISCIPLINA**

Ekologija je znanstvena disciplina čiji se početak povezuje uz 1859. godinu, kada znanstvenik Charles Darwin u Londonu objavljuje svoju knjigu o evoluciji „O podrijetlu vrsta“, u kojoj objašnjava razne evolucijske primjere (adaptacija, prirodna selekcija, borba za opstanak, izumiranje vrsta i sl.) na temelju međusobnih odnosa organizama i njihove interakcije s uvjetima koji vladaju u okolišu.

Naziv ekologija dolazi od grčke riječi *oikos* (stanište, obitavalište, dom) i *logos* (znanost, riječ, govor).

Ernst Haeckel je 1869. g. (*Generelle Morfologie der Organismen*) prvi utvrdio pojam „ekologija“ kao optimalni način gospodarenja domaćinstvom uvažavajući prirodne okolnosti odnosno ekologiju kao znanost koja se bavi istraživanjima interakcija organizama i okoliša.

U toj knjizi nalazi se prva definicija i opis ekologije kao posebne znanosti: „Pod ekologijom“ podrazumijevamo ukupnu znanost o odnosima organizama prema okolnom svijetu, gdje u širem smislu mislimo na sve egzistencijalne preduvjete. Ti preduvjeti su dijelom organske, a dijelom anorganske prirode, jedni i drugi su od najvećeg značaja za sve oblike organizama jer ih prisiljavaju na njihovo prilagođavanje. U anorganske uvjete preživljavanja, na koje se svaki organizam mora prilagoditi, ubrajaju se fizikalna i kemijska svojstva njegovog staništa (klima, svjetlo, toplina, vlažnost i električni parametri atmosfere), anorganski oblici hrane, specifičnosti vode i tla itd.

U organske uvjete preživljavanja ubrajamo sve odnose organizama prema drugim organizmima s kojima dolaze u dodir i od kojih imaju obično koristi ili štete. Svaki organizam u njima ima prijatelje i neprijatelje (takve koji im egzistenciju omogućavaju i takve koji je ugrožavaju). Organizmi, koji služe kao organska hrana za druge ili koji na njima žive kao paraziti, ubrajaju se također u organske uvjete.

Danas pod ekologijom podrazumijevamo znanost o ovisnostima, s jedne strane između živoga svijeta i njegova okoliša, a s druge strane o ovisnost o društvenim tvorevinama (zajednicama) i njihovim životnim prostorima. U osnovi razlikujemo:

- prirodni okoliš,
- izgrađeni okoliš
- socijalni okoliš.

Pod prirodnim okolišem podrazumijevamo okoliš koji nije izgrađen radom ljudi, dakle nasljedstvo je svemirskog i zemljanog razvoja tijekom milijuna godina. (Taj je prirodni okoliš, često i u sve većem obimu i intenzitetu pod utjecajem, oblikovanjem i korištenjem od strane čovjeka: voda, tlo, zrak, biljni i životinjski svijet.) Sukladno rečenom, ovdje uglavnom možemo govoriti o «ekologiji prirode», tj. biološkoj disciplini koja izučava uzajamne odnose između živih organizama i okoliša od kojeg ovisi održavanje tih organizama.

Pod izgrađenim okolišem podrazumijevamo okoliš izgrađen djelom čovjeka. Do neolitske revolucije (oko 8.500. g. st. prije Krista) čovjek živi i djeluje kao dio prirode: nema stalnih staništa, koristi resurse prirode u nepromijenjenom obliku. U neolitu: stvaranje odnosno izgradnja naselja - sela, djelomično paljenje (krčenje) šuma radi stvaranja tla podobnog za obradu, poljoprivreda (ratarstvo i stočarstvo) je isključivi način života – utjecaj na okoliš je minimalan.

Urbana revolucija (oko 33. stoljeća prije Krista): stvaranje urbanog društva, grade se i utvrđuju gradovi, izvode već smion melioracijski radovi (brane, nasipi, umjetna jezera, od teretni kanali i sl.), grade se putovi, luke i sl. → utjecaj na izvorni okoliš se pojačava. Industrijska revolucija (18. stoljeće): snažno iskorištavanje i prerada prirodnih resursa (minerali, energenti). Razvoj prometnih sredstava i sustava omogućava naseljavanje do tada gotovo netaknutih prostora (Australija, N. Zeland, Sibir, Divlji zapad) izgrađene se površine povećavaju za tisuće puta. Zato, kada govorimo o izgrađenom okolišu, podrazumijevamo djela ljudi: kuće, stanovi – gradovi (naselja), tvornice, prometna i ostala infrastruktura, strojevi, prometna sredstva itd.

Socijalni okoliš jest treća komponenta okoliša: proučava odnose između pojedinaca međusobno, pojedinaca i različitih društvenih grupa, odnosno odnose i interakcije u društvu (narodu), društvenim sustavima i socijalnim tvorevinama u kojima živimo, a za opisivanje tih procesa ovdje govorimo o «humanoj ekologiji».

Ekologija, kao znanost, proučava planetarnu ekologiju, uključivši četiri osnovne komponente: more, kopno, zemljin omotač i priobalni pojas. Obzirom da se temelji na vezi živih organizama, vrsta i njihovih zajednica sa svom ostalom živom i neživom prirodom, može se zaključiti da su sve znanosti vezane za prirodu važne i za samu ekologiju, što je čini multi-znanstvenom disciplinom koja uključuje i područja kao što su ekonomija, sociologija, pravo, etika, moral, filozofija i dr.“

Proširujući Haeckelovu definiciju ekologije na ljudsku vrstu, estonski biolog Jakob von Uexküll 1909. godine u svojoj knjizi „*Okolni i unutarnji svijet životinja*“ prvi je dao definiciju okoliša: „Okoliš je cjelina koju čovjek vidi kroz svoje specifično, antropogeno stajalište i koju čine okružujući mediji (atmosfera, voda, zemlja, geografsko mjesto, klima itd.) kao i svi drugi živi organizmi (biljni i životinjski).“

Ekologija označava granu biologije koja izučava odnos živih bića i njihove životne okoline. Osnovna podjela ekologije je na teorijsku ekologiju i primijenjenu ekologiju.

1. Teorijska ekologija izučava spoznaju ekoloških zakonitosti u prirodi.
2. Primijenjena ekologija izučava optimalno gospodarenje prirodnim dobrima, uz odgovarajuću zaštitu prirode i okoliša.

Ekologija se često neispravno poistovjećuje s mnogim pojmovima vezanim uz razne ljudske djelatnosti.

## 2.1 Podjela ekologije

Danas ne postoji niti jedno područje znanosti ili tehnologije u kojem se nije razvila neka od specifičnih grana ekologije. Najuobičajenija je podjela ekologije prema stupnju organizacije istraživanog sustava te prema veličini i ustrojstvu dijelova živih i neživih sastavnica biosfere:

- ekologija jedinke (autoekologija, idioekologija ili ekofiziologija);
- ekologija vrste (demekologija ili populacijska ekologija);
- ekologija životne zajednice (sinekologija, biogeocenologija „sistem ekologija“ ili ekologija sustava);
- krajobrazna ekologija (geoekologija);
- globalna ekologija (planetarna ekologija ili holekologija).

Postoji i podjela na:

- terestičku (kopnenu) i akvatičku (limničku i marinsku) ekologiju - prema geofizičkim značajkama okoliša;
- laboratorijsku i terensku ekologiju;
- opću, poredbenu, teorijsku i primijenjenu ekologiju;
- ekologiju mikroorganizama (mikrobiološka ekologija), bilja (fitoekologija), životinja (zooekologija) i ljudi (humana ekologija) - prema skupini organizama koji se istražuju.

## 2.2 Ekološki čimbenici

Ekološki čimbenici su značajne i promjenjive fizikalne, kemijske ili biološke veličine iz okoliša koje mogu pozitivno ili negativno djelovati na rast, razmnožavanje i gustoću populacije nekog organizma. Na te čimbenike se mora organizam prilagoditi da bi preživio, a njihovo djelovanje može biti povremeno ili stalno.

Čimbenici se dijele na:

- abiotске čimbenike - sve nežive fizikalne i kemijske utjecajne veličine iz okoliša (temperatura, padaline i vlaga, svjetlost, vjetar, sastav i struktura tla, nadmorska visina, vodni režim podloge, nagib terena, klimatske promjene, kemizam okoliša i dr.);
- biotске čimbenike - one koje proizlaze iz uzajamnih odnosa među organizmima (priogeni, virogeni, bakteriogeni, fitogeni, zoogeni, antropogeni), uzimajući u obzir prehranu, razmnožavanje, gustoću populacije, rasprostranjenost vrste, socijalno ponašanje, životnu dob, natalitet, mortalitet, simbiozu, nametništvo, predatorstvo i dr.

Ekološki čimbenici djeluju različitim intenzitetom. Ukoliko najmanji intenzitet djelovanja bilo kojeg čimbenika uzrokuje neku posljedicu u ekosustavu radi se o ekološkom minimumu, a najveći intenzitet djelovanja nekog čimbenika kojeg organizam može podnijeti naziva se ekološki maksimum. Ekološka valencija je raspon između ekološkog minimuma i maksimuma u okviru kojeg je moguć život neke vrste, odnosno populacije. Ekološka valencija različita je za svaki čimbenik i svaku vrstu. Eurivalentne vrste imaju širok raspon podnošljivosti intenziteta nekog ekološkog čimbenika, a stenovalentne vrste imaju usku ekološku valenciju.

Čovjek je, osim kao dio hranidbenog lanca, mnogostruki biotički odnosno u konkretnom slučaju antropogeni čimbenik: - kao korisnik prirodnih dobara: šume (drvo), minerali (rude), energenti (nafta, plin i dr.), - zatim kroz intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju (umjetna gnojiva, herbicidi, pesticidi, genetski modificirane poljoprivredne kulture (biljke i životinje), hormoni i drugi aditivi, - promjenu mikro i makro klime, - istrebljenje pojedinih vrsta i unašanje stranih vrsta u autohtone ekosustave, - promjenu režima voda, - te radi načina proizvodnje i načina života: kroz biološku, termičku, kemijsku i radiološku poluciju ekosustava odnosno okoliša uopće.

### 3. BIOSFERA

Živi organizmi nastanjuju relativno uski površinski sloj zemlje, koji zovemo biosfera = prostor u kojem se događaju svi životni procesi, kao i okolni prostor koji omogućava odvijanje tih životnih procesa odnosno protok energije te razmjenu materije i energije.

Biosfera se sastoji od:

- površinskog dijela tla: litosfera (pedosfera, agrosfera),
- vodenih površina: hidrosfera i
- atmosfere.

#### 3.1 Litosfera

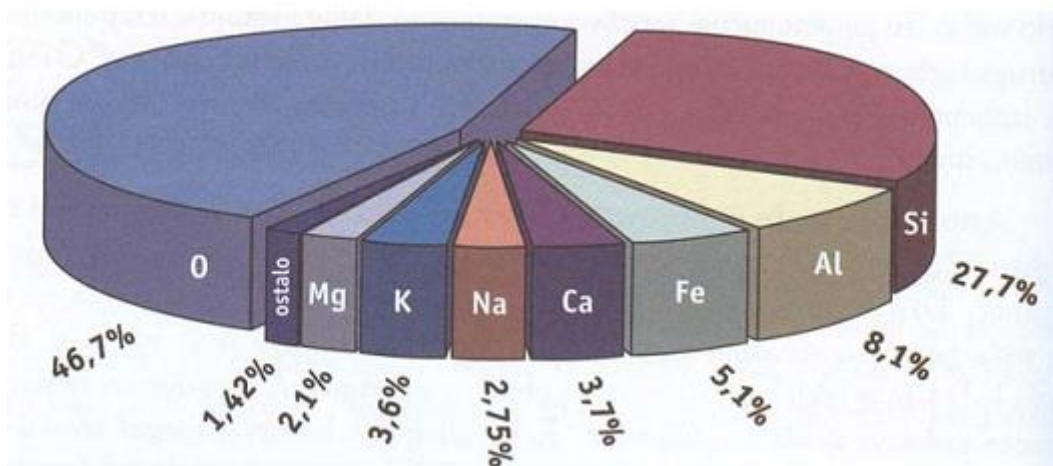
**Litosfera** je kruta kamena kora odnosno vanjski ovoj zemljedebeo 10 km ispod oceana i do 70 km ispod gorskih masiva. Sastoji se od donjeg, plastičnog, rastaljenog bazalnog sloja u kojem prevladava silicij i magnezij (SIMA), gornjeg, krutog, granitnog sloja u kojem prevladava silicij i aluminij (SIAL) te eruptivnih, sedimentnih i metamorfnih stijena (slika 1.). Ispod kore nalazi se plašt koji se sastoji od tri dijela:

- gornji plašt,
- prijelazna zona,
- donji plašt.

Plast je u tekućem stanju i lagano pomiče koru iznad sebe, što dovodi do pomaka tektonskih ploča. U središtu Zemlje je jezgra u krutom stanju, sastavljena većinom od željeza i nikla. Litosfera se dijeli na tri dijela:

- gornji dio (epizona),
- srednji dio (mezazona),
- donji dio (katazona).

Iz unutrašnjosti Zemlje na površinu pojedinih mjesta izbija tekuća lava, piroklastično kamenje, različiti plinovi i vodena para. Vulkani svojim djelovanjem (prašina, otrovni plinovi) mogu prouzročiti velike štete. Problem za litosferu predstavlja eksploatacija minerala i energenata. U litosferi je život moguć samo u njezinim površinskim slojevima, do desetak metara dubine. Neki organizmi žive u dubljim slojevima kore, u mraku i ovise o hrani koja dolazi s površine.



Slika 1. Kemijski sastav litosfere

### 3.2 Pedosfera i agrosfera

**Pedosfera** je vrlo tanki rastresiti sloj zemlje, nastao kao rezultat dugotrajnog djelovanja atmosfere, hidrosfere i živih organizama na površinu litosfere. Pedosfera je preduvjet za raznovrsniji život na kopnu, važna etapa mjesnog i globalnog biokemijskog kruženja tvari, stjecište i medij za protok različitih vrsta energija, spremište različitih kemijskih spojeva, životni prostor za ljude, životinje, biljke, mjesto i sredstvo za biljnu proizvodnju. Pojam pedosfera označava i tlo, odnosno dio Zemljine kore koji je stanište za organizme što žive u njemu i na njemu.

Tla su disperzni sustavi izgrađeni od heterogene mješavine organskih i anorganskih čestica različite veličine. Tlo je rastresita, prirodna tvorevina, nastala tijekom dugotrajnih

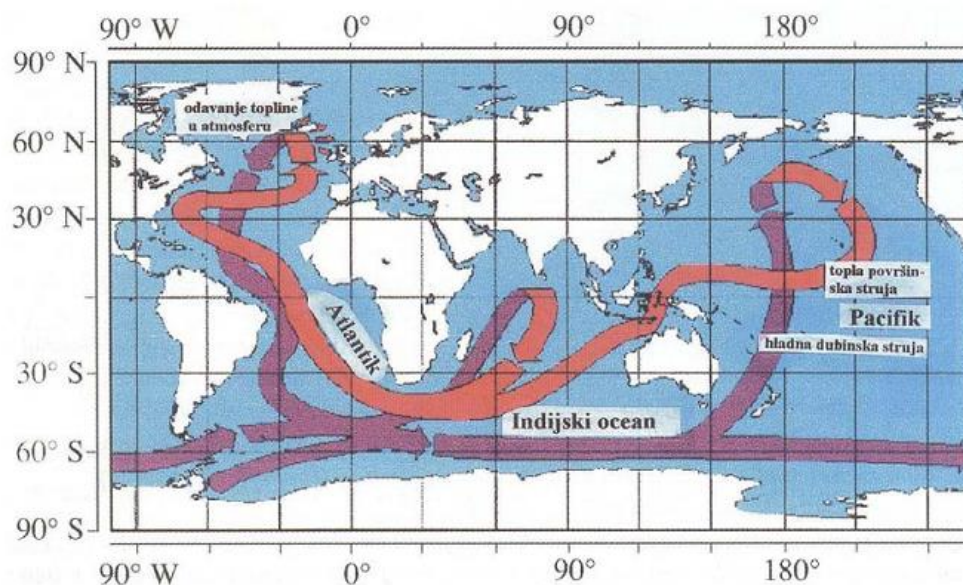


procesa, djelovanjem pedogenetskih čimbenika. Znanost koja se bavi građom, postankom, razvojem, distribucijom te svojstvima tala zove se pedologija (tloznanstvo). Raznolikost tla posljedica je uzajamnog djelovanja organizama i geološke podloge. Većina tala sadrži više od 90 % mineralnih tvari i tek nekoliko postotaka organskih spojeva. Organski dio je nestabilan i promjenjiv, a nastaje utjecajem živih organizama. Ostaci mrtvih organizama u tlima stvaraju organske sastavnice tla – humus (plodno tlo sadrži približno 10 % humusa).

Prema teksturi razlikuju se četiri osnovne vrste tla:

- pjeskovita (lako se obrađuju, prozračna, brzo se suše te lako gube hranidbene minerale),
- skeletna tla (mlada tla, siromašna hranidbenim tvarima, karakteristična za kamenjare),
- glinena tla,
- ilovastatla.

Proces formiranja tla vrlo je spor. Za nastanak jednog centimetra tla potrebno je i do 100 godina. Kemijski sastav tla vrlo je složen i prostorno raznolik. Poseban problem predstavlja degradacija tla. Degradacija tla je proces smanjenja bioloških, kemijskih i fizikalnih kvalitativnih svojstava tla. Neki od uzroka su: krčenje prirodnog vegetacijskog pokrova radi dobivanja aktivnih poljoprivrednih površina, onečišćenja i toksina, eutrofikacija tla uporabom gnojiva, povećana stopa erozije tla uslijed krčenja i poljodjelske obrade, odvodnjavanje, navodnjavanje, akumulacija urbanih otpadaka, rastuća urbanizacija s glomaznom infrastrukturom, prometnice i prometni putovi, turizam, rudarski kopovi i dr. Približno 300 milijuna hektara tla je u potpunosti degradirano, dok 2 milijarde hektara pokazuje znakove degradacije, većim dijelom u Aziji i Africi. Dio pedosfere, približno 11 %, koji je čovjek prilagodio svojim potrebama (proizvodnja biljne i životinjske hrane, proizvodnja nekih proizvoda za potrebe drvoprerađivačke, farmaceutske i kozmetičke industrije) naziva se agrosfera.



*Najvažnija oceanska struja, »the great ocean conveyor«. Vodene mase struje na površini iz Pacifika u Atlantik. Na sjeveru se ohlađuju i poniru u dublje slojeve i struje natrag u Pacifik gdje ponovno zagrijavaju (po Broeckeru 1996.). Računa se da globalni optok traje oko 1000 godina.*

**Slika 2. Prikaz globalne cirkulacije morskih struja u oceanima**

### 3.3 Hidrosfera

Pod hidrosferom podrazumijevamo mora, jezera, tekućice i podzemne vode i posebni dio, tj. kriosferu, koju čine ledenjaci i glečeri (koji inače sadrže oko 70% svih zaliha slatke vode).

Voda je u hidrosferi nejednako raspodijeljena: 97,2 % vode nalazi se u oceanima i morima (slana voda), a približno 2,8 % su kopnene vode (jezera, rijeke- 0,8 % i ledenjaci 2 %). Vodene pare u atmosferi ima približno 0,001 %). Za našu uporabu dostupna je uglavnom voda u kružnom toku između tla i atmosfere (slika 2.).

Najvažnije uloge vode u biosferi su:

- stanište za veliki broj organizama,
- važan čimbenik u reakcijama fotosinteze,
- otapalo za sve hranjive elemente tla,
- hrana za većinu živih organizama,
- u svom biokemijskom ciklusu važan je prijenosnik energije,
- zbog procesa isparavanja i kondenzacije te relativno visokog toplinskog kapaciteta bitan je klimatološki čimbenik u toplinskoj bilanci Zemlje.

Razlikuju se:

- ekosustavi slatkih voda (ekosustavi rijeka, jezera, bara, močvara i sl.),
- ekosustavi rubova kopna (ušća rijeka, morska obala),

- ekosustav mora i oceana.

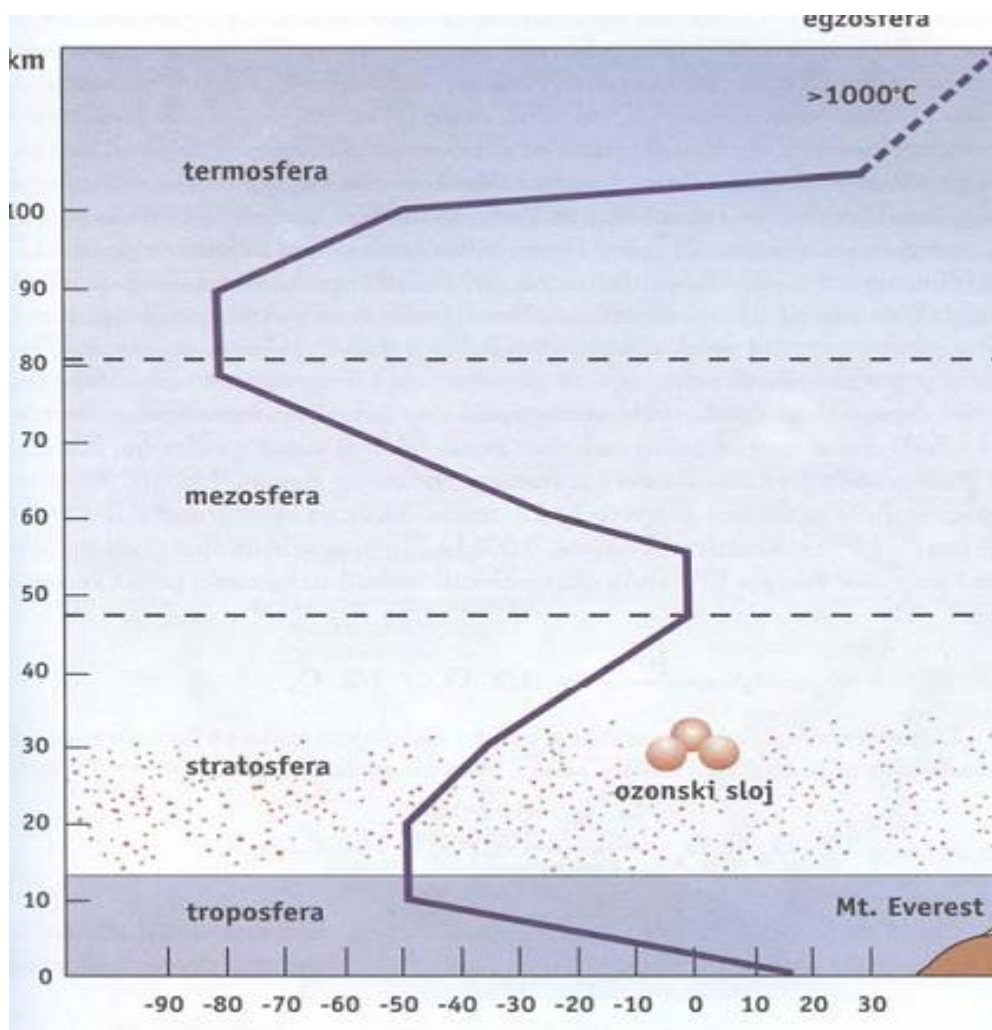
### 3.4 Atmosfera

**Atmosfera** je plinoviti i nevidljivi Zemljin omotač što se sastoji od smjese različitih plinova koju nazivamo zrakom. Atmosfera dosiže u visinu od približno 100 km a vrlo razrijeđena na 300 km. Podijeljena je u nekoliko slojeva, znatno različitih po svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima. Atmosfera se dijeli na troposferu (8 do 14 km, temperatura 15 do – 50°C, tlak opada za 11 milibara s porastom visine za svakih 100 m), koju većina autora smatra jedinim dijelom biosfere (u atmosferi), zatim na stratosferu (14 do 50 km, temperatura od – 50°C do 0°C, tlak je manji od 0,2 do 0,001 atm), mezosferu (50 do 80 km), jonosferu i egzosferu (slika 3.). Atmosfera u cjelini, a osobito troposfera štiti zemlju od svemirskog zračenja, meteora, hladnoće, tj. omogućuje klimatske i druge uvjete za odvijanje životnih procesa.

Na sastav atmosfere, koja je otvoren sustav važan za mnoge biokemijske cikluse elemenata i tvari, osobito u dijelu izmjene tvari s litosferom, utječu antropogene i prirodne emisije.

Antropogene emisije su emisije nastale zbog izravnog čovjekovog djelovanja (prerada ili uporaba kemijskih tvari, spaljivanje fosilnih goriva, proizvodnje energije, poljoprivreda, stočarstvo, krčenje šuma izazvanim požarima i dr.).

Prirodne emisije su emisije bez čovjekova djelovanja (erupcije vulkana, djelovanje vulkana, oceana, oluja i dr.).



**Slika 3. Atmosfera zemlje – strukturalni prikaz**

### 3.4.1 Troposfera

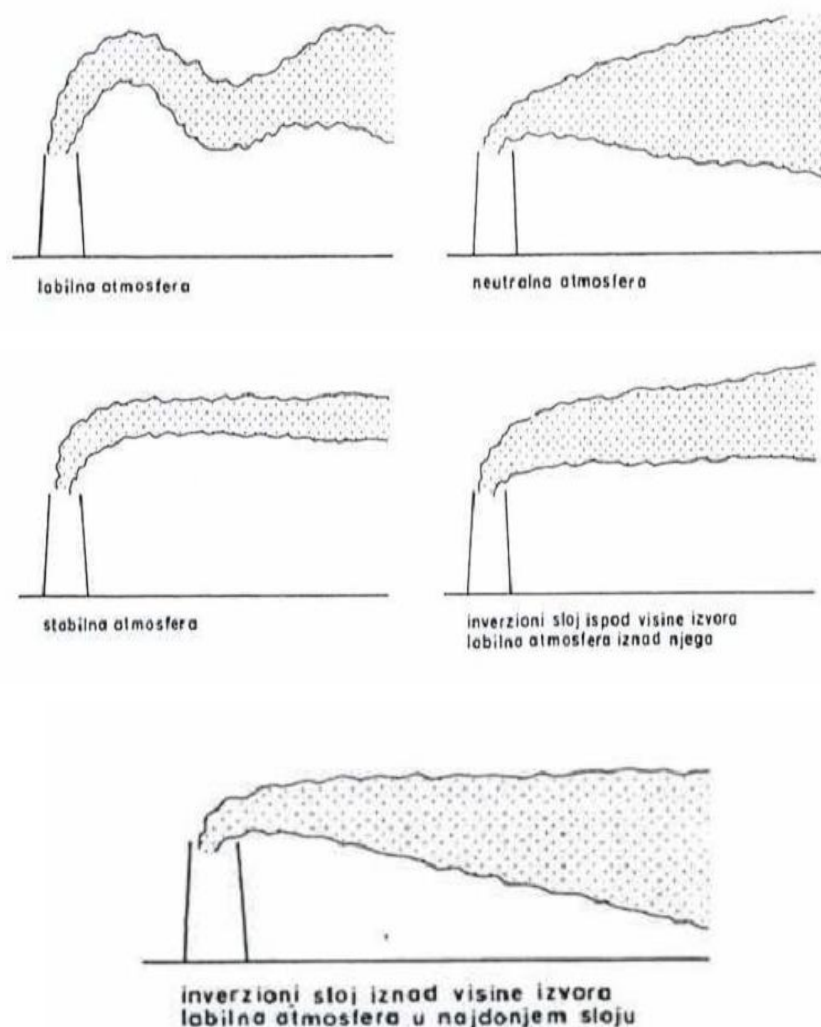
Troposfera je prizemni (najniži) sloj atmosfere, posebno važan za život organizama. Troposfera je najgušći sloj atmosfere i u njoj se zbivaju različite vremenske promjene (naoblaka, kiša, snijeg, sunčana razdoblja). Prostire se na visini do približno 18 km na ekvatoru, do približno 10 km na polovima i do približno 11 km u našim geografskim područjima. U donjim slojevima ima sitnih anorganskih i organskih čestica. U troposferi se nalazi gotovo cijela količina atmosferske vode, odvija se proces kruženja vode u prirodi i stvaraju gotovo svi oblaci i padaline. Zračna strujanja u troposferi su vrlo jaka, pa dolazi do miješanja zraka iz viših i nižih slojeva. Kratkovalne Sunčeve zrake koje lako prodiru kroz atmosferu apsorbiraju se na Zemljinoj površini, a tople dugovalne zrake koje isijava Zemlja zagrijevaju atmosferu, što znači da se troposfera zagrijava odozdo. Temperatura se u troposferi snižava proporcionalno visini, prema tzv. adijabatskom profilu. Pri jednakom tlaku, topliji zrak zbog manje gustoće diže se iznad hladnijeg. Zbog smanjenja tlaka razmjerno s visinom taj će „paket“ ekspanzirati upravo

za iznos razlike tlakova. S obzirom na činjenicu da je zrak loš vodič topline, rad potreban za ekspanziju bit će gotovo adijabatski, pa se zbog toga u troposferi u suhom zraku temperaturni profil mijenja za  $-9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  za svaki kilometar visine, a pri vlažnom zraku, zbog moguće fazne promjene vode odnosno vodene pare, temperatura se s visinom mijenja za prosječno  $-6\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ . Takav temperaturni profil atmosfere omogućuje dobro vertikalno miješanje zraka što je sa stajališta eliminiranja lokalnog onečišćenja zraka često vrlo važno, jer omogućuje dizanje uvis „toplijih paketa onečišćenog zraka“, kakvi su većinom otpadni plinovi nastali procesima izgaranja. Vertikalno miješanje bit će bolje što je negativniji stvarni temperaturni profil u atmosferi u odnosu prema onome za vlažni zrak.

U prirodi su moguća stanja kada temperatura prizemnog sloja atmosfere raste s visinom - postojanje tzv. temperaturne inverzije. Sastajališta mogućeg (lokalnog) onečišćenja zraka to je najlošije stanje, jer je otežano raspršivanje onečišćivača.

Na globalnom planu dugotrajne se temperaturne inverzije događaju za vrijeme stvaranja anticiklone, kada se gornji slojevi zraka spuštaju, zagrijavajući se zbog efekta kompresije praćeni blagim vjetrovima, odnosno najčešće vjetra i nema (tišina), pa za vrijeme njihova trajanja na određenom području mogu znatnije nagomilati onečišćivači. Epizode onečišćenja potencirane su i pojavom magle, odnosno stvaranjem smoga, što dovodi do vrlo ozbiljnih posljedica. Do kratkotrajnih pojava inverzije u jutarnjim satima često dolazi za vrijeme vedrih noći, kada se zbog intenzivnijeg zračenja topline sa Zemlje u svemir mogu pothlađivati donji slojevi atmosfere. Ta inverzija redovito nestaje već nakon izlaska Sunca. Inverzije su česte i u kotlinama, gdje zbog hladnijeg zraka što se noću spušta s planine, donji slojevi mogu biti hladniji od onih u višim dijelovima. Visina pojave inverzijskog sloja osobitost je nekog područja.

U industrijskim gradovima, na žalost, još uvijek ilaik može dobiti osnovne spoznaje o vremenu, promatrajući obojene „perjanice“ dima (slika 4.).



**Slika 4. Širenje onečišćenja iz stacionarnih izvora u različitim vremenskim prilikama**

### **3.4.2 Stratosfera, mezosfera, termosfera i egzosfera**

Gornja granica stratosfere je na visini od 50 kilometara. Stratosfera se pretežno zagrijava odozgo, što je uvjetovano ozonskom apsorpcijom ultraljubičastih zraka i oslobađanjem topline pri disocijaciji molekula kisika. Proces teče u zatvorenom slijedu kemijskih reakcija koje predstavljaju prirodni filter za sprječavanje prodora prevelike količine ultraljubičastog zračenja na Zemlju. Djelovanje tog filtra narušava se dodavanjem stratosferi tvari koje se ne uklapaju u taj zatvoreni ciklus. Ozonski sloj stratosfere ugrožen je i na južnoj polutki. U ovom sloju pojavile su se tzv. ozonske rupe, što može bitno djelovati na život na Zemlji.

U sloju iznad stratosfere, nalazi se mezosfera (u visini između 50 i 80 km), a na nju se nadovezuje, između 80 i 300 km, termosfera. U mezosferi temperatura postupno opada od 0 °C do -80°C, a u termosferi naglo raste od -80 °C do 1 000 °C. Egzosfera je najviši sloj atmosfere gdje nema ionizacije plinova, jer molekule zračne smjese „bježe“ u među planetarni prostor. Na visinama iznad 1 000 km nema ni gustoće, ni tlaka zraka.

## 4. EKOSUSTAVI

Pojam ekosustav prvi je spomenuo A.G.Tansley 1935. godine. Ekosustav je osnovna gradivna jedinica prirode u kojoj su sva bića i njihov neživi okoliš prostorno i vremenski ujedinjeni protokom energije i kružnim tokovima tvari; jedinica koja posjeduje za nju svojstvene informacijske sadržaje, sposobnost samoorganizacije, samoobnove i samoodržavnja.

Ekosustavi se sastoje od biotopa (zajedničkih fizičkih obilježja prostora) i biocenoze (organizama koji žive u biotopu). Biocenoze se sastoje od svih populacija različitih vrsta koje nastanjuju neko područje ili površinu u danom vremenskom razdoblju. Biocenoze su nastale kao rezultat ekoloških procesa i evolutivnog razvoja pojedinih populacija. Biocenoze se međusobno razlikuju.

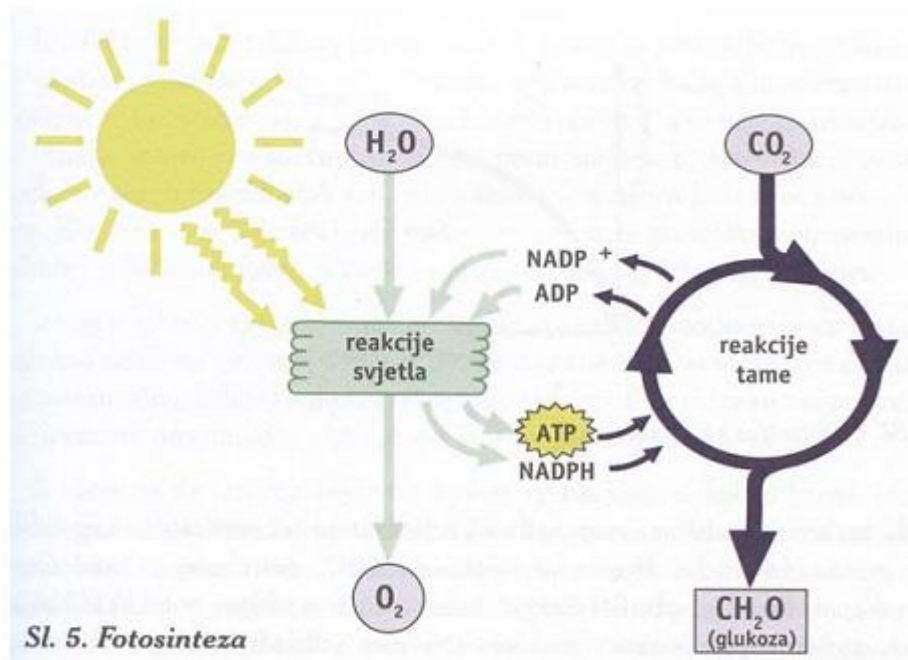
Ekosustavi su istodobno dio i cjelina, tako da je teško napraviti njihovu univerzalnu klasifikaciju. Postojeće klasifikacije uglavnom su napravljene prema potrebama ili razlozima klasifikacije, pri čemu se primjenjuju različiti parametri. Stoga je moguće izdvojiti različite ekosustave. Ukoliko se primjeni veličina kao kriterij, neki autori planet Zemlju izdvajaju kao najveći ili globalni ekosustav. Često se pri tom rabi naziv geosfera ili ekosfera.

Pod ekosustavom nadalje razumijevamo okvir za kruženje materije i energije od anorganskih stanja, preko organske produkcije, stvaranja anorganskih sastavnih dijelova, te ponavljana ciklusa.

Protok materije (tvari) i energije ekosustavom:

1. Primanje i vezanje sunčeve energije (svjetlo) u procesu fotosinteze autotrofnih (zelenih) biljaka i fitoplanktona → primarna organska produkcija primarnih proizvođača.
2. Stvaranje primarne organske materije iz sirovina: neorganskih tvari: CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O, mineralnih soli i drugih tvari (sunčeva i kemijska energija).

3. Transformacija primarne organske materije (hranidbeni lanci): biljojedi (herbiflori) → mesojedi (karnivori) 1. 2. 3. 4. reda → svejedi → utrošak energije za održanje života.
4. Razgradnja organske tvari: biljke i životinje i drugi organizmi (ljudi) iz mrtvih organizama putem razgrađivača (mikroorganizmi, bakterije, muhe, stonoge, kornjaši, termiti i dr.) u anorganske tvari: mineralne materije, plinove (mineralizacija) i vodu odnosno aminokiseline prikladne za korištenje u fotosintezi.
5. Korištenje u točki 4. razložene materije za novo stvaranje organske materije → točka 1. (slika 5.).



**Slika 5. Prikaz proces fotosinteze**

**Ekosustav ima četiri sastavnice:**

- anorganske tvari;
- organizme proizvođače - autotrofni organizmi;
- organizme potrošače - heterotrofni organizmi;
- organizme razlagače - heterotrofni organizmi.

Zbog raznolikosti, ekosustavi se najčešće dijele prema prirodi biotopa ili prema sastavu biocenoze. Najčešća je podjela na:

- vodene ekosustave (morske ili „slatke“)



- kopnene ekosustave.

## **4.1 Vodeni ekosustavi**

### **Ekosustav morskih voda**

Biljke i životinje površinskog sloja mora lebde u moru, pa ih valovi i morske struje raznose. To su planktonski organizmi. Manji dio pučinskih životinja može aktivno plivati vlastitom snagom organa za kretanje. To su plivajuće ili nektonske životinje. Na morskom dnu žive brojne nektonske životne zajednice. Ako se vrste pokreću vlastitom snagom radi se o vagilnim organizmima, a ako su vrste pričvršćene za podlogu radi se o sesilnim vrstama.

Dio mora, do 200 metara dubine, je svjetliji i naziva se trofogeni sloj. Tamo žive fitoplanktoni i brojne vrste sesilnih algi koje čine osnovu prehrambene piramide za razne životinje.

Abisal je duboki morski sloj, bez svjetla, s visokim tlakom vodenog stupca. I u tom sloju postoje živi organizmi. Sličan raspored postoji i u kopnenim vodama, posebno u dubokim jezerima.

Specifičnost ekosustava morskih voda je u salinitetu voda. Salinitet ovisi o dotoku voda, toplini, isparavanju te količini padalina. Većina morskih životinja ima isti osmotski tlak kao i more. To su izoosmotski organizmi. Najbrojniji i najraznovrsniji živi organizmi nalaze se na dubini od 50 do 100 m.

Morsku vodu pretežno zagrijava Sunčevo zračenje. Stupanj upijanja svjetlosti ovisi o kutu upada, tako da je zagrijavanje mora malo na polovima (približno 5°C), a veće u ekvatorskim područjima (približno 25°C). U dubljim slojevima mora i oceana temperatura je približno 13 °C. Temperatura i slanost mora utječe na njegovu gustoću.

### **Ekosustav kopnenih voda**

Ekosustav kopnenih voda dijeli se na:

- tekućice: potoci i rijeke;
- stajaćice: bare, močvare i jezera.

Vodeni ekosustavi bogati su životinjskim i biljnim vrstama, za čiji opstanak je presudna prozirnost vode.

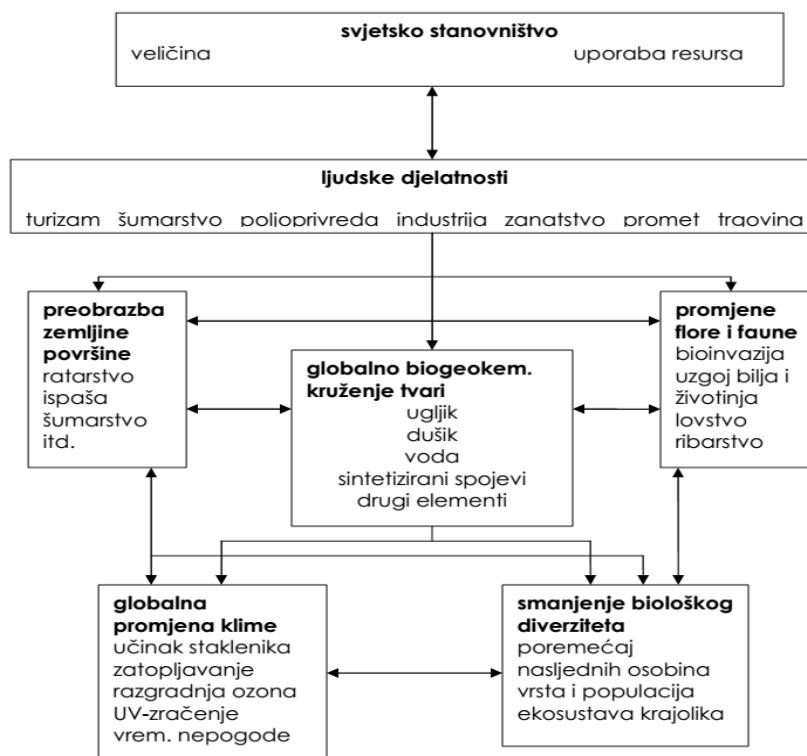
## 4.2 Kopneni ekosustavi

Kopno na Zemlji zauzima oko 3/8 ukupne površine. Na ekosustave na kopnu najviše utječe klima, tj. različiti abiotski čimbenici u okolišu.

Glavni kopneni ekosustavi su:

- vlažne tropske šume;
- bjelogorične šume umjerenog pojasa;
- tajga;
- tundra;
- travnjaci;
- savana;
- stepe;
- makija;
- pustinje i polupustinje.

Širenje pustinjskih predjela na Zemlji, tzv. dezertifikacija jedan je od većih ekoloških problema. Čovjek ima značajan utjecaj na sve ekosustave. Primjer djelovanja čovjeka na kopnene dijelove prikazan je na slici 6.



Slika 6. Utjecaj čovjeka na kopnene ekosustave

### 4.3 Oligotrofni, eutrofni i distrofni ekosustavi

Mjera kruženja energije u ekosustavima je bioproizvodnost, tj. stvaranje organskih spojeva. Prema intenzitetu bio proizvodnje ekosustavi mogu biti:

- oligotrofni,
- eutrofni,
- distrofni.

Oligotrofni (slaboproizvodni) vodeni ekosustavi (geološki mlađa jezera) imaju malo hranjivih tvari, malo fitoplanktona i nisku ukupnu primarnu bioproizvodnju. Zbog loše kvalitete tla i kod kopnenih oligotrofnih sustava ukupna bioproizvodnja je mala.

Eutrofni (dobroproizvodni) vodeni ekosustavi bogati su hranjivim tvarima, imaju puno fitoplanktona, dobro razvijenu vegetaciju i visoku primarnu bioproizvodnju. Zbog dobre kvalitete tla (bogata humusom i mineralnim tvarima) omogućen je rast biljaka ueutrofnim kopnenim ekosustavima.

Distrofni (odumirući) vodeni ekosustavi (plitke bare, plitka jezera) imaju malu količinu hranjivih tvari i malu količinu kisika, zbog procesa truljenja na dnu, te visoku kiselost voda. Takvi ekosustavi omeđeni su trskom, šašom i plutajućom vegetacijom, a ostala vegetacija i životinje vrlo su rijetki.

### 4.4 Biogeokemijski ciklusi

Za život neophodno je nekoliko desetaka različitih biogenih elemenata i voda. Biogeni elementi su kemijski elementi koji sudjeluju u biogeokemijskim ciklusima, a ima ih 66. Ugljik, vodik, kisik, dušik, fosfor i sumpor čine 95 % mase žive tvari na Zemlji, a s kalcijem, silicijem, magnezijem, natrijem, kalijem, klorom i željezom čine 99 % suhe mase živih organizama. Ugljik, vodik, kisik i dušik su makroelementi- elementi potrebni u većim količinama, fosfor i sumpor su mikroelementi - elementi potrebni u manjim količinama, a ultra mikroelementi su potrebni u neznatnim količinama. Do navedenih elemenata i njihovih spojeva živi organizmi dolaze iz nežive prirode: vode, zraka i tla. Između živih organizama i okoliša neprestano se izmjenjuju tvari i energija.

Unutar biosfere postoji kruženje spojeva i elemenata iz sastava tih spojeva. Tako kruže atmosferski plinovi (kisik, dušik, ugljikov dioksid, vodena para), elementi iz sedimenata ili tla (sumpor, fosfor) i dr. Biogeokemijski ciklusi prikazuju kruženje najvažnijih elemenata i njihovih spojeva. Svako odstupanje bilo kojeg biogenog elementa i njegova kruženja u biosferi od normalnih vrijednosti, narušava pojedini ekosustav.

Mnogo godina priroda je smatrana beskonačnim izvorom dobara, s velikom sposobnošću za samopročišćavanjem. Dugo se nije vjerovalo da će čovjek ikada moći utjecati na prirodno kruženje elemenata, ali to se ipak dogodilo. Danas su očite posljedice antropogenog utjecaja na biokemijski ciklus sumpora u umiranju šuma. Prije je sumpora najmanje bilo u atmosferi (uslijed razlaganja biomase i djelovanja vulkana) najvećim dijelom bio je vezan u rudama, ugljenu i nafti. Taj mali dio sumpora iz atmosfere nalazio je svoje konzumente pri povratku u tlo. Zagađenja staništa onemogućavaju konzumiranje hrane s takvih područja. Metali su također imali svoje mjesto u biokemijskim ciklusima, ali samo tamo gdje su imali i svoje producente i svoje konzumente. Ukoliko toga nije bilo, osim u slučaju vulkanske aktivnosti, ostali su vezani u rudama ili stijenama. Gospodarenjem prirodnim dobrima čovjek je unio primjerice olovo, kadmij i živu koji nisu biogeni elementi, ali su se zbog povećanih koncentracija počeli ugrađivati u biotop. Ukratko, čovjekov utjecaj na biokemijske cikluse, a time i na biosferu sve je izraženiji.

## 5. GLOBALNI EKOLOŠKI PROBLEMI

Tijekom jedne minute u svijetu se dogodi:

- emisija od 40.000 t ugljičnog dioksida u atmosferu,
- krčenje 3,5 km<sup>2</sup> šuma,
- 100 novih motornih vozila u prometu,
- naplavi se 60.000 tona zemlje,
- poveća se broj stanovnika za 165,
- izgradi se cca 1 km<sup>2</sup> površina.

Najvažniji su ekološki problemi današnjice izraženi slijedećim ponderom značaja:

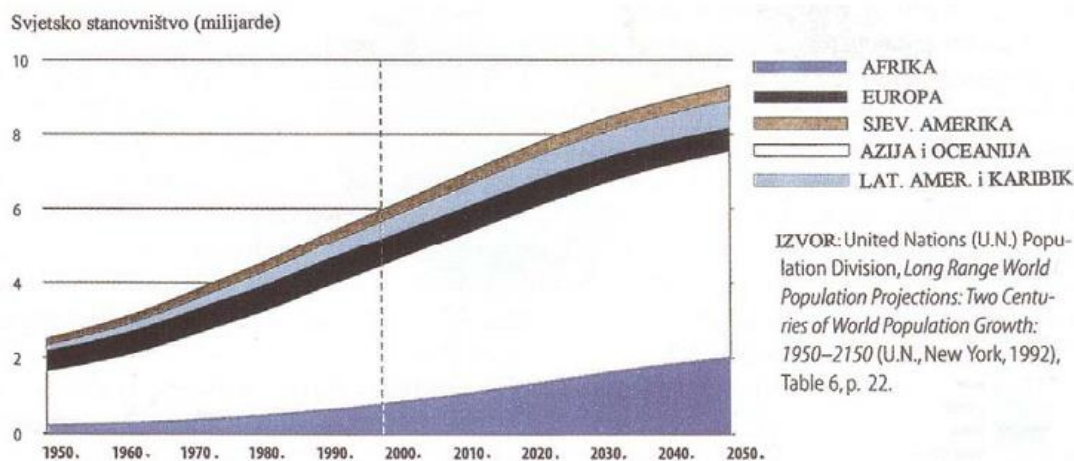
<b>ekološki problem</b>	<b>ponder</b>
- promjena klime	5
- nedostatak vode	3
- zagađenje vode	3
- širenje pustinja	3
- izumiranje vrsta	2,5
- smeće (odlaganje)	2
- erozija tla	2
- smetnje ekosustava	2

- otrovi, kemikalije i sl. 1,5
- migracija u gradove 1,5
- ozonske rupe 1,5
- utrošak energije 1,5

Izvori (uzroci) onečišćenja okoliša mogli bi se svrstati u 9 grupa:

### 1. Demografska eksplozija

Velik porast broja stanovnika na Zemlji i urbanizacija, porast udjela gradskog stanovništva, a osobito razvoj velikih gradova i stvaranje megalopolisa, sve su češće pojave i na području nerazvijenih zemalja (slika 7. i 8.).



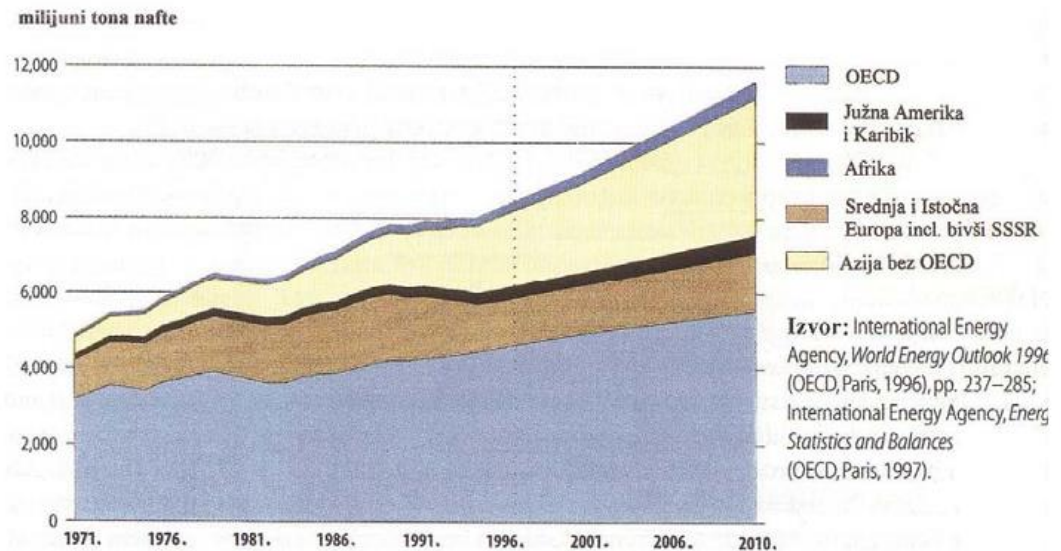
**Slika 7. Razvoj broja stanovnika prema kontinentima - u razdoblju od 1950. do 2000 g. s procjenom do 2050. g.**

Velegradovi	Broj stanovnika	
	1995.	2015.
Tokyo	26,96	28,89
Mexiko City	cca. 18	cca. 30
San Paulo	16,53	20,32
New York	16,33	17,60
Bombaj	15,14	26,22
Šangaj	13,58	17,97
Los Angeles	12,41	14,22
Kalkuta	11,92	17,31
Buenos Aires	11,80	13,86
Seul	16,11	12,98
Peking	11,30	15,57
Osaka	10,61	10,61
Lagos	10,29	24,61
Rio de Janeiro	10,18	11,86
Delhi	9,95	16,86
Karachi	9,73	19,38
Kairo	9,69	14,42
Pariz	9,52	9,69
Tianjin	9,42	13,53
Metro Manila	9,29	14,66
Moskva	9,27	9,30
Jakarta	8,62	13,92
Daka	8,55	19,49

**Slika 8. Broj stanovnika svjetskih mega-gradova - 1995. g. i procjena za 2015. g.**

## **2. Industrija i energetika**

Svaka industrija ima utjecaj na okoliš, najčešći su to utjecaji vezani za tlo i vode. Industrijski sadržaji godinama, opterećuju okoliš (sa rizičnim i opasnim tvarima za okoliš ) ali pri tom trebamo imati na umu da nije samo industrija važan pokretač aktivnosti.

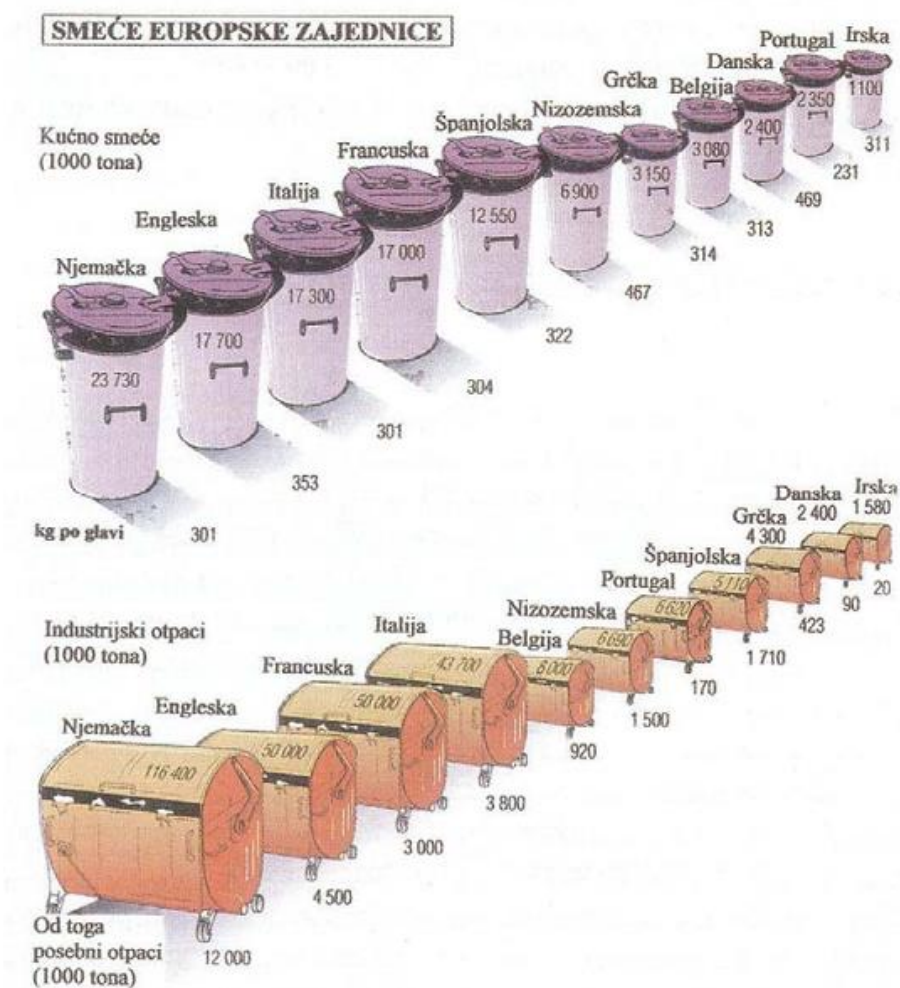


**Slika 9. Razvoj potrošnje energije u pojedinim regijama svijeta - izražen (preračunato) u milijunima tona nafte u razdoblju 1971.-2010.**

### 3 Odpad

Za razliku od pred nekoliko desetaka godina, kada smo se nehajno odnosili prema problemu zbrinjavanja otpada (divlja odlagališta, odlagališta opasnih tvari bez zaštitnih folija, trpanje smeća u jame i jednostavno pokrivanje slojem zemlje – moguće zagađenje podzemnih voda i sl.), danas smatramo da s otpadom, obzirom na njegovu količinu i opasnost za okoliš treba vrlo brižljivo gospodariti.

Principi su pri tom: izbjegavanje otpada odnosno smanjenje postojeće specifične količine i opasnosti otpada, odvojeno skupljanje otpada; vrednovanje otpada: recikliranje, regeneracija, uporaba; te konačno odlaganje (slika 10.).

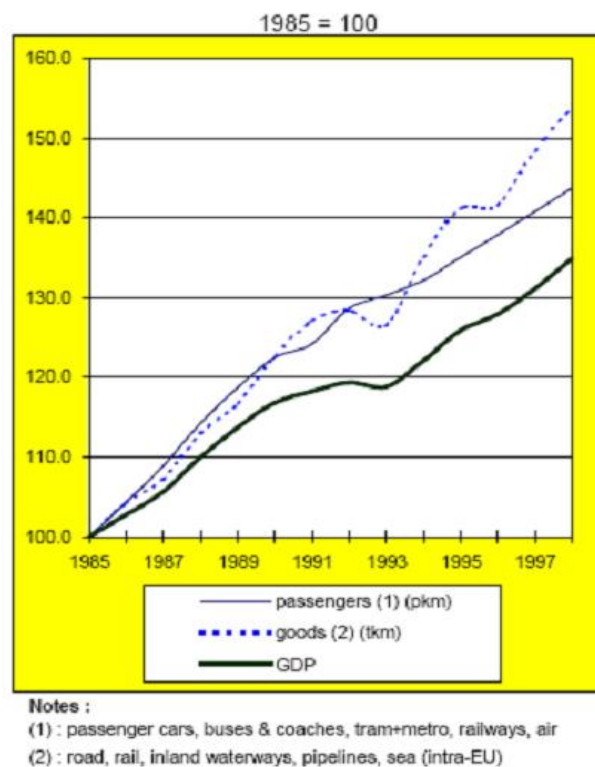


**Slika 10. Godišnja količina kućnog smeća i industrijskog otpada u zemljama EU (podatak za 1990. g.)**

#### 4 Promet

Danas u svijetu ima preko 500 milijuna motornih vozila, koja troše preko 1/3 ukupno potrošene energije. Računa se da će se brojka od 1 milijarde vozila postići oko 2030. godine, to uzrokuje povećanje potrošnje nafte – goriva (crpljenje zaliha, utjecaj na klimatske i dr. promjene). U razdoblju od 20 godina cestovni promet producirao je 76% više emisija ugljičnog dioksida, 68% više dušičnih oksida i 41 % više ostalih ugljikovodika, te oko 85 do 90% buke (slika 11. i tab. 1).





**Slika 11. Porast količina putničkih i teretnih kilometara u zemljama EU (15) - razdoblje 1985.-1997. g.**

Onečišćivač	Promet	Proizvodnja energije	Poljoprivreda	Industrija i otpad	Kućanstva
SO <sub>2</sub>	7	61	-	25	7
NO <sub>2</sub>	60	22	-	14	4
CO	60-71	1	1	18-25	10-15
CO <sub>2</sub>	26	33	1	26	15
Metan	1	0	45	56	1
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	41	-	18	34	7
Amonijak	51	-	97	2,5	-

**Tablica 1. Onečišćenje zraka od antropogenih djelatnosti – udio u % (primarne emisije)**

## 5 Poljoprivreda

Poljoprivreda se svakim danom sve više intenzivira, tako da odavno govorimo o tzv. industrijskoj poljoprivredi. Primjenjuju se nove agrotehničke mjere, veće količine fosfornih i

dušičnih, umjetnih gnojiva na bazi kalija (npr. u SAD godišnje 83 kg dušičnih gnojiva po 1 ha), biljke se više puta (i do 15 puta) godišnje prskaju pesticidima. Zemlja je iscrpljena i imunološki oslabljena te treba sve veće količine umjetnog gnojiva i pesticida. Oni s poljoprivrednim proizvodima dopijevaju do ljudi i životinja.

Dodatni je problem i velika nepoznanica sve veći udio genetski modificiranih proizvoda (soja, uljana repica, voće, kukuruz i dr.). Neke se poljoprivredne površine slijedom industrijalizacije pretvaraju u građevinska područja (Japan 9%, SAD 3 %, Italija i Njemačka po 3%).

## **6 Prirodni čimbenici**

Ovdje podrazumijevamo promjene stanja okoliša, koje su uzrokovane elementarnim nepogodama i dr. prirodnim nesrećama, na koje opet posredno djeluje čovjek utječući na klimatske i druge promjene (suše, tajfuni, poplave, uragani, tsunami, nagla topljenja snijega i dr.). Erozijom tla gubi se oko 0,7 % plodnih tala godišnje, a erozijom su u nekim zemljama zahvaćene velike površine (Turska 74 %, SAD do 60 %). Potresi mogu doprinijeti izazivanju neželjenih emisija iz industrijskih i drugih postrojenja, te izazvati vulkanske reakcije i velike plimne valove (tsunami). Erupcije vulkana veliki su onečišćivači okoliša (vulkanski pepeo, lava, sumpor) tako da utjecajno područje treba mnogo desetljeća da se oporavi (u povijesti su nestali cijeli gradovi, npr. Pompeji, civilizacija – Atlantida).

## **7 Ostali uzročnici**

- nedovoljna ekološka svijest,
- znanstvena spoznaja o onečišćenju i posljedicama onečišćenja okoliša dugo nije postojala,
- «industrijalizacija pod svaku cijenu» donijela je pogrešno lociranje industrijskih sadržaja i nedovoljnu ili nikakvu zaštitu okoliša,
- ograničene materijalne mogućnosti društva, osobito onih siromašnijih,
- uništenje okoliša slijedom ratnih razaranja (nekad luk i strijela, danas nuklearne bombe, uništavanje šuma (u Vijetnamu je 1/6 šuma potpuno uništeno ratnim djelovanjima, prije svega otrovima) i dr.

## **5.1 Situacije stanja okoliša**

Biosfera, kao mjesto života čovjeka, životinja i biljaka niz je veoma složenih ekosustava odnosno bioma, gdje jedan čimbenik okoliša ovisi od drugima, koji su opet kemijski, fizikalno ili biološkim krvotokom najuže povezani. Dirnemo li u jednu kariku tog sustava, utječemo na cijeli sustav. Dakle, zaštita okoliša ne može se odnositi samo na jedan čimbenik. Zadaća nam je: sve elemente eko sustava, gledajući u makro smislu: vodu, zrak, tlo, biljne i životinjske zajednice održati u njihovu prirodnu obliku jer to predstavlja osnovu i našega života, tj. života čovjeka.

Upravo prirodni egzistencijalni čimbenici našega života jesu: čisti zrak koji neprestano udišemo, čista voda za piće, dovoljno sunčeve svjetlosti, plodno (nezagađeno i neotrovno tlo), zdrave namirnice, dovoljno zelenih površina, kako u područjima ljudskih staništa (naselja) tako i izvan njih.

U najkraćem pogledu, mogli bismo današnju predmetnu situaciju opisati na slijedeći način:

- naš se prirodni i izgrađeni okoliš sve više životno ugrožava i postaje neprijateljski u ekološkom, psihološkom i socijalnom pogledu,
- zagađenje najvažnijih prirodnih osnova za život: vode, zraka i tla u stalnom je porastu i poprima kritične granične vrijednosti,
- porast zagađenja još je uvijek eksponencijalan,
- većina se tih procesa neda lokalizirati (plinovi iz visokih dimnjaka Poljske, Istočne Njemačke i drugih zemalja utjecali su bitno na smanjenje biološke raznovrsnosti), već djeluju na prirodu većih prostora, pa čak na promjene većih dijelova ili cijele biosfere odnosno geosfere (ozonskog omotač, učinak staklenika), dakle mnogi su problemi rješivi tek na međunarodnoj razini,
- ne znamo točno u kojoj su mjeri ti procesi ireverzibilni, naročito pod uvjetom gospodarski podnošljivih izdvajanja u nekom doglednom vremenu,
- svi se mi nalazimo (manje ili više) pod utjecajima umjetnih tehničkih podražaja, kao što su buka, umjetno svjetlo, velike brzine, vibracije, umjetna zračenja i dr., kojima čovječji organizam stotine godina nije bio izložen, a životinjskim je i biljnim organizmima to sasvim nešto novo nakon milijuna godina.

## **5.2 Zadaće stanja okoliša**

1. Za cjelokupno područje:

- održati dosadašnje stanje i sastav biosfere:

- u pogledu zraka
- u pogledu vode (pitka voda potreba za održanje i reprodukciju organizama),
- u pogledu tla (zdrave namirnice i dr.);
- smanjiti količine otpada (manja količina ambalaže i za razgradnju, uporabu i recikliranje pogodniji materijali, razvrstati ga, dio reciklirati, dio koristiti za prihranu (gnojivo) u poljoprivredi i proizvodnju biogoriva - energije, a ostatak pohraniti (odložiti, na odgovarajući način spaliti i dr.) na način da ne ugrožava okoliš (zrak, voda, tlo);
- poticati uporabu obnovljivih energetske izvora (smanjenje uporabe fosilnih energenata);
- poticati promjenu potrošačkih navika (u smjeru nabavke i korištenja trajnijih dobara),
- poticati razvoj tehnološko-ekoloških programa istraživanja i primjene s implikacijom dogradnje odgovarajuće zakonske regulative u svezi zaštite okoliša i predmetnog sustava poticaja i sankcija.

## 2. Za urbanizirana područja (naselja, građevine i sl.)

- putem odgovarajućih programa i poticaja povećati toplinsku izolaciju zgrada (manja potrošnja energenata za grijanje, hlađenje → pozitivan utjecaj na klimu i dr.);
- razviti programe eksperimentalne odnosno humane gradnje i program zelenih površina u urbaniziranim područjima.

## 3. Za razvijena agrarna područja

- koristiti isto zemljište (tlo) za različite kulture u vremenskim pomacima gdje god je to moguće odnosno spriječiti monokulture (bioraznolikost tla omogućuje dugoročno uspješnu poljoprivrednu proizvodnju),
- koristiti neutralnija i biorazgrađiva zaštitna sredstva (pesticidi, herbicidi),
- koristiti sve više bioloških sredstva za prihranu (organski kompost i sl.) a smanjivati udio umjetnih gnojiva (nitrati, fosfati i kalij) odnosno primjenjivati principe tzv. miroljubive poljoprivrede.

## 4. Za agrarno problematična područja

- zadržati postojeće stanje, tj. veličine područja radi očuvanja globalnih odnosa na našem planetu, pri čemu možemo razlikovati tri osnovna tipa područja:
- dijelove korištene samo za ekstenzivnu proizvodnju (poljoprivreda – osobito stočarstvo i šumarstvo),
- dijelove pod zaštitom kao posebno vrijedna prirodna područja (park prirode, nacionalni park, močvare i drugi prostori),

- ostale kompenzacijske prostore u odnosu na izgrađene površine.

### 5.3 Instrumenti zaštite okoliša

Ekologija i zdravi okoliš je dobro svih, društvena, vrlo široka disciplina (ono što uradiš na svome posjedu nisi samo sebi učinio, npr. kisele kiše koje uništavaju šume i jezera nisu lokalno uzrokovane, kao ni globalno zatopljenje – odatle poruka: «misli globalno, djeluj lokalno»), što implicira promjenu pravnih normi (zadiranje u odnose vlasništva, građansko i imovinsko pravo – stoga se zaštita okoliša od nekih grupacija proglašavala subverzivnom djelatnošću; pretpostavka je dakle žrtvovanje dijela svoje slobode za dobro svih. Zato je važan razvoj zakonodavstva u svezi zaštite okoliša na svim razinama: međunarodne konvencije, protokoli, europsko zakonodavstvo (strategije, zakoni, propisi i programi). Isto tako važna je :

1. Edukacija u cilju stvaranja svijesti o okolišu i njegovu ustrojstvu, te važnosti njegova održanja za opstanak čovjeka.
2. Integracija istraživanja, planiranja i mjera provedbe – timski rad svih struktura i građanstva odnosno javnosti.
3. Razvijanje svijesti o hitnosti djelovanja odnosno ireverzibilnosti procesa (kod nekih antropogenih djelovanja na okoliš postignut je trenutak: «point of no return», dakle jeftinije je danas poduzeti akciju nego za 5 godina kada može biti višestruko skuplje).
4. Pravne pretpostavke .
5. Organizatorske pretpostavke
  - izrada i provođenje programa zaštite okoliša na međunarodnoj razini: međunarodne institucije, učinkovite strukture državne uprave za striktno provođenje zakona i propisa i međunarodnih obveza,
  - učinkovite samoupravne strukture na razini regija i lokalnih zajednica na izradi lokalnih programa kao i provedbi predmetnih dijelova međunarodnih, nacionalnih i lokalnih programa u zaštiti okoliša, npr. «Lokalna Agenda 21».
6. Ostalo
  - cjelovito izvješćivanje javnosti o stanju i promjenama okoliša i njegovih sastavnica (to je jedan od temelja našeg Zakona o zaštiti okoliša),
  - sudjelovanje javnosti u programima i zahvatima u prostoru, koji bi mogli imati znakovitoga utjecaja na okoliš,
  - odgovornost onečišćivača okoliša za njegovo saniranje odnosno otklanjanje štete, uključujući i nadoknadu posrednih troškova,

- stalna kontrola – monitoring sastavnica okoliša, napose građevina (pogoni i transportni putovi) koje su potencijalni onečišćivači okoliša,
- akcije organizacija civilnoga društva (Green Peace, World Social Forum, Eko kvarner, Zelena akcija, Zelena Istra i dr.),
- međunarodni, nacionalni i lokalni poticaji za održivi razvoj: korištenje obnovljivih energetske izvora (vodeni tokovi, vjetar, sunce, plima i oseka, geotermika, poljoprivredne kulture i dr), konzumacija samo ekološki proizvedenih dobara,
- porezi i kazne za proizvođače ekološki nepovoljnih proizvoda – sve do ograničenja i zabrana proizvodnje i prometa određenih proizvoda (FCKW – plin (klima uređaji, frižideri), bezolovni benzin (automobili), proizvodi bez fosfata (sredstva za pranje rublja i sl.),
- izgradnja sustava znanstvenog istraživanja u ekološkom području (koordinacija ekoloških istraživanja).

## 7. Prostorno planiranje i planiranje u zaštiti okoliša

Podrazumijeva izradu odgovarajućih dokumenata i programa glede održivog razvoja i zaštite okoliša na svim razinama i njihovo provođenje: Strategija održivog razvoja države i Plan zaštite okoliša države, Programi zaštite okoliša županije i grada (općine), Izvješće o stanju okoliša države, županije i grada (općine), Strategija zaštite morskog okoliša, Strategija gospodarenja otpadom države i Plan gospodarenja otpadom grada i općine, Državni plan za zaštitu voda i dr.

Prostorno planiranje i planiranje u zaštiti okoliša je provođenje niza standardiziranih postupaka ocjene utjecaja zahvata na okoliš (procjena, određivanje mjera zaštite, provođenje monitoringa odnosno nadzora i dr.) i sl.

Najčešći postupci koji se provode:

- Procjena utjecaja na okoliš – za pojedinačne zahvate odnosno građevine,
- Strateška procjena utjecaja na okoliš – za strateške studije, planove i programe
- Planovi intervencija u zaštiti okoliša i slični postupci (planovi unutar radnih organizacija koje su potencijalni onečišćivači okoliša (Obavijesti o zaštiti okoliša i Izvješće o sigurnosti) i planovi intervencija za pojedina makro područja, npr. za more, kopno, vode; zatim planovi intervencija na razini županija, gradova i općina,
- Međunarodne konvencije, propisi i standardi RH glede prijevoza, skladištenja opasnih tvari i dr.

- Strategija prostornog razvoja države, Program prostornog uređenja države, Izvješća o stanju u prostoru države, županije i općine, Prostorni plan županije, Prostorni plan područja posebnih obilježja, Prostorni plan uređenja općine ili grada, Generalni urbanistički plan, Urbanistički plan uređenja, pri čemu ističemo:
- Prostorni plan uređenja općine ili grada, tj. jedinice lokalne samouprave najvažniji je dokument razvoja u prostoru, a isključivo je u nadležnosti gradova i općina, kojim se, između ostalog utvrđuje: raspored namjene zemljišta (važnih ili za okoliš incidentnih građevina), mjere očuvanja okoliša, određenje prirodnih prostora za zaštitu, zabrana sječe šuma, ograničenje građevinskih područja određenje predviđenih građevina i zahvata za koje valja provesti postupak procjene utjecaja na okoliš i dr.
- Programi unapređenja stanja u prostoru: priprema studijske dokumentacije u pogledu zaštite okoliša i u pogledu zaštite okoliša u predstojećim prostornim i urbanističkim planovima, te sanacije onečišćivača,
- Sredstva

Zdrav okoliš košta novaca, a koštati će sve više i više, ukoliko se pravovremeno predmetno u njega ne ulaže. Općenito se drži da valja respektirati s jedne strane međunarodna sredstva (izdvajanja bogatih zemalja) za bitna istraživanja, programe i zahvate od globalnog interesa, a s druge strane ona na razini država (dijelom i više nacionalnih asocijacija), gdje sredstva za zaštitu okoliša čine odgovarajući udio u društvenom bruto proizvodu (BDP). Smatra se da taj udio narednih desetljeća treba iznositi najmanje 2%, a neke prognoze govore i o izdvajanjima od 10% BDP-a. (Danas se u razvijenim zemljama izdvaja od 2 do 4 % BDP, a kod manje razvijenih, npr. europske tranzicijske zemlje, od 0,1 do 0,3 %).

## **6. UTJECAJ ČOVJEKA NA PRIRODU I OKOLIŠ**

### **6.1 Onečišćivači**

Onečišćenje izazivaju onečišćivači, koji prema svom podrijetlu mogu biti:

- prirodni (erupcije vulkana, geiziri, potresi, požari, poplave, klimatske promjene i dr.).
- antropogeni (industrija, poljoprivreda, izazvani požari, sječa šuma, izgaranje goriva i dr.).

Onečišćivači, prema prirodi, mogu biti:

- kemijski (anorganski i organski spojevi),

- fizikalni (plin, tekućina, krutina, toplina, zračenje)
- biološki (mikroorganizmi, demografski učinak).

Svi ti onečišćivači štetno djeluju na procese u atmosferi, vodi i tlu, kao i na sve organizme, što dovodi do degradacije ekosustava. U daljnjem tekstu navedena je podjela djelovanja onečišćivača prema primarnom mjestu onečišćenja: onečišćenje zraka, onečišćenje voda i onečišćenje tala.

## 6.2 Onečišćenje zraka

Onečišćeni zrak je dio atmosfere u kojem se nalaze tvari što su strane prirodnom kemijskom sastavu zraka. O zagađenju zraka može se govoriti ukoliko je zrak posebno onečišćen, tj. sadrži tvari u koncentracijama koje izazivaju štetne posljedice po zdravlje živih organizama te nanose štete okolišu i gospodarstvu.

### 6.2.1 Izvori onečišćenja zraka

Onečišćenje zraka je posljedica djelovanja primarnih i sekundarnih onečišćivača.

Primarni onečišćivači zraka mogu se svrstati u pet skupina:

- ugljikov monoksid (CO) i ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>),
- ugljikovodici (HC) ili hlapljivi organski ugljikovodici,
- dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>),
- sumporov dioksid (SO<sub>2</sub>) i sumporov trioksid (SO<sub>3</sub>),
- krute čestice ili kapljice, dovoljno sitne da bi ostale u zraku (čadja, dim, prašina, azbestna vlakna, pesticidi i dr.).

Sekundarni onečišćivači formiraju se tijekom kemijskih reakcija između primarnih onečišćivača i drugih atmosferskih tvari, kao što je vodena para. Reakcije se javljaju zbog Sunčeve svjetlosti, tj. pojavljuje se vrlo opasan fotokemijski smog. Fotokemijski smog značajan je za urbana središta i ovisno o kemijskim reakcijama, ugrožava živi i neživi svijet.

Glavni izvori onečišćenja zraka mogu biti prirodnog i antropogenog podrijetla. Od prirodnih izvora značajnu ulogu imaju vulkani, kojih na Zemlji ima približno 700 aktivnih. Tijekom erupcija vulkani izbacuju znatne količine različitih plinova i vulkanske prašine. Najčešći plinovi koje oslobađaju vulkani su: CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, klor, vodik i vodena para. Požari velikih razmjera prouzročeni prirodnim putem također predstavljaju veliku opasnost za čistoću zraka.



Antropogeni izvori onečišćenja zraka su: kemijska industrija, prerađivačka industrija, proizvodnja energije, promet i dr.

Glavni kemijski onečišćivači zraka prikazani su u tablici 2.

Izvor	SO <sub>2</sub>	NO i NO <sub>2</sub>	CO i CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	Čestice	Ukupno
Promet	0,7	4,2	46,5	8,5	0,7	60,6
Industrija	6,3	1,4	1,4	2,8	4,2	16,1
Toplane	8,5	2,2	0,7	0,7	2,1	14,2
Kućanstva	2,1	0,7	1,4	0,7	0,7	5,6
Spaljivanje	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	3,5
Ukupno	18,3	9,2	50,7	13,4	8,4	100,0

**Tablica 2. Glavni kemijski onečišćivači zraka %**

## 6.2.2 Posljedice onečišćenja zraka

Osnovne posljedice onečišćenja zraka su:

- pojava učinka staklenika,
- kisele kiše,
- stvaranje ozonske rupe
- promjena klime.

### 6.2.2.1 Učinak staklenika

Učinak staklenika je pojava temeljena na principu zagrijavanja staklenika u poljoprivredi. Kroz staklo u staklenik prodiru kratkovalne Sunčeve zrake, odbijaju se od tla u obliku infracrvenih toplinskih zraka koje se reflektiraju od staklene površine i ostaju zarobljene u stakleniku, koji se na taj način zagrijava.

Na Zemlji djeluje i prirodni i antropogeni učinak staklenika. Život na Zemlji zahvaljujemo prirodnom učinku staklenika, jer bi bez njega na površini Zemlje vladala temperatura od -18 °C. Kratkovalne Sunčeve zrake prodiru velikim dijelom na površinu Zemlje, ali dugovalne toplinske zrake koje Zemlja isijava sa svoje zagrijane površine dobrim dijelom apsorbira atmosfera. Na taj način smanjuje se zahlađivanje. Prirodnom stakleničkom učinku najviše pridonosi vodena para, a dijelom i staklenički plinovi čija ukupna koncentracija u troposferi nije viša od 0,1 %. Staklenički plinovi su: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, CFC (klorfluorugljik) i O<sub>3</sub> (ozon). Najdugovječniji staklenički plin od svih plinova koje proizvodi čovjek je onaj iz rashladnih uređaja - tetrafluormetan, koji je u atmosferi postojan i duže od 50 000 godina.

Staklenički plinovi i vodena para propuštaju Sunčeve zrake, apsorbiraju tople dugovalne infracrvene zrake koje isijava litosfera, pedosfera i hidrosfera te ih ponovno vraćaju na površinu Zemlje.

Prirodni staklenički učinak povećavaju povišene koncentracije spomenutih plinova kao i umjetno stvoreni plinovi (iz industrije i drugih djelatnosti). Sve navedeno ima utjecaj i na zaštitni sloj ozona u atmosferi. U tvorbi dodatnog stakleničkog učinka izazvanog ljudskim djelatnostima (antropogeni učinak) sudjeluje: CO<sub>2</sub> sa 50 %, CH<sub>4</sub> sa 21 %, CFC sa 17 %, O<sub>3</sub> sa 7 %, N<sub>2</sub>O i ostali plinovi sa 5 %.

Antropogene promjene u atmosferi uzrokuju povišenje prosječne globalne temperature u prizemnim dijelovima atmosfere za 0,3-0,6 °C. Toplinski bi učinak bio puno veći da mora i oceani svojim površinskim slojevima ne upijaju 30-50 % antropogenog CO<sub>2</sub> te usporenim primanjem i otpuštanjem topline ne ublažavaju temperaturne ekstreme u kopnenim dijelovima litosfere i troposfere. Kompjutorski modeli predviđaju porast prosječne temperature Zemlje od 1,5 do 4,5 °C, ukoliko se udjel CO<sub>2</sub> u atmosferi udvostruči. Posljedice takvog povišenja temperature bile bi otapanje ledenjaka, porast razine mora i oceana za 0,5 metara svakih 10 godina, dezertifikacija i dr.

Atmosferske koncentracije aeroonečišćivača s učinkom staklenika danas i procjena njihova sadržaja 2050. godine prikazani su u tablici 3.

Onečišćenje	Atmosferska konc (ppm)Sadašnja	Atmosferska konc (ppm)2050. godine	Vrijeme degradacijePo godinama
CO <sub>2</sub>	350	600	od 2 do 4
CH <sub>4</sub>	1.7	2,5	od 7 do 10
N <sub>2</sub> O	0,31	0,35	od 20 do 100
CFC	6,1x10 <sup>-2</sup>	7x10 <sup>-2</sup>	od 75 do 100
ppm= volumni udjel onečišćivača na milijun dijelova zraka			

**Tablica 3. Aeroonečišćivači s učinkom staklenika danas i 2050. godine (procjena)**

Republika Hrvatska, prema protokolu iz Kyota, smije godišnje u atmosferu emitirati najviše 33,44 milijuna tona stakleničkih plinova. Staklenički plinovi u našoj zemlji sastoje se od 60-77 % CO<sub>2</sub>, 10-15 % CH<sub>4</sub>, 10-15 % NO i približno 0,2 % CFC. Zemlja koja ne „potroši“

dozvoljenu kvotu, tj. emitira manju količinu stakleničkih plinova od one koja joj je odobrena, moći će prodati svoje pravo zemlji koja proizvodi više stakleničkih plinova nego što je dopušteno.

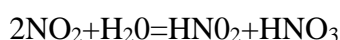
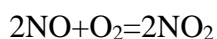
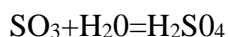
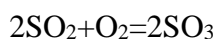
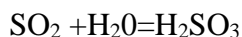
#### **6.2.2.2 Kisele kiše**

Otrovni plinovi u atmosferi, osim onečišćenja zraka, stvaraju uz vodenu paru kisele kiše. Kisele kiše su padaline koje u sebi sadrže vrlo štetne kemijske spojeve počevši sa spojevima sumpora i ugljika ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ), pa sve do složenih dušikovih i organskih spojeva s česticama izuzetno otrovnih teških metala.

Vulkanska i gejzirska aktivnost, biološka razgradnja i prirodni šumski požari, prirodni su mogući uzroci nastanka kiselih kiša. No, na taj način se oslobađa samo 10 %  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}$ . Ostalih 90 % potječe od ljudske aktivnosti:

- sagorijevanja fosilnih goriva,
- emisija otpadnih industrijskih plinova,
- namjernog izazivanja šumskih požara velikih razmjera,
- nastanka plinova kao rezultat rada motora s unutarnjim sagorijevanjem i dr.

Vodena para u atmosferi reagira s plinovima, uz energiju Sunčeve svjetlosti i kisik:



Tako zakiseljene kiše ili snijeg dolaze u rijeke i jezera, pa njihove vode također vremenom postaju kisele. Snižanjem pH vrijednosti propadaju brojne vodene i životinjske vrste. Kisele kiše povećavaju koncentracije toksičnih metala u vodi, što uzrokuje pomor riba.

Štetno djelovanje vidljivo je i na kopnu: kiselina ispire minerale neophodne za rast bilja, sprječava klijanje sjemena, povećava koncentraciju teških metala, spaljuje lišće i koru.

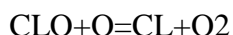
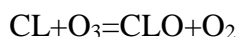
Posebno su ugrožene šume, koje na pojedinim područjima u fazi propadanja imaju i više od 40 % jedinki. Taj proces propadanja naziva se umiranje šuma. Brojni povijesni spomenici i građevine degradiraju se i nestaju pod djelovanjem kiselih kiša.

#### **6.2.2.3 Ozonska rupa**

Pod pojmom ozonska rupa smatra se stanjivanje i uništavanje dijela ozonskog sloja u stratosferi Zemlje. Stratosferski ozon nalazi se na 20- 30 km od površine mora i apsorbira najveći dio Sunčeva ultraljubičasta zračenja. Ozon čini manje od milijuntog dijela svih plinova u atmosferi.

Ukoliko su uvjeti normalni ozon se stalno obnavlja iz atmosferskog kisika. Ozon djeluje kao selektivni filter kratkovalnog ultraljubičasto zračenja (UVB zrake od 180 - 240 nm). Bez tog tzv. ozonskog štita kratkovalne ultraljubičaste zrake na površini Zemlje bile bi smrtonosne. Ukupna količina ozona u Zemljinoj atmosferi smanjuje se brzinom od približno 1 % godišnje. U gornjim slojevima stratosfere Sunčevo zračenje pretvara molekule kisika u atomni kisik ( $O_2 \rightarrow 2O$ ). Atomni kisik vrlo je reaktivan i brzo reagira s molekulama kisika stvarajući ozon ( $O + O_2 \rightarrow O_3$ ). Dio tako nastalog ozona razori se u reakciji s atomima kisika nastalim u prvoj reakciji ( $O_3 + O \rightarrow 2O_2$ ). Ultraljubičasto zračenje većih valnih duljina može razbiti molekulu ozona u molekularni i atomni kisik. Na taj način postoji ravnoteža u nastanku i razbijanju ozona.

Freoni i haloni (ubojice ozona) u atmosferi se zadržavaju od 75 do 100 godina. Na 25 km visine dolazi do fotolitičke disocijacije uslijed djelovanja ultraljubičastih zraka. Nastaju halogeni radikali koji pogubno djeluju na molekule ozona. Primjerice, svaki atom klora koji nastaje fotolitičkom disocijacijom freona može razoriti 105 molekula ozona.



Tako smanjena koncentracija ozona povećava dotok UVB zraka na Zemlju, što posebno šteti fitoplanktonu u površinskom sloju te se narušavaju hranidbeni lanci. Povećanje UVB zračenja povećava postotak oboljelih od karcinom i melanoma kože, povećava broj oboljelih sa sivom mrenom oka i uzrokuje opadanje imunološkog sustava.

Erupcije vulkana također oštećuju ozonski sloj. Pojavila se potreba za kriterijem po kojem bi se znalo koliko je pojedina kemikalija pogubna za stratosferski ozon. Jedan od takvih, danas opće prihvaćen kriterij, jest ODP (*eng. Ozone Depletion Potential*), tj. potencijal iscrpljivanja ozona. ODP je indeks koji uzima u obzir vremensko uništenje ozona uzrokovano specifičnom količinom kemikalije u odnosu na ono uzrokovano istom količinom freona. Znanstvenici sugeriraju da se registriraju sve industrijski proizvedene kemikalije koje sadržavaju klor i brom, a potencijalno bi mogle doći u stratosferu, te da im se odredi ODP. Također se preporučuje uporaba samo onih komponenata koje su kratkog životnog vijeka u atmosferi.

Montrealskim protokolom 1987. godine 47 zemalja obvezalo se da neće povećavati proizvodnju određenih freona i halona te da će potrošnju istih do 2000. godine smanjiti za 50% u odnosu na 1986. godinu. Kao potpisnica Montrealskog protokola, Republika Hrvatska obvezna je prestati proizvoditi navedene tvari do 2010. godine.

Stratosfera sadržava približno 90 % ozona, a ostatak se nalazi u troposferi. Nastaje u prirodi (električno pražnjenje atmosferskog elektriciteta, oksidacija smole crnogoričnih šuma, oksidacija morskih algi). Antropogeni izvori su ispušni plinovi automobila i iz industrijskih postrojenja. Troposferski ozon stvara se u kompleksnoj reakciji između dušikova oksida (NO<sub>x</sub>) i ugljikovodika (nastanak fotokemijskog smoga). Prizemni, troposferski ozon štetno djeluje na zdravlje. Oštećuje dišne putove, uzrokuje bronhitis, otežava disanje, oštećuje eritrocite i uzrokuje anemiju.

#### ***6.2.2.4 Klimatske promjene***

Vrijeme se razlikuje se od klime. Vrijeme je trenutno stanje atmosfere na određenom mjestu. Klima je prosječno stanje atmosfere nad određenim mjestom u određenom razdoblju, uzimajući u obzir prosječna i ekstremna odstupanja. Promjena klime vrlo je širok pojam kojim su obuhvaćeni svi oblici nepostojanosti klime, bez obzira na njihovu statističku prirodu. Granice koje odvajaju klimatske od vremenskih promjena čine razdoblje od 5 do 11 godina. Promjene klime svrstavaju se u dvije skupine:

- promjene u daljnjoj i nešto bližoj geološkoj prošlosti, prije mjerenja mjernim instrumentima;
- promjene u instrumentalnom razdoblju (promjene izmjerene mjernim instrumentima).

U povijesti Zemlje često su se izmjenjivala toplija i hladnija razdoblja. Zbog dužeg trajanja, toplija su se razdoblja smatrala „normalnom“ klimom. U zadnjem desetljeću 20. stoljeća zapažen je nagli rast temperature na sjevernoj polutki, porast padalina u jugoistočnoj Aziji i njihov pad u subtropskim dijelovima Afrike i SAD-a. O globalnim, planetarnim promjenama klime počelo se govoriti početkom 90-ih godina 20. stoljeća od kada je ustanovljeno da srednje godišnje temperature prizemnih slojeva troposfere rastu, da se zagrijanost ekosfere u 20. stoljeću podudara s porastom koncentracije stakleničkih plinova te da smo svjedoci sve češćih ekstremnih vremenskih prilika i nepogoda.

Ujedinjeni narodi su 1992. godine donijeli „Okvirnu konvenciju o klimatskim promjenama“. U prvom članku konvencije pod pojmom promjena klime označavaju se klimatske promjene koje se posredno ili neposredno pripisuju ljudskim djelatnostima koje mijenjaju sastav globalne atmosfere i koje se pokraj prirodnih klimatskih oscilacija zamjećuju

u određenom vremenskom razdoblju. Zbog klimatskih promjena, koje štetno djeluju na sastav i sposobnost samoobnove prirodnih i antropogenih ekosustava, funkcioniranje društveno-gospodarskih sustava, ljudsko zdravlje i okoliš, dolazi do promjene u živom i neživom okolišu.

Klimatske promjene obuhvaćaju porast prosječne temperature u prizemnim slojevima atmosfere, porast prosječne globalne temperature, veću zagrijanost atmosfere iznad kontinenata, veće zagrijavanje u višim i srednjim zemljopisnim širinama, djelomično zahlađenje iznad sjeverozapadnih dijelova Atlantika i srednjih zemljopisnih širina Pacifika, porast koncentracije stakleničkih plinova, veću snagu vremenskih nepogoda, porast razine mora i smanjenje površine alpskih glečera te stanjivanje ledenog pokrivača na Grenlandu. Od navedenih posljedica najviše se govori o očekivanom globalnom porastu razine mora, kao posljedici otapanja leda na polovima.

Znanstvenici procjenjuju da preostali ledeni pokrov sadrži količinu vode da u slučaju potpunog otapanja podigne razinu mora za približno 75 metara. Porast razine mora utjecao bi i na zalihe pitke vode. Posljedice se mogu uočiti u svim ekosustavima i područjima ljudskog djelovanja, a sve aspekte klimatskih promjena zbog njihove raznolikosti i brojnosti nismo doslovno posve u mogućnosti shvatiti. Za stabiliziranje klime na Zemlji trebalo bi do sredine 21. stoljeća smanjiti za 70 % emisija CO<sub>2</sub>. Realniji scenarij je pokušaj stabilizacije atmosferskog CO<sub>2</sub> na 550 ppm (0,05 % volumena atmosfere), ali nitko sa sigurnošću ne može predvidjeti ponašanje već postojećeg CO<sub>2</sub> u atmosferi. Problem je još i veći kada se zna da su velike količine CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> pohranjene u smrznutim dijelovima Zemlje.

Na slici 12. prikazan je satelitski snimak Arktika iz 2003. godine koji pokazuje koliko se ledena površina smanjila u odnosu na onu iz 1979. godine. Na desnoj strani slike 12. vidljiv je ledeni pokrov Grenlanda.



**Slika 12. Satelitska snimka Arktika iz 2003. godine**

Kada bismo u ovom trenutku prestali ispuštati stakleničke plinove u atmosferu, Zemlja bi do novog stabilnog stanja, uz novu klimu, došla 2050. godine. Predviđanja klime u budućnosti uglavnom se temelji na matematičkim modelima Zemlje. Za ta razmatranja nisu dovoljna samo fizikalna svojstva atmosfere, nego se u obzir mora uzeti način na koji ocean uskladištava toplinu i CO<sub>2</sub>, dinamiku interakcije oceana i atmosfere te prirodu površine Zemlje, oblake, zrnca prašine što lebde u zraku i mnoge druge varijable.

Smatra se da postoji jedan ili više pragova ili prijelomnih točaka. Jedan prag bi mogao biti porast temperature za više od 2,7 °C, što će uzrokovati nastavak topljenja ledenog pokrivača na Grenlandu gotovo do kraja, čak i ako temperature zatim padnu ispod te kritične razine. Drugi prag bi mogao predstavljati porast temperature za 4 °C, što bi izazvalo destabilizaciju tropskih prašuma i njihov prijelaz u pustinju.

## **6.3 Onečišćenje voda**

Onečišćenje voda je svako kvalitativno i kvantitativno odstupanje od normalnog i prirodnog kemijskog, fizičkog i biološkog sastava i kvalitete, koje ima neželjene posljedice po zdravlje živih organizama, ekosustav i gospodarstvo.

### **6.3.1 Izvori onečišćenja voda**

Vode mogu biti onečišćene:



- komunalnim otpadnim vodama,
- industrijskim otpadnim vodama,
- poljoprivrednim otpadnim vodama,
- ostalim otpadnim vodama.

Komunalne otpadne vode su vode koje su se rabile u kućanstvima i naseljima, za higijenske potrebe. Te su vode onečišćene otpacima hrane, infektivnim i neinfektivnim mikroorganizmima, deterdžentima, uljima, naftom, fenolima i sl.

Industrijske otpadne vode onečišćene su različitim kemikalijama, metalima, gumom, plastičnim materijalima, ostacima iz različitih grana prerađivačke, prehrambene, metalske industrije, farmacije i drugo.

Poljoprivredne otpadne vode onečišćene su mineralnim gnojivima, pesticidima i mineralnim uljima. Energetska postrojenja i rudnici također doprinose onečišćenju ostalih otpadnih voda.

Pokazatelji prema kojima se utvrđuje onečišćenost prirodnih voda su:

- fizikalni pokazatelji (promjena osnovnih fizikalnih svojstava kao što su boja i prozirnost, odnosno замуćenje, miris, temperatura, radioaktivnost, sadržaj krutih čestica i dr.),
- kemijski pokazatelji (promjena pH vrijednosti, mineralnog sastava, količine otopljenog kisika, sadržaja organskih tvari, anorganskih pokazatelja i dr.),
- biološki pokazatelji (patogene bakterije, virusi, gljivice, ličinke, paraziti, životinjske bjelančevine, ugljikohidrati i dr.)

### **6.3.2 Posljedice onečišćenja voda**

Voda je izvor hrane i osnova za život. U mnogim regijama svijeta zamjetan je nedostatak pitke vode, čemu su uzroci klimatske okolnosti, prevelika gustoća stanovnika i nedovoljna zaštita izvora pitke vode (tablica 4.).

Kontinent	Ukupna potrošnja u km <sup>3</sup>	Potrošnja po stanovniku, m <sup>3</sup>	Potrošnja po kućanstvu, %
Europa	455	626	14
Azija	98	542	6
Afrika	10	199	7
Sjeverna Amerika	608	1 451	9
Južna Amerika	106	332	18
Australija	17	586	19

**Tablica 4. Količina godišnje potrošnje vode na pojedinim kontinentima, po stanovniku i kućanstvu**

Podzemne vode, posebno duboke podzemne vode, čišće su od površinskih voda, no i one su izložene cikličkim promjenama kvalitete (povezano s dubinom, filtracijskim svojstvima, litološkim sastavom vodonosnika, mogućim akcidentima).

Obzirom da gotovo i nema zemlje u kojoj podzemne vode nisu onečišćene različitim pesticidima, nitratima, teškim metalima, raznovrsnim, pa i radioaktivnim otpadom, naftnim derivatima i dr., to zagađenje nije samo hidrogeološki, nego i politički, socijalni, ekonomski i medicinski problem.

Podzemne vode onečišćuju i otpadne vode iz naselja te promet (akcidenti pri prijevozu opasnih i štetnih tvari, posipanje cesta solima preko zime, područja oko aerodroma i dr.).

Porast potrošnje vode i povećani dotok onečišćenih voda premašuje moć samopročišćenja (autopurifikacije) voda na kopnu i mora. Otrovi iz voda ulaze u organizme, neki od njih ugibaju, a razgradnjom uginulih organizama nastaju amonijak, sulfidi i dr.

Uporaba umjetnih gnojiva povećava koncentraciju hranjivih tvari u rijekama i jezerima. Nakon što je u vodenim ekosustavima povećana koncentracija hranjivih tvari dolazi do poticanja razvoja algi i višeg vodenog bilja, tj. primarna proizvodnja (biljni organizmi) je povećana. Taj se proces naziva eutrofikacija. Prirodna eutrofikacija je vrlo polagana i može trajati tisućama godina, tako da se kvaliteta vode za mnoge generacije ne mijenja.

Antropogena eutrofikacija temelji se na uključivanju dodatnih količina kemijskih elemenata u biološke cikluse kruženja tvari u vodenim ekosustavima. Dolazi do narušavanja stabilnosti, ubrzavanja postupaka samoonečišćenja i porasta biljne mase što uzrokuje umiranje jezera.

More, kao sustav s nenadomjestivim ekološkim značajem, također je ugroženo. Glavni oblici gospodarske uporabe mora su:

- uporaba morskih organizama za hranu i druge svrhe,
- uporaba mora za odlaganje otpada,
- pretvaranje plitkog morskog područja u građevinsko zemljište i dr.

Uz oceane, mora su najveći i najjeftiniji prijevozni putovi, što je u drugoj polovici 20. stoljeća dovelo do nove ekološke opasnosti - onečišćenje naftom. Naftne bušotine iz podmorja čine 11 % ukupnog onečišćenja mora, a najveću opasnost predstavljaju tankeri, ne samo zbog mogućih havarija, nego i zbog balastnih voda. Brodovi koji prevoze naftu, u jednom smjeru moraju ukrcati balastnu vodu radi sigurnosti plovidbe. Tu balastnu vodu iskrcavaju kada u drugom smjeru svoje plovidbe bivaju napunjeni naftom. Obalne rafinerije i terminali također ispuštaju naftu u more. Koncentracija stanovništva i gospodarske djelatnosti u priobalju onečišćuju morski pojas. Mora onečišćuju i dotoci zagađenih voda. Na ušćima gdje se riječni sedimenti talože zbiva se akumulacija onečišćivača. Promjenom uvjeta u okolišu dolazi do remobilizacije onečišćenja, tj. do njihova ponovnog otpuštanja u vodu (npr. otpuštanje metala u morsku vodu).

## **6.4 Onečišćenje tla**

Tlo je, uz zrak i vodu, jedan od temelja života na Zemlji, te ograničeno i neobnovljivo prirodno dobro. Tlo je središte okolišnih, gospodarskih, socijalnih i kulturnih događanja i ima ključne funkcije u njihovom skladnom odvijanju i opstanku čovjeka. Tlo je sastavljeno od mineralnih i organskih tvari, vode, zraka i organizama. Na području Europe utvrđeno je više od 320 različitih jedinica tla. Pojam zemljišta, uz tlo, uključuje reljef, klimatske i hidrološke uvjete te rezultate čovjekove aktivnosti. Razlikuju se poljoprivredno, šumsko i građevinsko zemljište. Tlo je osnova

- pri proizvodnji hrane i biomase, zadržava, čuva i dijelom pretvara veliku količinu minerala, ugljika, organske tvari, vode, energije i kemijskih tvari iz prirode i drugih izvora,
- kao prirodni filter čuva čistoću podzemnih voda,
- stanište je velikog broja raznolikih živih organizama,
- podloga na kojoj se odvijaju mnoge ljudske aktivnosti,
- element krajobraza i kulturne baštine,
- izvor sirovina.

Navedene funkcije tla gotovo uvijek su jako međuovisne, ali i suprotstavljene. Onečišćena tla (lokalno ili globalno) su tla u kojima se nalaze tvari koje su strane normalnom prirodnom kemijskom, fizikalnom i biološkom sastavu. Takva tla imaju neželjene posljedice po živi svijet na ili u njima te na gospodarstvo.

Lokalno onečišćenje tala vezano je uz velike gradove i veća industrijska područja ili uz poljoprivredna područja.

Globalno onečišćenje tala odvija se prijenosom štetnih tvari padalinama, strujanjima zračnih masa, vodotocima i podzemnim vodama.

#### **6.4.1 Izvori onečišćenja tala**

Glavni izvori onečišćenja tala mogu biti prirodnog i antropogenog podrijetla. Od prirodnih izvora važna je uloga vulkana koji tijekom erupcije izbacuju goleme količine pepela koji mijenjaju sastav tla. Brojni plinovi oslobođeni tijekom erupcije u atmosferu mijenjaju sastav zraka, plinovi otopljeni u vodi zakisele padaline te tako mijenjaju sastav i reakciju tla.

Sastav tla mijenjaju požari, poplave, dugotrajne obilne kiše i suše. Primjena puno različitih pesticida i melioracija u poljoprivredi, industrija s nečistim tehnologijama, kućanstva i promet glavni su antropogeni izvori onečišćenja tala. Naročiti problem predstavlja nekontrolirano odlaganje otpada.

Ukupno se, kao glavni uzroci i posljedice onečišćenja te degradacija tala, mogu navesti 12 „sindroma“:

1. „Huang He“ (promjena tradicionalnog načina uporabe tla).
2. „Dust-Bowl“ (degradacija tla industrijskim načinom poljoprivredne proizvodnje).
3. „Sahel“ (prekomjerna poljodjelska obrada).
4. „Saravak“ (preobrazba, odnosno prekomjerna uporaba šuma i drugih ekosustava).
5. „Aralsko jezero“ (pogrešno planiranje velikih poljodjelskih projekata).
6. „Kisele kiše“ ili sindrom „visokih dimnjaka“ (unos atmosferskih onečišćenja zračnim strujanjima).
7. „Bitterfeld“ (lokalna kontaminacija, ne zbrinjavanje otpada, akumulacija otpadaka).
8. „São Paulo“ (neplanska, kaotična urbanizacija).
9. „Los Angeles“ (raspršena naselja i glomazna infrastruktura).
10. „Katanga“ (veliki površinski kopovi ruda).
11. „Alpski“ (degradacija tla zbog turizma).
12. „Spaljena zemlja“ (posljedice ratnih razaranja).

#### 6.4.2 Posljedice onečišćenja tala

Svake godine milijuni hektara tla gube svoju biološku raznolikost zbog antropogenog utjecaja. Ozbiljna je opasnost da se 2/5 afričkog tla, 1/3 Azije i 1/5 Latinske Amerike pretvaraju u pustinje.

Po globalnim razmjerima, posebno se ističu problemi:

**1. Lateralizacija-** proces ispiranja hranjivih tvari i silikata te povećanje udjel spojeva željeza i aluminija. Proces i su najintenzivniji u stalno vlažnim i toplim tropskim prostorima, a posebno su brzi u dijelovima zahvaćenim nestankom šuma.

**2. Dezertifikacija-** proces propadanja biološkog ciklusa, zbog odnošenja organske tvari u tlu u uvjetima stalne izloženosti visokim temperaturama. Tlo se stvrdnjava na površini zemlje, stvara se tanak, cementirani sloj – neplodan horizont. U polusuhim krajevima uslijed jake ispaše, a u nedostatku vlage, tlo se raspucava, povećava se evaporacija te se na takva tla širi pustinja.

**3. Salinizacija ili alkalizacija-** pojave koje također uvjetuju propadanje biološkog ciklusa, a posljedica su čovjekova nastojanja da povećanjem prehrambenog ciklusa na navodnjavanim površinama suhih krajeva postigne visoke prinose.

**4. Erozijska-** površinsko odnošenje čestica tla, odnosno odvajanje i transport obalnog dijela profila tla djelovanjem vode i vjetrova. Osim prirodnih uvjeta, na eroziju tla djeluje i ljudska aktivnost. Stvaranje poljoprivrednih površina na padinama gdje je iskrcana šuma i neodgovarajuće (poprečno) oranje ubrzava eroziju. Povećana erozija uzrokuje gubitak organskih tvari i nutrijenata iz površinskog sloja, a djeluje i na ubrzano zatrpavanje vodotoka i akumulacija. U tom slučaju suspendirani materijal je onečišćivač voda. Padina pokrivena travom erodira 100 puta brže o pošumljene padine, koju stabiliziraju biljke s dubokim korijenima. Litološki sastav stijena također utječe na eroziju. Vapnenci su tome naročito podložni. Slobodni CO<sub>2</sub>, organske i anorganske kiseline te huminske kiseline povećavaju kiselost i kemijsku agresivnost vode. U krškim područjima erozija tla naročito je izražena. Stupanj erozija znatno ubrzavaju građevinski radovi i urbanizacija nekog područja.

## **7. ZAKONSKA LEGISLATIVA GOSPODARENJA PROSTOROM U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA**

### **7.1 Zakon o zaštiti okoliša**

Republika Hrvatska kao samostalna država je 1994. g. donijela Zakon o zaštiti okoliša (NN 82/94), koji je s dopunom iz 1999. g. (NN 128/99) bio na snazi sve do 03. studenoga 2007. godine. Hrvatski sabora 2013. godine izglasao je novi Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13), kojim su, između ostalog, usvojene najvažnije stečevine europskog zakonodavstva u svezi zaštite okoliša i održivog razvoja.

#### **I. Opće odredbe**

Opće odredbe zakona sadrže:

- predmet zakona
- pojašnjenje pojmova
- primjenu drugih propisa
- ciljeve zaštite okoliša.

U djelu “predmet zakona” navodi se materija koja se utvrđuje ovim zakonom, npr. načela zaštite okoliša (u daljnjem tekstu: ZO) i održivog razvoja (u daljnjem tekstu: OR), zaštita sastavnica okoliša (u daljnjem tekstu: O), dokumenti i instrumenti ZO, sudjelovanje javnosti u pitanjima okoliša, nadzor i dr.

U dijelu “pojašnjenje pojmova” utvrđuju se osnovni pojmovi i definicije, koje se kasnije koriste u tekstu zakona, npr. “Emisija” je ispuštanje ili istjecanje tvari u tekućem ili čvrstom stanju, i/ili ispuštanje energije (toplina, zračenje, buka, vibracije, svjetlost) te ispuštanje organizama, iz pojedinog izvora u okoliš, nastalo kao rezultat čovjekovih djelatnosti, kao i mikrobiološko onečišćavanje okoliš, “Imisija” je koncentracija tvari na određenom mjestu i u određenom vremenu u okolišu.

“Onečišćavanje” je promjena stanja koja je posljedica nedozvoljene emisije i/ili drugog štetnog djelovanja, ili izostanaka potrebnog djelovanja, ili utjecaja zahvata koji može promijeniti kakvoću okoliša” i dr.

U dijelu “Primjena drugih propisa” utvrđuje se odnos ovog zakona i drugih zakona i provedbenih propisa, npr. “na pitanja odgovornosti za štetu .

U dijelu “ciljevi ZO” utvrđuju se ciljevi u ostvarenju uvjeta OR, npr.:

- zaštita života i zdravlja ljudi,

- zaštita biljnog i životinjskog svijeta, biološke i krajobrazne raznolikosti te očuvanje ekološke stabilnosti,
- zaštita i poboljšanje pojedinih sastavnica okoliša,
- zaštita ozonskog omotača i ublažavanje klimatskih promjena,
- racionalno korištenje energije i poticanje obnovljivih izvora energije,
- održivo korištenje prirodnih dobara, bez većih onečišćavanja i ugrožavanja okoliša i dr.

## **II. Načela zaštite okoliša**

Zaštita okoliša temelji se na uvažavanju:

- opće prihvaćenih načela ZO,
- poštivanju načela međunarodnog prava i uvažavanju znanstvenih spoznaja.

Bitna načela ZO i OR jesu:

- načelo predostrožnosti,
- načelo očuvanja vrijednosti prirodnih dobara,
- načelo zamjene,
- načelo suradnje,
- načelo „onečišćivač plaća“,
- načelo pristupa informacijama, načelo sudjelovanja javnosti i načelo prava pristupa pravosuđu,
- načelo poticanja.

Načelo predostrožnosti je načelo prevencije odnosno sprječavanja nastanka štete u okoliš u putem primjene različitih tehnika, iskustava, standarda i propisa u svezi s ograničenjem emisija, korištenjem obnovljivih energetske izvora, preventivnih postupaka ocjene utjecaja na okoliš (postupak procjene utjecaja na okoliš pojedinačnih zahvata – u daljnjem tekstu PUO, postupak strateške procjene utjecaja na okoliš – u daljnjem tekstu SPUO, postupak ishođenja objedinjenih uvjeta ZO – u daljnjem tekstu OUZO i dr.), sprečavanja rizika velikih nesreća i dr.

Načelo zamjene utvrđuje da se planirani zahvat, koji bi mogao imati štetni utjecaj na okoliš, mora zamijeniti s drugim zahvatom ukoliko ovaj drugi predstavlja manji rizik za okoliš, pa čak i uz cijenu znatno većih investicijskih i pogonskih troškova kod drugog zahvata.

Načelo onečišćivač plaća podrazumijeva da onečišćivač mora snositi sve troškove za štete koje je prouzročio u okolišu, tj. troškove procjene štete, troškove nužnih mjera otklanjanja onečišćenja, ali i posredne troškove negativnih učinaka na okoliš. Onečišćivač također je dužan snositi dijelove preventivnih troškova ZO, kao što su to troškovi praćenja emisija u okoliš i naknade utvrđene po jedinici emisijskih tvari (npr. za 1.t CO<sub>2</sub> i sl.).

Načelo pristupa informacijama i načelo sudjelovanja javnosti podrazumijeva:

- pravo javnosti na pristup informacijama o okolišu, kojima raspolažu tijela javne vlasti,
- pravo javnosti na pravodobno izvješćivanje u svezi nastanka neočekivanih emisija i na informacije o poduzetim mjerama u svezi ZO,
- pravo javnosti na sudjelovanje kod izrade dokumenata u svezi ZO i OR i dr.

Načelo poticanja uključuje poticanje djelatnosti i aktivnosti u svezi sa ZO, kojima se sprječava ili smanjuje onečišćenje okoliša: informacije, izobrazba, razvijanje svijesti o ZO i OR, financijski poticaji za ekološki povoljnije proizvode i postupke i dr.

### **III. Sastavnice okoliša i utjecaji opterećenja**

Sve sastavnice okoliša: tlo, šumsko područje, zrak, vode, more i priobalno područje i priroda moraju biti zaštićene pojedinačno te uzimajući u obzir njihove međusobne utjecaje. Npr. zaštita voda obuhvaća mjere zaštite voda u svrhu izbjegavanja ili smanjivanja posljedica za ljudsko zdravlje, slatkovodne ekosustave i dr., a zaštita prirode odnosi se na praćenje stanja prirode, uspostavu sustava zaštite prirodnih vrijednosti, bioloških i krajobraznih raznolikosti i osiguranja održivog korištenja prirodnih dobara.

Zaštita od utjecaja opterećenja na okoliš odnosi se na zaštitu od štetnih utjecaja genetski modificiranih organizama putem kontrole i sprječavanja uvođenja u okoliš i stavljanja na tržište, zaštitu od buke, zaštitu od ionizirajućeg zračenja, zaštitu od štetnog utjecaja kemikalija (opasne tvari), zaštitu od svjetlosnog zagađenja i odgovarajuće gospodarenje s otpadom.

### **IV. Subjekti zaštite okoliša(u sustavu ZO u RH)**

U ovom se poglavlju poimence navode subjekti ZO, kako slijedi:

- Hrvatski Sabor,
- Vlada RH,
- Savjet za OR i ZO,
- ministarstva i druga nadležna tijela državne uprave,
- županije,
- veliki gradovi, gradovi i općine,
- Hrvatska agencija za okoliš i prirodu,
- pravne osobe s posebnim ovlastima,
- osobe ovlaštene za stručne poslove ZO,
- udruge civilnog društva koje djeluju na području ZO,
- građani kao pojedinci, njihove skupine, udruge i organizacije, te njihov temeljni djelokrug rada u sustavu ZO i OR u Republici Hrvatskoj.

### **V. Dokumenti Održivog razvoja i zaštite okoliša**



Prema zakonu dokumenti OR i ZO jesu:

- Strategija OR RH,
- Plan zaštite okoliša u RH,
- Program ZO,
- Izvješće o stanju okoliša,
- ostale strategije, planovi, programi, izvješća koja se donose prema posebnim propisima za pojedine sektore (npr. za promet) ili sastavnice okoliša (npr. za zrak).

## **VI. Instrumenti zaštite okoliša**

Pod instrumentima ZO podrazumijevamo: - tehničke standarde

- strateška procjena utjecaja na okoliš (u daljnjem tekstu: SPUO),
- procjena utjecaja na okoliš (u daljnjem tekstu: PUO) ,
- objedinjeni uvjeti zaštite okoliša (u daljnjem tekstu: OUZO) sprečavanje velikih nesreća koje uključuju opasne tvari (Planovi intervencija u ZO i dr.),
- prostorne planove kao instrument ZO,
- postupke obveze obavješćavanja susjednih država u svezi u svezi SPUO, PUO, OUZO
- mjere zaštite okoliša za koje nije propisana obveza PUO.

Tehnički standardi kakvoće okoliša, koji sadrže granične vrijednosti za pojedine sastavnice okoliša i za osobito vrijedne, osjetljive ili ugrožene područne cjeline određuju se zakonom odnosno provedbenim propisima. Tehnički standardi odnosno tehnički propisi u ZO propisuju: način izrade, proizvodnje, označavanja, postupanja i korištenja proizvoda; način korištenja pogona, uređaja, opreme i proizvodnih postupaka, postupak homologacije i dr.

## **VII. Praćenje stanja okoliša**

Praćenje stanja okoliša obuhvaća:

- praćenje imisija odnosno kakvoće zraka, vode, tla, mora, biljnog i životinjskog svijeta,
- praćenje imisija odnosno onečišćenja okoliša,
- praćenje utjecaja onečišćenja na zdravlje ljudi,
- praćenje prirodnih pojava,
- praćenje stanja očuvanosti prirode i dr.

Praćenje stanja okoliša (i sanacijskih mjera) obavlja se:

- na temelju dokumenata (npr. odrednica za praćenje stanja okoliša iz PUO, SPUO, OUZO i dr.), te se o tome vode odgovarajući očevidnici,
- od strane županija na njihovom području ukoliko je onečišćivač okoliša nepoznat o čemu se vodi očevidnik.

Pratiti stanje u okolišu smiju samo organizacije odnosno tvrtke ovlaštene za obavljanje poslova ZO. Sistematizaciju i analizu podataka o emisijama i imisijama provodi Hrvatska agencija za okoliš i prirodu u suradnji s ministarstvima i drugim središnjim tijelima državne uprave.

### **VIII. Informacijski sustav zaštite okoliša**

Informacijski sustav ZO sadrži sve podatke o stanju okolišu, opterećenjima i utjecajima na okoliš. Svi se ti podaci prikupljaju od strane različitih subjekata: obveznika praćenja stanja u okoliš prema PUO, SPUO i OUZO, tijela državne uprave, nadležnog upravnog tijela za poslove ZO u županiji, referentnih centara Hrvatske agencije za okoliš i prirodu i dr.

Nadležno upravno tijelo za ZO u županiji dužno je osim toga izraditi i ažurirati registar onečišćivača okoliša kao skup podataka o izvorima, vrsti, količini, načinu i mjestu ispuštanja onečišćujućih tvari u okoliš.

Informacijski sustav sadrži slijedeće podatke:

- podatke o stanju okoliša i njegovim sastavnicama prikupljene i obrađene u skladu s ovim zakonom i posebnim propisima, te Nacionalnom listom pokazatelja,
- podatke o emisijama onečišćujućih tvari u okoliš iz Registra onečišćivača,
- podatke o prirodnim i prostornim obilježjima,
- podatke o prirodnim pojavama,
- podatke o prirodnim dobrima i korištenju prirodnih dobara,
- podatke o područjima koja su posebnim propisima određena kao zaštićena ili ugrožena,
- podatke o biološkoj raznolikosti,
- podatke o utjecajima onečišćivača okoliša na zdravlje ljudi,
- podatke o otpadu i gospodarenju s otpadom,
- podatke o opasnim tvarima,
- podatke o industrijskim i ekološkim nesrećama,
- podatke o organizacijama u sustavu EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme*),
- podatke koji su značajni za vrednovanje OR,
- prostorne podatke,

- stručne i znanstvene podatke domaćih, stranih i međunarodnih institucija, te
- mjere politike, planove i programe ZO.

## **IX. Informiranje javnosti**

Sva tijela javne vlasti (subjekti ZO) dužna su osigurati pristup informacijama o okolišu, koje posjeduju i/ili nadziru u pogledu stanja sastavnica okoliša, opterećenja na okoliš, mjera ZO (dokumenti ZO, propisi i dr.), uvjeta koji se odnose na kvalitetu života, zdravlja ljudi obzirom na okoliš i dr.

Pristup informacijama omogućuje se:

1. Redovnom objavom informacija putem svojih web-stranica ili na druge prikladne načine,
  - o zakonima, propisima, međunarodnim ugovorima (tijekom njihove izrade, donošenja i konačnih prijedloga tekstova),
  - o podacima iz dokumentima ZO (Strategije, planovi, programi ZO i dr.),
  - o podacima provođenja propisa i dokumenata ZO,
  - o podacima praćenja stanja okoliša i dr.

2. Posebnim zahtjevom za pristup informacijama o okolišu tijelu javne vlasti.

Javnosti i zainteresirana javnost (osobe i njihove udruge koje neposredno na nekom području mogu osjetiti posljedice nekog zahvata na okoliš) moraju biti tijekom postupka odlučivanja o pitanjima okoliša obaviještene o njihovu pravu i raspoloživim načinima djelovanja u postupcima odlučivanja o okolišu (npr. izradi PUO, nacrtima propisa i sl.), osobito putem sudjelovanja u javnoj raspravi.

Pravna i fizička osoba koja smatra da je odlukom, radnjom ili propustom tijela državne vlasti ili rukovoditelja tvrtke onečišćivača povrijeđen ovaj zakon ili ostali propisi ima pravo na sudu osporavati postupovnu i materijalnu zakonitost donesene odluke. Odluka suda može biti obustava rada pogona i postrojenja i plaćanje odgovarajuće naknade.

## **X. Odgovornost za štetu u okolišu**

Tvrtka koja obavlja djelatnost koja predstavlja rizik za okoliš ljudsko zdravlje odgovara po načelu objektivne odgovornosti. Tvrtka koja obavlja djelatnost koja se ne smatra opasnom za okoliš odgovara po načelu dokazane krivnje ili dokazanog nemarnog djelovanja.

Sukladno objektivnoj ili dokazanoj odgovornosti tvrtke su dužne sanirati štetu u okolišu i otkloniti prijetecu opasnost od štete nanosene opasnim djelatnostima. Postupak utvrđivanja odgovornosti započinje očevitom na mjestu štete od strane nadležnog tijela državne uprave i procjenom opasnosti štete i prijetee opasnosti, nakon čega slijedi određivanje mjera za otklanjanje štete u okoliš. Po utvrđenju štete u okoliš, tvrtka treba nadoknaditi:

- troškove procjene štete,
- troškove utvrđivanja mjera sanacije okoliša,
- troškove povrata stanja okoliša u stanje prije nastanka štete odnosno troškove kompenzirajućih mjera,
- troškove naknade u visini uništenog dobra (zaštićene vrste i dr.).

Ostale vrste posrednih šteta u okoliš podliježu propisima kojima se uređuju obvezni odnosi. Tvrtka koja je svojim djelovanjem ili propustom proizvela štetu u okolišu ili prijeteću opasnost za okoliš obvezna je bez odlaganja poduzeti mjere sprječavanja i uklanjanja štete, odmah obavijestiti nadležna tijela (eko-stožere, JLS, županiju, ministarstvo i dr.).

Troškovi izvršenja provođenja sanacijskih mjera u slučaju da je počinitelj štete u okoliš nepoznat ili nije dao sredstva na raspolaganje podmiruju se u prvo vrijeme iz državnog proračuna (a kasnije se dio sredstava mora podmiriti iz proračuna JLS odnosno županija – supsidijarna odgovornost).

## **XI. Financiranje zaštite okoliša**

Sredstva za financiranje ZO osiguravaju se u državnom proračunu, proračunima JLS i županija, Fondu za ZO (naknade za motorna vozila, ambalažu, stakleničke plinove i dr.), te drugih izvora (donacije, krediti, međunarodna pomoć).

## **XII. Elementi opće politike zaštite okoliša**

Znak ZO ministarstvo dodjeljuje pravnim i fizičkim osobama koje proizvode proizvode ili usluge koje se posebno odlikuju malim negativnim učincima na okoliš (u odnosu na druge slične proizvode) odnosno visokim stupnjem ZO. Cilj je poticanje takvih usluga i proizvoda. Za poseban doprinos u ZO Ministarstvo, temeljem posebnog propisa, može fizičkim i pravnim osobama dodijeliti godišnja priznanja i nagrade za ZO.

Proizvođači su dužni, kada je to propisano, na ambalažu proizvoda odnosno prateću tehničku dokumentaciju uz proizvod staviti uputu o utjecaju proizvoda i ambalaže na okoliš (energetska klasa hladnjaka, ekvivalentna razina buke, ekonomičnost potrošnje goriva specifična količina CO<sub>2</sub> u ispušnim plinovima vozila i dr.), te način postupanja s proizvodom i ambalažom nakon njegove uporabe.

Država je dužna osigurati provedbu odgoja i obrazovanja u svezi sa ZO i OR, administrativno nadležno ZO i ministarstvo nadležno za prosvjetu zajednički utvrđuju smjernice obrazovnog programa ZO sukladno Strategiji OR RH. Ekonomski poticaji za ZO i OR vrlo su oskudno zastupljeni u ovom zakonu – kaže se tek da se oni mogu urediti putem ekoloških naknada i olakšica za usluge i proizvode u cilju smanjivanja negativnih učinaka za okoliš i smanjenja otpada.

### **XIII. Nadzor**

#### **Upravni nadzor**

Rješenja koja se donose sukladno ovom zakonu, npr. rješenje o prihvatljivosti zahvata (PUO), rješenje o objedinjenim uvjetima ZO (UOZO), uporabna dozvola temeljem UOZO i dr., a za koje se utvrdi da su očito povrijeđene materijalne odredbe ovoga zakona, ministarstvo ih po pravu upravnog nadzora poništava.

### **XIV. Inspekcijski nadzor**

Inspekcijski nadzor obavljaju inspektori ZO raspoređeni u ministarstvu (Uprava za inspekcijske poslove) kako u Zagrebu tako i na terenu odnosno u sjedištima i izvan sjedišta županija. Zakon utvrđuje različite kategorije inspektora ZO: glavni inspektor, viši inspektor, inspektor i nadzornik za ZO i uvjete koje moraju ispunjavati za imenovanje u predmetno zvanje (školska sprema, staž na poslovima ZO, položen stručni ispit).

U postupku inspekcijskog nadzora inspektor je ovlašten:

- zatražiti i pregledati isprave nadziranih osoba,
- ući u građevine, zgrade i ostale prostore i pregledati ih,
- pregledati poslovnu dokumentaciju i zatražiti potrebna rješenja u svezi ZO,
- uzimati izjave od odgovornih osoba,
- zatražiti pismeno izvješće od odgovornih osoba,
- utvrditi činjenično stanje,
- obaviti (narediti) uzorkovanje,
- privremeno oduzeti dokumentaciju koja bi mogla pružiti dokaz i dr.

### **XV. Prijelazne i završne odredbe**

Prijelazne i završne odredbe svakog zakona čine premosnicu odnosno poveznicu između regulacije materije u starom i u novom zakonu. Njima se utvrđuje koji će se postupci i radnje započeti prije stupanja na snagu novog zakona dovršiti prema starom zakonu, a koji radi bitno novog načina reguliranja, po novom zakonu. Nadalje, utvrđuje se koji će se podzakonski akti donijeti temeljem starog zakona, te koji ostaju dalje na snazi. Utvrđuju se također rokovi, postupci i uvjeti za osnivanje novih institucija i službi utvrđenih novim zakonom, te datum stupanja na snagu zakona.

## **Zakon o zaštiti prirode**

Definira zaštićene oblike prirode od interesa za RH: nacionalni parkovi, parkovi prirode, regionalni parkovi, strogi i upravljani prirodni rezervati, posebni rezervati (botanički, zoološki: ornitološki, geološki, hidrološki, rezervat u moru), park-šuma, memorijalno područje, značajni krajobraz, spomenik parkovne arhitekture, pojedine biljne ili životinjske vrste = zaštićene svojte, te zaštićene minerale i fosile.

Utvrđuje dozvoljene i zabranjene djelatnosti u svezi tih područja i svojti. Nadalje, Zakon definira postupak proglašenja pojedinih zaštićenih oblika prirode, nadležnosti, sastavne dijelove akta o proglašenju, definira nužnost vođenja upisnika (evidencije) za zaštićene oblike prirode. Zakon također utvrđuje način upravljanja zaštićenim područjima – putem Javne ustanove za upravljanje zaštićenim područjima i dr.

### **Zakon o zaštiti zraka**

Utvrđuje kakvoću zraka, stupanj onečišćenja zraka, praćenje kakvoće zraka i provođenje zaštite i poboljšanja kakvoće zraka. Zatim definira preporučene vrijednosti kakvoće zraka, granične vrijednosti kakvoće zraka i granične vrijednosti emisija u zrak.

### **Zakon o zaštiti od buke**

Definira buku kao “svaki zvuk čija razina prekoračuje najviše dopuštene razine odnosno one razine koje mogu smetati ljudima u sredini u kojoj rade i borave”. Utvrđuje i tzv. “ekvivalentnu razinu zvuka odnosno buke” kao ekvivalentnu energetska vrijednost odnosno dugotrajno djelovanje zvuka.

Nadalje definira načine zaštite od buke (sprečavanje nastajanja, utvrđivanje razina i karakteristika buke, izradu “karata buke”, praćenje razina buke i njezina smanjivanja na dopuštene razine i izradu “akcijskih planova za zaštitu od buke” kao dugoročnih predmetnih planerskih dokumenata). Zakonom se određuje potreba izrade Pravilnika o najvišim dozvoljenim razinama buke i drugih podzakonskih akata.

### **Zakon o održivom gospodarenju otpadom**

Definira prava, obveze i odgovornost pravnih i fizičkih osoba i jedinica lokalne samouprave, županija u postupanju s otpadom. Definiraju se vrste otpada: komunalni (kućanstva i sl.), tehnološki (proizvodni proces), posebice građevinski, opasni (eksplozivnost, zapaljivost, toksičnost i sl.), inertni i dr.

## **7.2 Podzakonski akti – provedbeni propisi:(uredbe, pravilnici, propisi)**

Podzakonskim se aktima, u pravilu, detaljnije obrađuju pojedina područja nekog određenog zakona. Pravilnike i tehničke propise u pravilu donosi ministar nadležnog ministarstva, a uredbe Vlada RH.

## **7.3 Ostali dokumenti - (strategije, planovi, programi, izvješća i odluke)**

Glede zaštite okoliša uopće kao i pojedinih sastavnica okoliša, održivog razvoja, planiranja i uređenja prostora, razvoja prometa i prometnih grana, zaštite prirode i sl. na različitim se razinama, tj. državnoj, županijskoj, jedinica lokalne samouprave (te pravnih i fizičkih osoba), a sukladno zakonima i drugim propisima RH, donose različite strategije, planovi, programi, izvješća i odluke.

Tako se primjerice na razini RH, temeljem odluke zastupničkog (predstavničkog) tijela na razini države odnosno Hrvatskog sabora i Vlade RH donose i potom objavljuju u službenom glasilu RH (Narodne novine) slijedeći dokumenti:

- Nacionalna strategija zaštite okoliša,
- Nacionalni plan djelovanja na okoliš,
- Strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti,
- Strategija gospodarenja otpadom,
- Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje: 2015.-2022.,
- Plan intervencija u zaštiti okoliša,
- Plan zaštite i poboljšanja zraka u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2008. do 2011.
- Izvješće o stanju okoliša u RH,
- Izvješće o stanju prirode u RH,
- Strategija prostornog uređenja RH,
- Program prostornog uređenja RH,
- Prostorni plan područja posebnih obilježja,
- Strategija prometnog razvitka i razne Odluke.

Sukladno ranije rečenom, na razini županija, odlukom predstavničkog županijskog tijela, tj. županijske skupštine, donose i slijedno objavljuju u službenim glasilima pojedinih županija (npr. Službene vjesnik Varaždinske županije) primjerice slijedeći dokumenti:

- Program zaštite okoliša,
- Strategija zaštite okoliša (PGŽ),

- Izvješće o stanju okoliša,
- Program zaštite prirode,
- Izvješće o stanju prirode,
- Plan intervencija u zaštiti okoliša,
- Prostorni plan županije,
- Prostorni plan područja posebnih obilježja regionalnog, parka prirode
- Operativni plan intervencija za zaštitu voda,
- Plan izgradnje i održavanja županijskih i lokalnih cesta,
- Plan razvojnih program.

Sukladno ranije rečenom, na razini jedinica lokalne samouprave, tj. općina, gradova i velikih gradova, odlukom predstavničkog županijskog tijela, tj. županijske skupštine, donose se i slijedno objavljuju u službenim glasilima nadležnih pojedinih županija (npr.: Varaždinske županije) primjerice slijedeći dokumenti:

- Program zaštite okoliša,
- Plan intervencija u zaštiti okoliša,
- Plan gospodarenja otpadom,
- Izvješće o provedbi plana gospodarenja otpadom,
- Prostorni plan uređenja općine ili grada,
- Urbanistički plan uređenja naselja ili dijela naselja,
- Detaljni plan uređenja naselja ili dijela naselja,
- Godišnji program gradnje objekata i uređaja komunalne infrastrukture,
- Godišnji program održavanja komunalne infrastrukture,
- Plan građenja i održavanja nerazvrstanih cesta,
- Plan razvojnih programa,
- Odluka o dodjeli koncesijskog odobrenja na dijelu pomorskog dobra itd.

Sukladno ranije rečenom, na razini pojedinih drugih subjekata, kao što su to ministarstva, uprave na razini države i drugim razinama, komunalna društva, pravne i fizičke osobe, donose se odlukom nadležnih tijela tih subjekata i slijedno prosljeđuju nadležnim institucijama primjerice slijedeći dokumenti:

- Planovi gospodarenja prirodnim dobrima (Hrvatske šume, Hrvatske vode, nositelji prava lova, ostale osobe koje gospodare prirodnim dobrima),



- Operativni (unutrašnji) plan intervencija u zaštiti okoliša (odnosno odgovarajući dokumenti u svezi sprječavanja velikih nesreća: “Obavijest o zaštiti okoliša” i “Izvješće o sigurnosti”) pojedinih tvrtki koje su na to obvezne,
- Plan gospodarenja otpadom proizvođača otpada itd.

## **7.4 Dokumenti u svezi zaštite okoliša i održivog razvoja**

Dokumenti održivog razvoja (OR) i zaštite okoliša (ZO) u RH, utvrđeni zakonima ili ustavom Republike Hrvatske (RH) jesu:

- Strategija održivog razvoja RH
- Plan zaštite okoliša i Programi zaštite okoliša,
- Izvješća o stanju okoliša,
- Ostali dokumenti (strategije OR i ZO za pojedina područja, planovi za pojedina područja koji bitno doprinose OR i ZO).

### **7.4.1 Strategija održivog razvoja RH**

Strategijom OR RH (u daljnjem tekstu: Strategija) dugoročno se usmjerava gospodarski i socijalni razvitak te ZO prema održivom razvitku države.

Strategija sadrži osobito slijedeće sastavnice:

- analizu postojećeg gospodarskog, socijalnog i stanja okoliša,
- prioritetne ciljeve OR države,
- ostale ciljeve i mjere OR gospodarstva, socijalnog razvitka i ZO prema pojedinim područjima,
- preuzete međunarodne obveze glede OR i ZO,
- institucije (subjekte) koji su temeljni nositelji provedbe strategije, način provedbe i odgovornosti za provedbu,
- način praćenja provedbe i temeljne pokazatelje (indikatore) za provedbu,
- načela financiranja provedbe Strategije.

Nositelj Strategije je ministarstvo nadležno za ZO (u daljnjem tekstu: Ministarstvo), a izrađuje ga u suradnji s drugim ministarstvima i središnjim upravnim tijelima države za gospodarstvo, zdravstvo, socijalnu skrb, poljoprivredu, vodno gospodarstvo, prirodu, obrazovanje, promet i razvitak.

Strategiju na prijedlog Vlade donosi Hrvatski sabor. Prijedlog Strategije se prije donošenja objavljuje na web-stranicama Ministarstva. Izmjene i dopune Strategije donose se

svakih 10 godina, a iznimno i ranije. Razvojni (strateški) dokumenti pojedinih područja ne mogu biti u suprotnosti sa Strategijom.

#### **7.4.2 Plan zaštite okoliša RH**

Plan zaštite okoliša RH (u daljnjem tekstu: Plan) predstavlja provedbeni dokument, odnosno strateški dokument za operacionalizaciju Strategije OR RH.

Plan osobito sadrži:

- mjere i aktivnosti područja ZO u državi,
- način provedbe mjera,
- redoslijed i rokove ostvarivanja mjera,
- strateške projekte ZO i OR,
- procjenu potrebnih sredstava za provedbu Plana s analizom troškova i koristi i izvore sredstava.

Plan se donosi za razdoblje od osam godina, a podliježe reviziji. Nositelj izrade plana je Ministarstvo u suradnji sa drugim središnjim tijelima, a donosi ga Vlada. Usvojeni Plan objavljuje se u Narodnim novinama RH. Izmjene i dopune odnosno novi Plan može se donijeti za četvorogodišnje razdoblje na temelju analize učinkovitosti primijenjenih mjera i stanja u okolišu utvrđenog Izvješćem o stanju okoliša.

Prema ranijem Zakonu o ZO izrađena je Nacionalna strategija zaštite okoliša u RH, koju je usvojio Sabor, te Nacionalni plan djelovanja na okoliš odnosno Nacionalni akcijski plan za okoliš – tzv. NEAP, koga je temeljen Nacionalne strategije usvojila Vlada RH.

#### **7.4.3 Program zaštite okoliša**

Program ZO (u daljnjem tekstu: Program) izrađuje svaka županija i veliki grad za svoje područje, te grad ili općina ukoliko je to određeno Programom ZO županije. Program se izrađuje sukladno Planu ZO RH, na način da se njime pobliže razrađuju mjere iz Plana koje se odnose na promatrani prostor.

Program sadrži osobito:

- uvjete i mjere za ZO (županije, velikog grada, te grada i općine),
- prioritetne mjere ZO po pojedinim sastavnicama okoliša i po pojedinim prostornim cjelinama područja za koga se donosi,
- subjekte (institucije i dr.) koji su dužni provoditi mjere utvrđene programom,
- praćenje stanja okoliša,

- način provedbe interventnih mjera u izvanrednim slučajevima onečišćenja okoliša,
- rokove provedbe mjera,
- način provjere ostvarenja plana (pokazatelje),
- iznose i izvore financiranja provedbe mjera.

Program se donosi u roku od 6 mjeseci nakon donošenja Plana ZO RH. Program se mora dostaviti Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu. Izmjene i dopune odnosno novi Program može se donijeti za četverogodišnje razdoblje na temelju učinkovitosti primijenjenih mjera i stanja (u okolišu) utvrđenog Izvješćem o stanju okolišu, a po potrebi i ranije. Kada je to predviđeno Programom ZO, grad i općina donose svoje Programe ZO usklađene s Programom ZO županije.

Nositelji izrade Programa ZO su nadležno upravno tijelo u županiji za ZO odnosno tijelo nadležno za poslove ZO u gradovima i općinama. Program ZO donosi županijska skupština, uz prethodnu suglasnost Ministarstva, a Programe gradova i općina gradsko odnosno općinsko vijeće. Programi ZO moraju se objaviti u Službenim novinama predmetne županije.

#### **7.4.4 Izvješća o stanju okoliša**

Izvješće o stanju okoliša donosi se radi potreba praćenja ostvarivanja ciljeva i mjera provedbe Strategije OR RH, Plana ZO RH, te Programa ZO županije, velikog grada, grada i općine.

Izvješće o stanju okoliša donosi se na sve tri razine: državnoj, županijskoj i razini jedinica lokalne samouprave za razdoblje od četiri godine.

Izvješće o stanju okoliša sadrži osobito:

- pregled ostvarivanja ciljeva Strategije OR, Plana i Programa ZO,
- podatke o stanju okoliša za područje za koje se donosi,
- podatke o utjecaju pojedinih zahvata na okoliš i ocjenu stanja,
- podatke o korištenju sredstava za OR i okoliš,
- provjeru potrebe izrade novih ili izmjenu i dopunu postojećih dokumenata ZO,
- druge važne podatke.

Izvješće koje se donosi na razini države izrađuje se temeljem Nacionalne liste pokazatelja (indikatora) za pojedine sastavnice okoliša. Nositelji izrade Izvješća su ista tijela koja izrađuju Plan i Programe ZO, a donose ih predstavnička tijela države (Sabor), županije, grada i općine.

Izvješća se moraju objaviti u Narodnim odnosno Službenim novinama i dostaviti Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu.

#### **7.4.5 Strategija i akcijski plan biološke i krajobrazne raznolikosti RH**

Donosi se temeljem Ustava RH i Konvencije o biološkoj raznolikosti odnosno CBD konvencije: *Convention on Biological Diversity*, Rio de Janeiro, 1992. godine), a važeću Strategiju Hrvatski je sabor usvojio na sjednici 30. lipnja 1999. godine.

Strategija kao i ostale strategije sadrži uobičajene sastavnice, pri čemu su za ovu strategiju karakteristično slijedeće: pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti, ocjena stanja ugroženost i razlozi ugroženosti (onečišćenje okoliša, unos stranih vrsta, prekomjerno iskorištavanje prirodnih resursa i dr.), posebni strateški ciljevi, mjere, rokovi i sudionici za provođenje Strategije.

Karakteristično je da se RH, obzirom na svoj položaj, gustoću stanovništva, industrijski i drugi razvoj odlikuje raznolikošću ekoloških sustava i staništa (šume, krš, močvare, vode, more, travnjaci i oranice, obala i otoci) koja se odražava u velikom bogatstvu i raznolikosti biljaka, gljiva i životinja kao i izuzetnom bogatstvu krajobrazne raznolikosti.

Strategija određuje izradu provedbenih akcijskih planova zaštite od kojih ističemo:

- Akcijski plan zaštite krajobraza,
- Akcijski plan zaštite i sanacije ugroženih dijelova prirode,
- Akcijski plan zaštite ekoloških sustava staništa,
- Akcijski plan zaštite vrsta i podvrsta,
- Akcijski plan jačanja zakonodavnog i institucijskog okvira,
- Akcijski plan za obrazovanje i izvještavanje javnosti i dr.

Strategija također utvrđuje subjekte odnosno tijela za provedbu Strategije (nadležnost odnosno područje rada, odgovornosti i dr.), tijela za praćenje ostvarivanja Strategije i financiranje provedbe.

Na razini pojedinih županija se, sukladno zakonu, izrađuju Programi zaštite prirode za područje predmetnih županija, koje usvaja nadležna županijska skupština. Revizija Strategije i Programa obavlja se prema potrebi jednom u 5 godina.

Na državnoj i županijskim razinama se, radi praćenja ostvarivanja Strategije odnosno Programa i stanja prirode, donose Izvješća o stanju prirode za razdoblje od 5 godina s tim da se usvajaju na zastupničkom odnosno predstavničkim tijelima.

## **8. ODRŽIVO GOSPODARENJE OTPADOM**

### **8.1 Strategija gospodarenja otpadom**

Strategija gospodarenja otpadom RH izrađena je temelju tada važećeg Zakona o otpadu, a smatra se sastavnim dijelom Strategije održivog razvitka RH. Važeća Strategija je usvojena na sjednici Hrvatskog sabora 14. listopada 2005.godine.

Temeljna svrha Strategije je uspostavljanje okvira unutar kojega će RH morati smanjiti količinu otpada koji proizvodi, a otpadom koji je proizveden brižljivo gospodariti, obzirom da se postojeće gospodarenje otpadom negativno odražava na sastavnice okoliša: voda, zrak, more, klima, ljudsko zdravlje i drugi živi svijet, pri čemu su osobito ugrožene podzemne vode koje su glavni izvor zaliha pitke vode i jedan od temeljnih nacionalnih resursa.

#### **Strategija osobito sadrži:**

- ocjenu postojećeg stanja gospodarenja otpadom,
- osnovne ciljeve i mjere za gospodarenje otpadom,
- mjere za gospodarenje opasnim otpadom,
- smjernice za izbjegavanje odnosno smanjenje količine otpada,
- smjernice za recikliranje i ponovnu uporabu otpada,
- smjernice za odlaganje otpada čije se nastajanje ne može izbjeći i koji se ne može obraditi,
- smjernice za osiguranje najpovoljnijih tehničkih proizvodnih i gospodarskih mjera za postizanje ciljeva gospodarenja otpadom program investicija i načelne izvore sredstava za provedbu Strategije.

Nositelj izrade Strategije je Ministarstvo zaštite okoliša u suradnji sa središnjim tijelima državne uprave RH. Strategiju na prijedlog Vlade donosi Hrvatski sabor, te se ona objavljuje u Narodnim novinama RH. Prijedlog Strategije se prije donošenja objavljuje na web-stranicama Ministarstva. Izmjene i dopune Strategije donose se svakih 10 godina, a iznimno i ranije.

### **8.2 Plan gospodarenja otpadom**

Plan gospodarenja otpadom RH (u daljnjem tekstu: Plan) donijela je Vlada RH na sjednici održanoj 05. siječnja 2017. g. temeljem Zakona o održivom gospodarenju otpadom, kao provedbeni dokument Strategije gospodarenja otpadom RH.

Plan razrađuje mjere, postupke i rokove za:

- porijeklo, sastav kategorije i vrste otpada u Republici Hrvatskoj,
- postojeće građevine, uređaje i sustave za gospodarenje otpadom,
- statuse projekata sanacija „crnih točaka,“
- osnovne ciljeve gospodarenja otpadom,
- procjene razvoja tijekom otpada, potrebe i način uspostave novih sustava i mreže građevina i uređaja za gospodarenje otpadom,
- kriterije za određivanje načelnih lokacija i potrebnih kapaciteta novih građevina i postrojenja,
- opće tehničke zahtjeve za građevine i postrojenja,
- organizacijske aspekte gospodarenja otpadom i raspodjelu odgovornosti između privatnih i javnih subjekata koji se bave gospodarenjem otpadom,
- mjere za provedbu plana,
- projekte važne za provedbu plana gospodarenja otpadom,
- plan sprečavanja nastanka otpada,
- financijska sredstva za provedbu plana gospodarenja otpadom,
- procjene korisnosti i prikladnost uporabe ekonomskih instrumenata u gospodarenju otpadom uz nesmetano funkcioniranje unutarnjeg tržišta.

Plan se donosi na osmogodišnje razdoblje, tj. za razdoblje 2017.-2022. godine. Predstavnička tijela gradova i općina također, a u skladnosti s Planom GO RH, moraju donijeti Planove gospodarenja otpadom za svoja područja. Plan GO grada, Plan GO općine.

Sukladno tome tim se tijelima jednom godišnje moraju podnositi Izvješća o provedbi tih planova, poglavito o izvršenju utvrđenih obveza i učinkovitosti poduzetih mjera. Planovi se objavljuju u Službenim novinama županije, te dostavljaju Ministarstvu zaštite okoliša i energetike odnosno Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu. Godišnja izvješća se dostavljaju Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu.

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom, „otpad“ je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Otpadom se smatra i svaki predmet i tvar čije su sakupljanje, prijevoz i obrada nužni u svrhu zaštite javnog interesa; otpad je točno klasificirani u posebnom katalogu otpada.

Količina i sastav komunalnog otpada, po stanovniku ovise o ekonomskom stupnju razvoja društva. Što je jedna zemlja razvijenija, to je količina otpada po stanovniku veća. Ekonomski najrazvijeniji stvaraju između 0.8 i 2.2 kg otpada po stanovniku na dan, a manje razvijeni između 0.3 i 1.0 kg/stanovnik/dan. Sedmina stanovnika u razvijenijim zemljama

stvara trećinu ukupnog komunalnog otpada u svijetu. Unatoč nastojanju da se komunalni otpad smanji, njegova količina po stanovniku raste i u razvijenijim zemljama i u zemljama u razvoju. Godišnja stopa rasta iznosi više od 3 %.

### 8.3 Vrste otpada

1. prema svojstvima (inertni, neopasni i opasni otpad),
2. prema mjestu nastanka (komunalni, proizvodni i posebne kategorije),
3. prema obvezama i odgovornostima:
  - komunalni za kojeg su odgovorne jedinice lokalne samouprave,
  - proizvodni za kojeg su odgovorni proizvođači otpada,
  - ambalažni (papirnatih tvari, plastika, drvo, metali, višeslojni materijali, staklo) za kojeg su odgovorni proizvođači i uvoznici,
  - problematične tvari (sadržane u: akumulatorima, antifrizu, infektivnom otpadu, filtrima, otpadnim uljima, kozmetici, otrovima i sličnom otpadu koji ima na ambalaži oznaku zabrane bacanja u kanalizaciju ili u kućni otpad), a za koji su odgovorni proizvođači otpada i uvoznici.

Ukupna količina proizvedenog otpada procjenjuje se na oko 13.2 mil. t/god., odnosno 2.97 t godišnje po stanovniku.

Otpad može biti koristan otpad iz kojega dobivamo sekundarne sirovine koje možemo reciklirati i ponovno upotrijebiti (npr. metali, plastika, staklo, papir.). Organske ostatke možemo humificirati (reciklirati u gnojivo) te gorivu tvar možemo spaljivati. Suprotno od toga je nekorisni otpad. Njega u svakom slučaju čine otpaci koji se ne koriste, a često je to zbog izostanka obrade i selekcije sav otpad. Dio industrijskog pa i bolničkog otpada nažalost također završava na komunalnim odlagalištima. Stoga i taj otpad može biti opasan.

Suvremeni ljudska civilizacija sve više je suočena s problemima uskladištenja glomaznog krutog otpada. Kruti otpaci nastaju različitim procesima industrijske prerade i građevinarstva, ali se danas proizvođači trude da se dio industrijskog otpada većim dijelom vrati u proizvodnju, dakle da se reciklira. No posebne poteškoće zadaje množina komunalnog čvrstog otpada, osobito u velikim gradovima.

Najviše komunalnog otpada ili oko 75 %, čine gorivi otpaci iz kućanstva: hrana, papir i plastika. Preostalih 25 % su negorivi i teško razgradivi metali, staklo, keramika i pepeo.

#### Papir

Na papir otpada više do 25 % sveukupnoga komunalnog otpada (npr. Grad Zagreb). Uz novinski papir i papirnatu ambalažu je veliki problem u urbanim sredinama. Stupanj reciklaže

papirnih otpadaka u razvijenim se zemljama kreće između 20 do 35%. Ostatak papira ostaje u okolišu. Sretna je okolnost što se papir u vodi i tlu, truljenjem ili pak spaljivanjem može razgraditi. Neki od tzv. posebnih papira (impregnirani, plastificirani, lakirani, obloženi aluminijskom folijom sl.) teško se recikliraju, a još se teže spontano razgrađuju u procesu truljenja. Tako se u okolišu nakupljaju sve veće količine papirnog otpada.

#### Limena i plastična ambalaža

Limena i plastična ambalaža koristi se i za pakiranje boja, lakova, ulja i drugih kemijskih spojeva. Dok se limene konzerve procesom korozije razgrade za nekoliko godina, novouvedene aluminijske konzerve, zbog otpornosti na koroziju, ostaju teško razgradiv krupni otpad u okolišu. Procjenjuje se da se oko 25 % sveukupne proizvodnje aluminija baca u obliku aluminijske ambalaže i aluminijskih folija. Ostalih 75% ugrađuje se u trajnije proizvode. Plastična ambalaža je također "dugo živuća". Danas se dodacima plastičnim masama (npr. škrob) osigurava njihova brža razgradnja u ekosustavu.

#### Staklena ambalaža

Problem je sve veće nagomilavanje stakla, koje je praktički nerazgradiv materijal. U mnogim zemljama ponovno se uvode propisi o povratnoj staklenoj ambalaži kako bi se bitno smanjile količine boca i drugih staklenki koje zaostaju u prirodi. Otpadno i lomljivo staklo može ponovno ući u proizvodnju novih boca. Stakleni tucanik se ponegdje rabi za izgradnju podloge asfaltnih cesta.

#### Olupine automobila

Olupine starih ili uništenih automobila zadaju posebne probleme, poglavito stoga što su automobili građeni od različitih materijala (čelik, plastika, staklo, tekstil i sl.) te se prilikom reciklaže treba prvo snažnim magnetima odvojiti čelik, a ostali se materijali odvajaju različitim, često skupim, postupcima. Dio materijala se spaljuje bez pročišćivača na dimnjacima, što uzrokuje onečišćenje zraka ukoliko nisu ugrađeni sustavi za pročišćavanje otpadnih plinova.

#### Automobilske gume

Automobilske gume gomilaju se u okolišu. Guma je u prirodi relativno postojana odnosno teško razgradiva. Spaljivanjem guma oslobađaju se i silne količine različitih otrovnih plinova i čađe u atmosferu. Novim postupcima mogu se dobiti tekuća ulja i prirodni plinovi od odbačenih automobilskih guma u zatvorenim kotlovima izgaranjem na temperaturi od oko 500°C. Opisani postupak reciklaže odbačenih automobilskih guma relativno je skup. U nekim zemljama melju se stare automobilske gume te se dodaje u asfaltnu podlogu cesta.



## 8.4 Zbrinjavanje otpada

Postupanje s otpadom podrazumijeva skupljanje, skladištenje, obrađivanje, odlaganje, uvoz, izvoz i provoz otpada, zatvaranje i saniranje građevina namijenjenih odlaganju otpada otpadom onečišćenih površina. Skladištenje otpada je privremeno odlaganje otpada, dok je odlaganje otpada trajno odlaganje otpada.

Osnovni ciljevi postupanja s otpadom su:

- izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada i smanjivanje njegovih opasnih svojstava,
- sprečavanje postupanja s otpadom bez nadzora;
- vrijednih svojstava i njegovo obrađivanje prije odlaganja;
- odlaganje otpada na odlagališta saniranje otpadom onečišćenih površina.

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

Kod toga se razlikuju slijedeće tehnologije:

- mehanička obrada (izdvajanje korisnog dijela otpada),
- biološka obrada (biološka razgradnja organskog dijela otpada),
- termička obrada (ukupnog dijela otpada ili samo jednog dijela, koji prije toga može biti obrađen drugim postupcima).

Visoko razvijene zemlje imaju koncept integralnog zbrinjavanja otpada i zakonske propise za izgradnju sanitarnih deponija i za sanaciju postojećih. Konačni je cilj zaštita ljudskog zdravlja ali i okoliša, a o inženjerima, znanju i iskustvu ovisi izbor načina i tehnika kojima se cilj nastoji postići.

### 8.4.1 Mehaničko-biološka obrada

Na tržištu postoje različite izvedbe mehaničko-biološke tehnologije obrade otpada. Osnovni princip sastoji se u izdvajanju pojedinih vrsta otpada koji se mogu sirovinski iskoristiti kasnijom biološkom obradom organskog dijela otpada, pri čemu se razgrađuju lako razgradivi dijelovi. Tako se smanjuje i potreban deponijski volumen i neželjene pojave vezane uz odlaganje neobrađenog otpada (stvaranje deponijskog plina i procjednih voda).

Primjenom mehaničko-bioloških postupaka može se postići veliko smanjenje volumena obrađenoga komunalnog otpada: često od 50 do 70 %.

Kao biološki postupci razgradnje u obzir dolazi kompostiranje (najčešće) i fermentacija (rijetko). Kompostiranje otpada je primjer aerobnog postupka biološke obrade (postupak razgradnje uz prisutnost zraka/kisika), pri čemu se kao proizvod dobiva kompost, a fermentacija je anaerobni postupak (bez prisutnosti kisika), pri čemu se kao proizvod dobiva bioplin. Proizvedeni kompost u mehaničko-biološkom postupku, zbog nečistoća se ne upotrebljava u poljoprivredi, nego se odlaže odnosno upotrebljava za prekrivanje deponija. Samo ako je ulazni organski materijal čist (prije svega čistoća glede teških metala i teško razgradivih organskih tvari) nastali kompost se može rabiti za proizvodnju hrane.

Oba postupka mogu se provesti ekološki prihvatljivo glede utjecaja na širi okoliš. Glavni problem pri kompostiranju mogu biti neugodni mirisi, te je poželjno pogone locirati bilo dalje od urbanih cjelina, bilo provesti dodatne mjere zaštite (izbor tehnologije, provođenje tih mjera u zatvorenim prostorima i bio filtriranje procesnog zraka).

### **Kompostiranje**

Aerobna biološka obrada ili kompostiranje obavlja se u slobodno nasutim hrpama organskog otpada koji se prevrće, rastresa i prema potrebi vlaži. Proces biorazgradnje traje od 10-ak tjedana pa i do nekoliko mjeseci.

Ubrzano kompostiranje već usitnjenog i navlaženog organskog otpada postiže se raznim vrstama uređaja i tehnoloških postupaka u kojima se stalno održavaju optimalni životni uvjeti (često) posebnih kultura mikroorganizama (temperatura, vlaga, kisik i pH). Otpad se može miješati s različitim dodacima, npr. s kanalizacijskim muljem.

Kompostiranjem miješanoga komunalnog otpada (kada se ne radi o čistom, samo biorazgradivom dijelu) proces razgradnje traje najčešće dulje, teže se kontrolira, a konačni proizvod kompost je slabije kakvoće i s primjesom veće količine otpadnog materijala, koji naknadno treba izdvojiti.

Kompostiranje se smatra svrsishodnom, kada ne postoje sofisticirane tehnologije zbrinjavanja otpada odnosno obrada dijela organskog otpada (kompostiranje), prije svega zelenog otpada s tržnice i groblja te drugog organskog otpada koji nastaje u većim količinama. Sporo kompostiranje, u slobodno nasutim hrpama, koje se prevrću odnosno rastresaju i eventualno vlaže, može se provesti gotovo bez posebne opreme.

Da bi se smanjila količina otpada preporučuje se potaknuti i poučiti građane da sami kompostiraju vlastiti dio organskog otpada. Tako mogu proizvesti vlastiti kvalitetan kompost, bez značajnijeg ulaganja u opremu, s minimalnim vlastitim radom.

## **Fermentacija**

Anaerobna biološka obrada otpada ili fermentacija počela se primjenjivati 80-ih godina 20. stoljeća. Rješenje se primjenjuje u obradi krutog otpada, a češće u obradi muljeva iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda i nekih drugih vrsta industrijskih otpada. Bioplin, kao glavni produkt fermentacije, ima oko 60 % ogrjevne moći prirodnog plina, a sastoji se od 55 do 70 vol. %  $\text{CH}_4$ , 44-27 %  $\text{CO}_2$ , manje od 1 %  $\text{H}_2$ , a ovisno o ulaznom materijalu i do 3 %  $\text{H}_2\text{S}$ .

### **8.4.2 Termička obrada**

Termička obrada je djelotvoran, ali i relativno skuplji način obrade komunalnog otpada. Prvi kontrolirani način spaljivanja kućnog otpada testiran je 1874. godine u Nottinghamu u Engleskoj. Udio termičke obrade u ukupnoj obradi komunalnog otpada raste u razvijenim zemljama i nerijetko se njome zbrine/obrađuje i 50 % ukupnih količina komunalnog otpada. Ukupno je izgrađeno oko 3000 uređaja za spaljivanje otpada, od čega više od polovice u Japanu (nužnost redukcije volumena otpada zbog nedostatka prostora za odlaganje). U Europi je izgrađeno više od 600 spalionica.

Osnovne vrste termičke obrade otpada jesu:

- spaljivanje (potpuna oksidacija organskih komponenata otpada), pri čemu oslobođena energija služi za proizvodnju električne i toplinske energije (zastupljeno u 99 % postupaka termičke obrade)
- piroliza (otplinjavanje/tinjanje - termička razgradnja organskih komponenata bez prisutnosti odnosno uz kontrolirani dotok zraka). Kao proizvod se dobiva pirolitički plin, čijim se izgaranjem dobiva energija te kruti i/ili tekući ostaci (katran), koji se eventualno također mogu iskoristiti (zastupljeno u samo oko 1 % postupaka termičke obrade).

Sa stajališta okoliša, spaljivanje je, uz uvjet maksimalnog čišćenja dimnih plinova te iskorištavanja oslobođene energije, jedno od najprihvatljivijih rješenja. Oba ova uvjeta danas su ispunjena u svim novijim spalionicama. Budući da su ulaganja vrlo visoka, ova tehnologija dolazi u obzir prije svega u većim aglomeracijama. Danas se spalionice grade uglavnom za veće kapacitete (u pravilu iznad 100.000 tona otpada/god.), iako postoje intencije i za gradnju manjih kapaciteta (oko 20.000 tona/god.).

Spalionice otpada bez sustava za pročišćavanje emitiranih plinova, kao oblik razgradnje krutoga gorivog otpada, imaju svoju lošu stranu, jer se tijekom spaljivanja oslobađaju u atmosferu velike količine ugljičnih, sumpornih i dušikovih oksida. Izgaranjem plastičnih materijala oslobađa se i klorna kiselina ( $\text{HCl}$ ), koja zajedno s ostalim emitiranim

plinovima i oborinama stvara kisele kiše. Ugradnjom posebnih filtara i pročištača u spalionice izbjegava se taj problem.

Korisna strana spaljivanja je također i oslobađanje toplinske energije, koja se može dalje rabiti za zagrijavanje vode (toplane za grijanje stanova i industrije) ili za stvaranje struje (termocentrale na otpad).

### **8.4.3 Odlaganje**

Odlaganje otpada je neizbježna karika svakog sustava zbrinjavanja otpada, a ponekad i jedina. Tehnika odlaganja otpada posljednjih se desetak godina vrlo brzo razvijala. Otpad koji se odlaže vrlo je aktivan. Procesom raspadanja organskog dijela nastaje deponijski plin, a u dodiru otpada s vodom nastaju procjedne vode. U pravilu se, s obzirom na mogući utjecaj otpada na okoliš, deponiji razvrstavaju u dvije kategorije:

I za zahtjevniji otpad (sve vrste komunalnog otpada i neke vrste industrijskog otpada);  
II za manje zahtjevni otpad.

Zahtjevnost se, glede tehničkih mjera, određuje na osnovi sastava eluata. Odlagalište mora imati osigurano brtvljenje s donje i gornje strane, prihvati i pročišćavanje procjednih voda i osiguran sustav otplinjavanja s mogućnosti upotrebe deponijskog plina (do sada nije bio uvjet).

Sve veći tehničko-tehnološki zahtjevi za izvedbu odlagališta (kako bi se spriječilo dugoročno onečišćenje okoliša), stalno povećavaju troškove odlaganja, a istodobno sve manja gustoća neobrađenoga komunalnog otpada (sve veći udio ambalažnog materijala) zahtijeva sve veće površine zemljišta za odlaganje.

Kako će odlaganje otpada i dalje ostati neizbježan posljednji segment u sustavu gospodarenja otpadom, nastoji se na odlagalište odlagati sa samo doista nužne količine otpada sa što manjim negativnim potencijalom na okoliš.

#### **Sanacija (uređenje) odlagališta**

Kad je riječ o neuređenim odlagalištima otpada postoje dvije tehničke mogućnosti rješenja problema:

- osiguranje i uređenje odlagališta, bez obrade odloženog otpada, pri čemu se štetni utjecaj postupno smanjuje u duljem razdoblju;
- sanacija odlagališta, koja obuhvaća obradu i iskorištavanje materijala i energije odloženog otpada, pri čemu se utjecaj smanjuje i potpuno uklanjanje u relativno kratkom razdoblju.

Kod toga se nude rješenja »in-situ« (na mjestu) i »ex-situ« (izvan mjesta). Rješenje »in-situ« podrazumijeva iskopavanje otpada, čišćenje stare lokacije i odlaganje na novouređenu lokaciju/plohu, s mogućnosti zatvaranja odlagališta uz provođenje nadzora.

Rješenje »ex-situ« podrazumijeva prijevoz otpada do postrojenja za obradu (najčešće termičku) ili djelomičnu obradu (neki od mehaničko-bioloških postupaka) te odlaganja na neku drugu lokaciju.

Na tržištu se prije nekoliko godina pojavila tehnologija pod nazivom »biopuster«: u tijelo neuređenog deponija pod pritiskom se udarno upuhuje smjesa zraka obogaćena kisikom. U tijelu deponija anaerobni procesi prevode se u aerobne ubrzanim postupkom razgradnje organske tvari. Tako se bez iskopavanja odlagališta odloženi otpad može »inertizirati«.

Indikativan je primjer Nizozemske u kojoj se pokušalo doći do integralnog rješavanja problema otpada. Na temelju procjene rizika zbrinjavanja ukupnog otpada (oko 50 x 10<sup>6</sup>t/1990 god) u okviru Nacionalnog plana upravljanja okolišem pokazalo se da je potrebno štititi ukupni okoliš (zrak, tlo i vode) i rješavati se otpada na najmanje loši način. Danas su u Nizozemskoj od 6 milijuna t komunalnog otpada 15% se reciklira, 35% spaljuje i 50% odlaže neprerađeno. Ukoliko se spaljuje cjelokupni otpad (bez prethodne separacije) dolazi do suviše velike emisije dioksina (klorirani ugljikovispojevi nastali nepotpunom oksidacijom kloriranih ugljikovodika - plastike) koji su izuzetno otrovni. Šljaka i pepeo koji ostaju nakon spaljivanja nisu podobni za upotrebu u građevinarstvu jer imaju povišene koncentracije (teških metala i organskih mikro zagađivala), a prema Zakonu o zaštiti tla ne bi se smjeli niti odlagati u odlagališta.

Metodom humifikacije otpada (ukoliko nije prethodno separiran) također se dobiva kompost koji nije standardan (ima suviše teških metala, cinka, olova, kadmija, žive).

## **8.5 Zbrinjavanje otpada u Republici Hrvatskoj**

Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (u daljnjem tekstu: ZOGO) (NN 94/13, 73/17) komunalni otpad se definira kao otpad nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstava, a ne uključuje proizvodni otpad i otpad iz poljoprivrede i šumarstva. Miješani komunalni otpad je otpad iz kućanstva i otpad iz trgovina, industrije i iz ustanova koji je po svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, a iz kojeg posebnim postupkom nisu izdvojeni pojedini materijali (npr. papir, staklo i dr.), te je u Katalogu otpada (Pravilnik o katalogu otpada, NN 90/15) označen kao 20 03 01. Plan gospodarenja otpadom u HR za razdoblje 2017-2022.godine, navodi da javna usluga prikupljanja komunalnog otpada u 2015. godini obuhvaćala je 99% stanovništva RH, a nije bila dostupna u jednoj općini.

Dugogodišnji rast količina proizvedenog komunalnog otpada u RH zaustavljen je 2008. godine, nakon čega do 2010. godine slijedi smanjenje prijavljenih količina, što se može pripisati gospodarskoj krizi. Od 2010. godine nadalje količine uglavnom stagniraju, s izuzetkom 2013. godine, kada se uslijed sanacije divljih odlagališta bilježe ipak nešto veće količine proizvedenog komunalnog otpada. Od 2011. godine nadalje u ukupne količine komunalnog otpada ubrajaju se i količine koje potječu iz uslužnog sektora, a koji se smatraju komunalnim otpadom (otpadni papir i karton, ambalažni otpad itd).

Ukupna količina proizvedenog komunalnog otpada u 2015. godini iznosila je 1.653.918 tona, odnosno 386 kilograma po stanovniku.

U 2010. godini udio miješanog komunalnog otpada iznosio je čak 86% ukupnoga komunalnog otpada, a od 2012. godine nadalje odnos miješanog i ostalih odvojeno sakupljenih vrsta komunalnog otpada uglavnom je bez promjena

U 2015. godini količina miješanog komunalnog otpada je iznosila 1.262.844 tona (76% proizvedenog otpada). Odvojeno je sakupljeno 24% ili 391.074 tona ostalih vrsta proizvedenog komunalnog otpada.

Odvojeno sakupljanje pojedinih vrsta komunalnog otpada (prvenstveno papir, staklo, plastika, metal) provodi se sakupljanjem s kućnog praga, putem spremnika na javnim površinama, zelenih otoka, reciklažnih dvorišta te putem uspostavljenih nacionalnih shema za posebne kategorije otpada. Odvojeno sakupljanje korisnih vrsta otpada iz komunalnog otpada organizirano od strane jedinice lokalne samouprave (u daljnjem tekstu: JLS) provodilo se tijekom 2015. godine u oko 400 općina i gradova. Iako se broj izgrađenih reciklažnih dvorišta povećao sa 17 u 2010. godini na 84 u 2016. godini te je do 2016. godine nabavljeno i 46 mobilnih jedinica, ukupne količine sakupljene putem reciklažnih dvorišta se ne povećavaju značajnije, te u 2015. godine iznose 15.901 tona.

U razdoblju od 2010. do 2015. godine bilježi se porast udjela komunalnog otpada izravno upućenog na uporabu. Za 2010. godinu taj udio iznosio je tek 4% (68.947 tona), dok za 2015. godinu iznosi 18% (298.026 tona, u što je uključeno i 8.768 tona miješanog komunalnog otpada upućenog na mehaničko – biološku obradu).

U komunalnom otpadu ima do 45 % korisnog otpada. Prikupljanje, skladištenje i odlaganje otpada postaje profitabilna djelatnost, no ima puno prigovora na način njihova rada.

U 2014. godini evidentirano je 130.316 tona opasnog otpada, što je 25% više nego 2011. godine kada je količina opasnog otpada iznosila 103.890 tona. Prema podacima za 2014. godinu, opasni otpad od posebnih kategorija čini najveći dio ukupnih količina opasnog otpada. Otpadna vozila i otpadni EE uređaji i oprema čine čak 38% ukupnih količina opasnog otpada,

a zajedno s građevnim otpadom koji sadrži azbest čak 52% opasnog otpada. Uz posebne kategorije otpada veliki udio u opasnom otpadu ima kemijski otpad (17%).

Kada se promatra porijeklo nastalog opasnog otpada, uz kućanstva (25%) najveći proizvođači opasnog otpada su sektor uslužnih djelatnosti (29%) i sektor prerađivačke industrije (27%). Iz sektora prerađivačke industrije proizvodnji opasnog otpada značajno doprinose djelatnosti proizvodnje koksa i rafiniranih naftnih proizvoda te proizvodnje metala i metalnih proizvoda. Količine opasnog otpada koje potječu iz sektora građevinarstva i djelatnosti sakupljanja, obrade i zbrinjavanja otpada te uporabe otpada također nisu zanemarive.

Vezano za gospodarenje opasnim otpadom, na obradu u izvoz se godišnje uputi oko 18% proizvedene količine opasnog otpada. U RH se oko 34% proizvedene količine opasnog otpada materijalno oporabi, a oko 9% se spali uz korištenje energije. Na posebno pripremljena odlagališta odnosno kazete godišnje se odloži oko 8% proizvedenog opasnog otpada. Riječ je o građevinskim materijalima koji sadrže azbest. Ostatak od 31% čine postupci predobrade odnosno pripreme za završni postupak obrade. Uglavnom su to postupci obrade iza kojih slijedi zbrinjavanje otpada.

Prema podacima HAOP-a, tijekom 2015. godine otpad se odlagao na 148 odlagališta otpada. Na 135 odlagališta odlagao se komunalni otpad, dok se na 13 lokacija odlagao isključivo proizvodni otpad. Tijekom 2015. godine ukupno je odloženo 1.889.201 tona (svih vrsta otpada), što je smanjenje od 5,35% u odnosu na 2010. godinu kada je ukupno odloženo 1.995.954 tona otpada. Do kraja 2015. godine zatvoreno je 174 odlagališta, a sa 83 lokacije na kojoj su se nekoć nalazila odlagališta otpad je izmješten. Od 2008. do kraja 2015. godine povećao se broj saniranih odlagališta otpada sa 63 na 171, a u pripremi ili u tijeku je sanacija na 134 lokacije.

Ukupan preostali kapacitet na odlagalištima krajem 2015. godine, prema procjeni operatera odlagališta dostavljeno HAOP-u, iznosio je 17.301.717 tona. Riječ je o kapacitetima obrađenima u postojećoj dokumentaciji i ishodenim dozvolama, uz mogućnost njihovog povećanja ovisno o prostornim mogućnostima, potrebama i odabranom pristupu postupanja sa spomenutim kategorijama otpada.

Osim Zakona o održivom gospodarenje otpadom koji sustavno rješava problematiku i gospodarenje otpada, vezana su još nekoliko zakona:

- Zakon o zaštiti okoliša
- Zakon o zaštiti prirode
- Zakon o vodama
- Zakon o prostornom uređenju i gradnji

- Zakon o poljoprivrednom zemljištu
- Zakon o kemikalijama
- Zakon o rudarstvu

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom, osnovni ciljevi postupanja s otpadom su:

- izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada i smanjivanje opasnih svojstava otpada čiji nastanak se ne može spriječiti,
- sprječavanje nenadziranog postupanja s otpadom,
- iskorištavanje vrijednih svojstava otpada u materijalne i energetske svrhe i njegovo obrađivanje prije odlaganja,
- kontrolirano odlaganje otpada,
- saniranje otpadom onečišćenog tla,
- razvijanje i utvrđivanje programa sustavne edukacije o otpadu.

S otpadom se mora postupati na način da se izbjegne:

- opasnost za ljudsko zdravlje,
- opasnost za biljni i životinjski svijet,
- onečišćavanje okoliša: voda, mora, tla, zraka iznad propisanih graničnih vrijednosti,
- nekontrolirano odlaganje i spaljivanje,
- nastajanje eksplozije ili požara,
- stvaranje buke i neugodnih mirisa,
- pojavljivanje i razmnožavanje štetnih životinja i biljaka te razvoj patogenih mikroorganizama,
- narušavanje javnog reda i mira.

Provođenje mjera postupanja s komunalnim otpadom u Republici Hrvatskoj prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom osiguravaju općina ili grad. Provođenje mjera postupanja s neopasnim tehnološkim otpadom osigurava županija. Proizvođač tehnološkog otpada dužan je obraditi i uskladištiti vlastiti tehnološki otpad. Poseban problem je odlaganje nuklearnog otpada koji se rješava na državnoj ili na međudržavnoj razini. Lokacije za gradnju odlagališta otpada utvrđuju se u dokumentima prostornog uređenja. Prema Pravilniku o uvjetima za postupanje s otpadom, komunalni otpad se smije odlagati samo na uređena odlagališta. Tehnički standardi izgradnje odlagališta vrlo su strogi i na tragu su Prijedloga EU— a o odlaganju otpada.

Tehnološki otpad uglavnom skupljaju sami proizvođači otpada, a dijelom i tvrtke specijalizirane za odvojeno skupljanje korisnog otpada. Najveći dio tehnološkog otpada



završava na neuređenim odlagalištima, često zajedno s dijelom opasnog otpada. Zbog znatnoga smanjivanja industrijske proizvodnje i proizvodnja tehnološkog otpada najvjerojatnije će slijediti silazni trend industrijske proizvodnje.

Samo dva odlagališta u Republici Hrvatskoj imaju radne dozvole za odlaganje industrijskog otpada. Ni jedno odlagalište za tehnološki otpad nije opremljeno sustavom za skupljanje i obradbu procjedne vode, a samo manji broj odlagališta ima osnovne mogućnosti za vizualni nadzor nad ulazom i fizičku zaštitu (ograda, čuvari, protupožarna zaštita).

Do sada u Republici Hrvatskoj nije sagrađeno ni jedno odlagalište za opasni otpad, a prema najnovijim procjenama danas se samo oko 10 % ukupnih količina opasnoga otpada zbrinjava redovito i na prikladan način.

## **8.6 Sanacija postojećih odlagališta**

Odlagalište treba biti locirano blizu centra proizvodnje otpada, dostupno prijevozu, mogućnost korištenja nakon zatvaranja odlagališta (npr. park, rekreacijska zona). Mora biti dovoljno materijala za dnevno prekrivanje. Prostor mora biti dovoljno velik za prihvrat otpada u predviđenom roku. Također treba predvidjeti prostor za moguću reciklažu.

Prilikom analize mogućih lokacija odlagališta komunalnog otpada, treba uzeti u obzir morfološke značajke reljefa (dolina ili padina), geološku građu (preferiraju se vodonepropusne stijene) te seizmičnost područja. Također treba paziti da odlagalište ne bude locirano na poplavnom području, te u zoni zaštite izvorišta pitke vode.

U odlagalištu se odvijaju fizički, kemijski i biološki procesi zbog kojih nastaje bioplin i procjedna voda. Početak reakcije je aeroban a nastavak anaeroban. Sastav bioplina i procjedne vode mijenja se s vremenom. Stvaranje plina završi tijekom 5-10 godina, a procjedne vode se stvaraju i do 100 godina. U procjednoj vodi najopasnija su organska zagađivala, klorirani ugljikovodici, a od anorganskih arsen, kadmij, olovo, krom, nikal.

Uređeno odlagalište komunalnog otpada treba zadovoljiti slijedeće uvjete

1. Mora imati vodonepropusnu podlogu (sloj gline i/ili plastične folije, asfalta, bitumena),
2. Mora imati sustav drenaže i sakupljanja procjedne vode (eluat - filtrat) s njenim naknadnim tretmanom ili rasprskavanjem po odlagalištu (radi isparavanja vode),
3. Otpad se mora slojevito slagati i pri tomu i kompaktirati;
4. Na vrhu odlagališta treba ugraditi zaštitni pokrov i zelenilo.

Nakon osnivanja i puštanja u rad odlagališta, potrebno je uspostaviti sustav praćenja/monitoringa kvalitete podzemne vode i kvalitete odvodne vode. Na izradi metodologije za izbor mjerila za nova odlagališta i saniranje onečišćenih područja u Republici

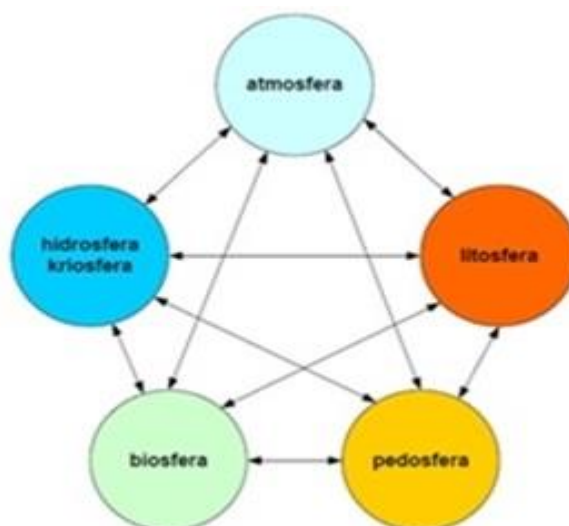
Hrvatskoj radi se već nekoliko godina. Prihvaćena je koncepcija racionalnoga gospodarenja prostorom u smislu optimalizacije broja lokacija za odlagališta, koja se temelji na načelu izbjegavanja otvaranja novih lokacija gdje god je to moguće. Novi ustroj uključen je u Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999.), prema kojemu ukupan broj objekata za zbrinjavanje otpada vjerojatno ne bi bitno premašivao 100 lokacija, a oslanjao bi se na koncepciju 100 (prikupljališta) + 20 (skladišta) + 4 (odlagališta). U taj broj od oko 100 do 120 objekata za zbrinjavanje cjelokupnog otpada nisu uključena prikupljališta i (privremena) skladišta komunalnog otpada, čije će se lociranje na odgovarajućim mjestima provesti u skladu sa stvarnim potrebama lokalnih zajednica. Naime, zbrinjavanje komunalnog otpada pripada u ingerencije lokalne uprave, pa prije svega treba stvoriti poticajne mjere kako bi predložene koncepcije mogle imati uspjeha.

Posebna pozornost morat će se posvetiti zbrinjavanju otpada s jadranskih otoka. Taj problem nije ispravno riješen ni na jednome od naseljenih otoka. Upitno je mogu li otoci uopće postati mjesto za konačno zbrinjavanja vlastitog otpada ili taj problem valja rješavati na kopnu.

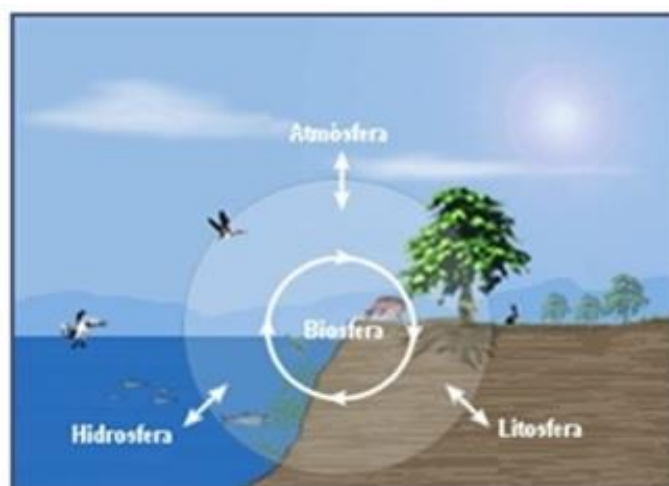
## **9. O TLU I NJEGOVIM ZNAČAJKAMA**

Ekosfera, koja obuhvaća atmosferu, hidrosferu, kriosferu, litosferu, pedosferu i biosferu (slika 13.), te predstavlja vrlo složeni sustav velikog broja čimbenika koji su pojedinačno ili u svojim skupnim djelovanjima, podvrgnuti različitim promjenama. Zbog toga je teško opisati štetne utjecaje čovjeka na biosferu, posebice na pedosferu, odvojeno od mogućih utjecaja i na ostale sastavnice ekosfere.

Poznato je da je biosfera, sfera života i označava ekološki sustav koji obuhvaća najvišu razinu jedinstva žive i nežive prirode na planetu, a koji, kako je i prikazano na slici 14., ne uključuje samo Zemljinu površinu, nego i zrak, vodu, tlo i sve žive organizme na našem planetu koji imaju svoja staništa u hidrosferi, atmosferi, litosferi i pedosferi (gornji dio litosfere).



**Slika 13. Shematski prikaz ekofsere i međusobne povezanosti ovisnosti subsfera**



**Slika 14. Pojednostavljen prikaz biosfere**

Tlo je dakle prirodna tvorevina, nastala složenim i uglavnom dugotrajnim procesima djelovanjem klime, vegetacija, makro i mikro organizama na matičnu stijenu, odnosno supstrat. Koliko su to dugotrajni procesi najbolje govore podaci da se za sloj tla od 30 cm proces nastajanja kreće u rasponu od nekoliko tisuća do preko milijun godina, što zavisi o značajkama supstrata. Na ovaj način, a ovisno o danim uvjetima, na površini Zemlje su nastajala tla različite građe. Na slici 15. prikazan je profil tla travnjaka. Ovdje je bitno napomenuti i razliku među pojmovima tlo i zemljište, koji se vrlo često zamjenjuju.



**Slika 15. Pojednostavljen prikaz biosfere**

Naime, kako je već rečeno, tlo je prirodna tvorevina nastala procesima tvorbe tla, a pojam zemljište se odnosi na površinu kopna. Znači, zemljište je širi pojam i označava kopnenu površinu i bioproduktivni sustav koji obuhvaća tlo, vegetaciju, druge životne zajednice te ekološke i hidrološke procese. Iskazuje se u jedinicama za površinu, ha, ral, jutro, ar, dulum. Prema tome, na jednom hektaru poljoprivrednog zemljišta u pravilu ćemo naći više tipova tala.

Kako je ranije rečeno, tlo nastaje pod utjecajem velikog broja pedogenetskih čimbenika od kojih su glavni slijedeći:

- matični supstrat (litosfera),
- temperatura, voda, vjetar i ostali čimbenici klime,
- kemijski agensi (voda, kiseline, lužine, soli, plinovi),
- biljke i životinje i
- čovjek sa svojim djelovanjem.

Svi procesi koji sudjeluju u nastajanju tla odnosno razvoju pedosfere, nazivaju se pedogenetski procesi i razvrstavaju se pet temeljnih skupina:

- trošenje litosfere - pri čemu se mijenjaju njene fizikalne i kemijske značajke, a kompaktna masa stijene se usitnjava u rahlu i rastresitu trošinu, izgrađenu od istih, mineralnih spojeva;
- tvorba organske tvari pedosfere - to su procesi u kojima se nastala rahla trošina, obogaćuje živom organskom tvari odnosno naseljavanjem živim organizmima koji vlastitom proizvodnjom nastavljaju obogaćivanje tla novim organskim tvarima;

- razgradnja organske tvari u pedosferi - odvija se mikrobiološkim procesima (truljenje, gnjiljenje), a nastavlja procesima sinteze produkata raspadanja u organsku tvar jako složenog sastava koju nazivamo humus. To je najaktivnija i najvrednija sastavnica tla i ključ njegove plodnosti.
- otapanje i premještanje tvari u pedosferi - događa se pod utjecajem vode - oborina, koja prolazi kroz tlo, otapa topljive sastavnice i premješta u dublje slojeve tla ili u podzemnu vodu. Najprije se iz tla gube lako topljive soli, kao što su kloridi i sve soli natrija, slijede srednje topljive soli - karbonati i sulfati, među kojima je najvažniji kalcijev karbonat.
- unutarnje premještanje odnosi se na premještanje ili tzv. eluvijalno-iluvijalnu migraciju čestica gline. Naime, nakon što zakiseljavanje dostigne stanoviti stupanj, čestice gline, koje su nastale prije u neutralnoj reakciji i tlu bogatom bazama - kationima, postaju nestabilne pa dolazi do njihove peptizacije ili raspršivanja u otopini tla i premještanja s vodom oborina. Ako se premještaju cijele čestice gline govorimo o lesivaži, a u ekstremno kiselom tlima najprije dolazi do razgradnje čestica gline na spojeve željeza i alumosilikate, koji se zatim ispiru u niže horizonte. Taj pojednostavljeno opisan proces naziva se podzolizacija.
- površinsko premještanje obično uzrokuju kiše, bujice, ledenjaci, vjetrovi odnose dio tla ili cijelo tlo je najvažniji čimbenik razvoja vanjske morfologije pedosfere, u ovim procesima premještanja dijelova pedosfere nastaju najrazličitiji morfološki oblici.
- novo tvorba - su procesi koji se odvijaju u trošini, a predstavljaju sintezu produkata trošenja mineralne tvari pa tako nastaju sekundarni minerali ili minerali gline. Slični se procesi odvijaju i s organskom tvari. Sirova organska tvar (lišće, obamrli korijen, stabljika) se najprije mikrobiološkim procesima razgrađuje u jednostavnije spojeve, a zatim drugi mikroorganizmi vrše sintezu u vrlo složene spojeve i tako stvaraju vrlo vrijednu koloidnu tvar crne boje - humus.

## 9.1 Opće značajke tla

Kao prirodno tijelo tlo ima unutarnju i vanjsku morfologiju, fizikalne, kemijske i biološke značajke:

- vanjska morfologija tla - određena je reljefom te živim i mrtvim pokrovom (skeletne površine, mrtvi organski pokrov, površine voda stajaćica i tekućica).
- unutarnja morfologija tla - očitava se na vertikalnom profilu koji se otvara kopanjem pedološkog profila odnosno pedološke jame, od površine do ne izmijenjenog matičnog supstrata - slika 16. Na profilu razvijenog tla raspoznaju se slojevi koji se nazivaju

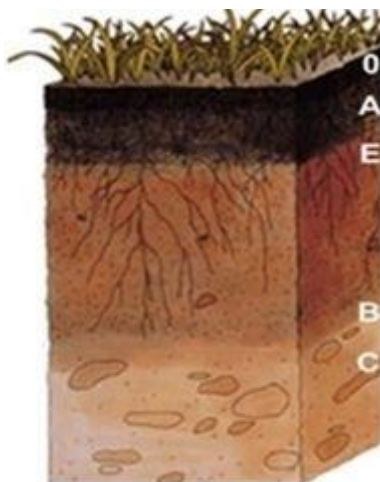
horizonti, a formirali su se tijekom nastajanja i razvoja tla. Unutarnja morfologija tj. profil tla najvažniji je pokazatelj njegova postanka, dinamike i svojstava. Na pedološkom profilu mogu se razaznati slijedeći slojevi/horizonti promatrajući profil od površine prema dubini: **O** - organski horizont, površinski sloj listinca koji se formira u šumi odlaganjem lišća i grančica listopadnog drveća ili iglica zelenih šumskih vrsta. Obrađene površine, pustinje ili travnate površine nemaju **O** horizont.

**(A)- inicijalni humusno akumulativni horizont** tamne boje, isprekidan izbijanjem matičnog supstrata na površinu, kao što je to u našim kamenjarima na kršu. Erozijski vodeni ili vjetrom razlog je odnošenja tla pa se ono zadržava u početnim stadijima razvoja.

**A- humusno akumulativni horizont** tamne boje koji sadrži humus. U poljoprivrednim tlima to je obrađivan sloj, često izmiješan sa podoraničnim slojem pa sadrži manje humusa od istog tipa tla. Ako sadrži dosta organske tvari onda je optimalne mrvičaste (granularne) strukture.

**(B) - smeđi horizont** nastao intenzivnim kemijskim trošenjem - raspadanjem primarnih minerala "nasljeđenih" iz matičnog supstrata i stvaranjem - sintezom sekundarnih minerala (pretežno minerala glina) i to na licu mjesta („in situ“) na silikatno karbonatnim ili silikatnim bazama (kalcij, magnezij) bogatim supstratima.

**(B) - rezidualni smeđi horizont** (od riječi; rezidij - ostatak) poseban je oblik ovog horizonta koji se javlja samo na vapnencu i dolomitu, a nastaje akumulacijom netopivog ostatka (rezidij). Topive sastavnice tih stijena otapanjem odlaze u krško podzemlje, a na površini ostaje samo taj ostatak iz kojega nastaje tlo. Može imati crvenu boju pa to tlo nazivamo crvenica (*terra rossa*). Taj je proces vrlo spor, što oslikava podatak da je za postanak sloja od 1 cm debljine tla potrebno oko 10 000 godina.



**Slika 16. Shematski prikaz pedološkog profila**



**E - eluvijalni horizont**, koji se nalazi ispod O ili A horizonta, nastao lesivažom pa obično sadrži manje gline od horizonta koji se nalazi ispod. Ako je nastao podzolizacijom boja mu ima izgled pepela i u horizontu se uočava, a pod prstima osjete zrnca kvarca - kremena, kao sastavnice matičnog supstrata ne topive u kontinentalnoj klimi. Uvijek ima svjetliju nijansu u boji od oba horizonta s kojima graniči. Izuzetak mogu biti oranična tla, u kojima je obradom izmiješan A i E horizont pa je boja tamnija i zavisi o masi tih horizonata. Ako je više humusa boja je tamnija i obrnuto.

**B - iluvijalni mineralni horizont** u kojem se taloženjem nakupljaju glina (u slučaju lesivaže), a u slučaju podzolizacije spojevi željeza i spojevi aluminija alumosilikati isprani iz E horizonta, ili organska tvar isprana iz A horizonta. Uglavnom je crvenkaste, žutosmeđe ili tamnosmeđe boje od minerala gline (lesivaža) ili spojeva željeza (podzolizacija), ali svjetliji od horizonta A. Ako je u pitanju lesivaža taj horizont ima znatno više gline od E horizonta iznad njega.

**C - je najdonji horizont** - matična stijena od rahlog materijala (pijesak, les, lapor). R - (od rock - stijena) je matična stijena od čvrstog materijala (karbonati, siliciklastične sedimentne stijene, metamorfne i eruptivne stijene).

### **9.1.1 Fizikalne značajke tla**

Prema svojim značajkama tlo je trodjelni (trofazni) sustav sastavljen od krute, tekuće i plinovite sastavnice (faze), koje su međusobno tako raspoređene da tlu daju osobine porozne odnosno šupljikave, a ne kompaktne, mase koji je zapravo životni prostor bilnog korijena i živih organizama, koji žive u tlu. Krutu sastavnicu tla, koja čini 50% od njegove ukupne zapremine, čine mineralni dio na koji otpada 90% što je ujedno 45% ukupne zapremine tla, te organski dio na koji otpada 10% ili 5% ukupne zapremine tla.

#### ***9.1.1.1 Mehanički sastav tla / tekstura tla***

Kruta sastavnica tla sastoji se od čestica različitih dimenzija, a čije se dimenzije kreću u intervalu od golim okom nevidljivih iona, molekula i koloida do čestica kamena. Ove čestice, koje nisu podložne daljnjem usitnjavanju pod utjecajem slabih sila, a koje obično zovemo mehaničkim ili granulometrijskim elementima, rijetko se u tlu javljaju odvojeno i uglavnom tvore krupnije čestice tzv. strukturne agregate. Mehanički ili granulometrijski elementi se razvrstavaju u skupine s dogovorno određenom donjom i gornjom granicom veličine, a te skupine se nazivaju granulometrijske frakcije. Maseni udio pojedinih frakcija u nekom tlu određuje njegovu teksturu, odnosno mehanički sastav. Tekstura tla može biti raznovrsna, jer udjel svake pojedine frakcije može varirati u širokom intervalu, pa su moguće i različite kombinacije kvantitativnog



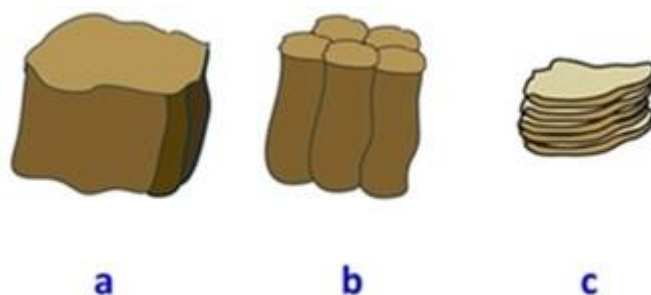
- skelet - kamen i šljunak - čestice promjera 2-20 mm, gruba frakcija tla koja nastaje fizikalnim trošenjem matične stijene. Čestice mogu biti zaobljene (šljunak) ili oštro bridne (grus) što ovisi o njihovu premještanju u odnosu na mjesto nastanka;
- pijesak - čestice promjera 0,2-2 mm, rastresita frakcija koja nastaje fizikalnim trošenjem matične stijene. Ne sadrži vodu i jako je propustan za vodu, nije plastičan i nije ljepljiv. Može sadržavati glinu;
- prah - čestice promjera 0,02-0,2 mm, manje rastresita frakcija od pijeska, a koja također nastaje fizikalnim trošenjem matične stijene. Dobro zadržava vodu i slabije ju propušta, nije ljepljiv i slabo je plastičan;

- glina - čestice promjera  $<0,002$  mm, najvažnija je i najaktivnija mehanička frakcija tla. Zrnati agregat odlikuje se plastičnošću kad se pomiješa s vodom, a koji prilikom sušenja ili pečenja stvrdne.

Sve se klase prema svojim značajkama mogu podijeliti na tri osnovne skupine tla: pjeskovita, ilovasta i glinovita tla, pri čemu se glinovita tla označavaju i kao teška tla, a pjeskovita kao laka tla.

### **9.1.1.2 Struktura tla**

Pojedine granulometrijske frakcije ili kako se još nazivaju mehanički elementi, u tlu se ne nalaze odvojeno jedni od drugih, već su povezani u veće nakupine koje čine tzv. strukturne agregate. Ovo je posljedica djelovanja sila privlačenja mase među česticama unutar strukturnih agregata, koje su veće od sila privlačenja između pojedinih agregata. Strukturni agregati, koji mogu biti prirodni i antropogeni, u tlu se nalaze manje - više odvojeni jedni od drugih i svojom veličinom, oblikom, i načinom rasporeda u tlu određuju strukturu tla.



**Slika 18. Različiti oblici strukturnih agregata**

Razvrstavanje strukture može se provesti na više načina (prema obliku i veličini pora, mikro strukturi i sl.), a najčešće se razvrstavanje vrši na temelju veličine i oblika strukturnih agregata tj. njihovog promjera i to kako slijedi: ( mikroagregati do 0,25 mm; mezoagregati 0,25-2,00 mm; makroagregati 2,00-50,0 mm i megaagregat iznad 50,0 mm). Strukturni agregati se prema obliku dijele na kockaste, prizmatične ili stubaste i plosnate (slika 18.) koji se u prirodi međusobno spajaju (agregacija) ili raspadaju (dezagregacija) ovisno o danim uvjetima.

### **9.1.1.3 Relativna gustoća tla**

Relativna gustoća tla je broj koji pokazuje koliko je puta njegova masa veća od mase jednakog volumena vode pri čemu se razlikuje relativna gustoća prava (Rgp) i relativna gustoća

volumna (Rgv). Naime, kod određivanja Rgp se pore ne uzimaju u obzir, već samo masa krute sastavnice tla, a kod Rgv se pore ne izuzimaju. Vrijednost Rgv je promjenjiva veličina i mijenja se obradom (rahlenjem) i zbijanjem, pa tako npr. tla s većim sadržajem humusa imaju manji Rgv zbog malog Rgp i velike poroznosti. Tla s visokim vrijednostima Rgvsu zbijena i loših fizikalnih osobina.

#### ***9.1.1.4 Poroznost tla***

Pore ili šupljine u tlu su slobodni prostori između strukturnih agregata, a njihov ukupni prostor tj. sadržaj izražen u volumnim postocima naziva se poroznost tla i označava se velikim tiskanim slovom P.

#### ***9.1.1.5 Temperatura tla***

Sunčeva energija je glavni izvor zagrijavanja tla, pri čemu samo 1/3 ukupne emitirane sunčeve energije doprije na površinu tla. Energija upijena u tlo zagrijava krute, tekuće i plinovite sastavnice tla i širi se od površine prema dubljim dijelovima. Količina topline kao i brzina širenja topline u tlu ovisi o položaju, godišnjem dobu, vrsti pokrova i sl. Zagrijavanje tla u ljetnim mjesecima je znatno jače nego zagrijavanje zraka, a u proljeće se zagrijavanje tla odvija od površine prema dubljim slojevima, dok u jesen taj proces teče obrnuto tj. najkasnije se hlade dublji dijelovi tla. Toplina je od posebne važnosti za aeraciju tla, kretanje vlage u tlu, klijanje i nicanje bilja i niz drugih aktivnosti.

#### ***9.1.1.6 Kemijske značajke tla***

Posljedica su velikog broja raznovrsnih pedogenetskih procesa i predstavljaju vrlo važan čimbenik plodnosti tla te izravno utječu na biološke, mehaničke i fizikalne značajke tla i plodnost tla. Kemijskim procesima u tlu iz primarnih minerala nastaju novi spojevi, ovisno o danim uvjetima temperature, vlažnosti i tlaka, pri čemu se neki od nastalih spojeva nepovratno gube u procesima ispiranja tla, a neki se uključuju u geokemijske ili biološke cikluse pa se brojnim daljnjim transformacijama vraćaju u tlo. Najvažnija kemijska sastavnica tla je humus.

#### ***9.1.1.7 Humus u tlu***

Pod humusom kao specifičnom organskom tvari tla koloidnog karaktera, podrazumijeva se sva mrtva organska tvar u tlu koja je nastala nepotpunom razgradnjom u procesima humifikacije biljnih, životinjskih ostataka te mikroorganizama. Humus je stabilna amorfna, smeđa do crna smjesa koloidnih supstanci vrlo složenog sastava.

S obzirom na sadržaj pojedinih frakcija, razlikujemo dva osnovna oblika humusa: blagi ili zreli humus te kiseli ili sirovi humus. Blagi ili zreli humus pretežito se sastoji od huminskih kiselina i njihovih soli, otporan je na razgradnju i tlu osigurava najbolje kemijske, fizikalne i biološke značajke (poboljšava agregaciju, vodni kapacitet, otpornost prema eroziji; povećava pristupačnost hranjiva za rast biljaka, izvor je N, P i S; izvor je energije za mikro i makro organizme, povećava mikrobiološku raznolikost itd.). Kiseli ili sirovi humus nastaje sporom humifikacijom u uvjetima hladne i vlažne klime, niskog pH tla, a organski ostaci su siromašni bazama i dušikom. Kiseli ili sirovi humus je nepovoljan oblik humusa.

#### ***9.1.1.8 Sorptivna sposobnost tla***

Vrlo važna značajka tla koja uglavnom ovisi o teksturi tla, a predstavlja sposobnost tla da u sebi veže i zadržava različite tvari - ione i molekule u otopini tla, koloidne čestice suspendirane u vodi, čestice većih dimenzija i mikroorganizme koji žive u tlu. Mehanizmi tog vezanja mogu biti mehanički, fizikalni, kemijski, fizikalno-kemijski i biološki.

#### ***9.1.1.9 Kemijski sastav tekuće faze tla***

Za vodu u tlu se ne može reći da se nalazi u čistom stanju (bez boje, okusa i mirisa), jer uvijek, makar i u malim količinama sadrži otopljene različite tvari, pa se može reći da je voda u tlu zapravo otopina ili suspenzija tla. Naime, voda koja u obliku padalina dopire na tlo, na svom putu kroz atmosferu prima i otapa različite plinove, prašinu, čađu i soli koje joj mijenjaju kemijski sastav.

Kemijski sastav ove vode se nastavlja mijenjati svojim prolaskom kroz tlo, s obzirom da stupa u niz reakcija s krutom i plinovitom fazom tla, obogaćujući se mineralima i tvarima iz tla.

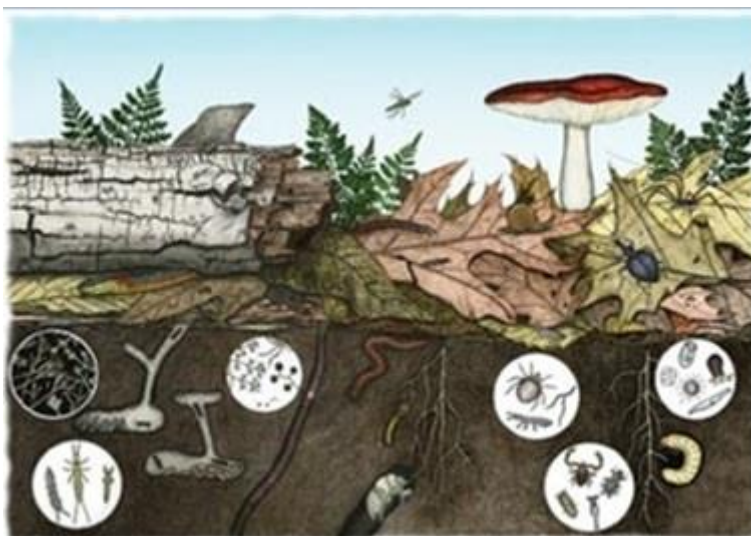
#### ***9.1.1.10 Reakcija tla***

Vrlo važna značajka tla jer izravno utječe na kemijske procese u tlu i ishranu bilja, odnosno pristupačnost biogenih elemenata i životne funkcije organizama tla. Među mnogim procesima koji se odvijaju u otopini tla, jedan od vrlo značajnih za vodenu otopinu svakako je disocijacija kiselina i njihovih soli, odnosno baza i njihovih soli, pri čemu se oslobađaju  $H^+$  (ioni vodika) i  $OH^-$  (ioni hidroksilne skupine).

### **9.1.2 Biološke značajke tla**

Oslikavaju podobnost tla kao staništa za raznoliki živi svijet, jer je tlo velika životna zajednica u kojoj su svoje stanište našle mnogobrojne biljke i životinje. Vrlo grubim

razvrstavanjem ih možemo razvrstati u dvije skupine i to na makroorganizme, koji su vidljivi našim okom, i mikroorganizme, koji nisu vidljivi, kako je to i prikazano na slici 19. Njihov broj može dostići i nekoliko milijardi u samo jednom gramu tla, a među njima najbrojniji pripadaju u slijedeće grupe: bakterije, alge, gljive, protozoe, insekti. Dakle, tlo je stanište i genski rezervat brojnih mikro i makro organizama, odnosno pedoflore i pedofaune, odnosno tlo je početna i završna točka bioloških kruženja te rezervat gena i temelj biološke raznolikosti.



**Slika 19. Živi svijet na tlu i u tlu**

### **9.1.3 Plodnost tla**

Plodnost tla je njegova sposobnost da biljkama osigura potrebne hranjive elemente, vodu, zrak, toplinu, odnosno da osigura sve povoljne uvjete za razvoj korjenovog sustava, dok se plodnost netaknutog tla može definirati kao njegov kapacitet da zadovolji potrebe prirodne uravnotežene populacije. To sposobnost tla da biljkama osigura pogodne uvjete za njihov razvoj (hranjive tvari, voda, zrak, toplina) pa je prema tome vrlo važna za osnovnu proizvodnju organske tvari, kao ključnog procesa za život na Zemlji. Značajke tla ključne za njegovu plodnost, mogu se mjeriti i kvantificirati te na temelju toga ocijeniti njegovu plodnost.

## **9.2 Uloga tla u okolišu**

Tlo je prirodni, uvjetno obnovljivi resurs u kojem je moguća vrlo brza degradacija, međutim čije je nastajanje i regeneracija vrlo spora, o čemu korisnik tla treba voditi brigu bez obzira na način korištenja tla. Prema svojim značajkama tlo je višenamjensko dobro, čije gospodarenje mora biti usklađeno s konceptom Međunarodne konferencije održane u Maastrichtu 1999. u organizaciji FAO i Nizozemske vlade, pod nazivom Višenamjensko obilježje poljoprivrede i tla - VOPT (*engl. Multifunctional character of agriculture and land* -

MFCAL). Naime, tlu je nakon niza godina, osim proizvodne uloge, posvećena pozornost kao prirodnom dobru koje ima i druge ne manje važne uloge, poput ekološko-regulacijske, biološko-regulacijske, prirodnog skladištenja tvari, prostorne uloge, uloge oblikovanja krajobraza te konzervacijsko-arhivske uloge.

Naime, 2006. godine izrađen je prijedlog Direktive Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju okvira za zaštitu tla i izmjenama Direktive 2004/35/EC (*engl. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC*) u kojem je utvrđen okvir zaštite tla i osposobljavanje tla za obavljanje svih okolišnih, gospodarskih, društvenih i kulturnih uloga.

### 9.2.1 Proizvodno gospodarska uloga tla

Najvažnija, nezamjenjiva i primarna uloga tla je njegova proizvodna uloga, odnosno opskrba biljke vodom, zrakom i hranjivima, što omogućuje proizvodnju biomase - organske tvari procesom fotosinteze koji je ključni proces za život na Zemlji (slika 20.). U toj ulozi tlo je nezamjenjiv čimbenik održavanja prirodne i kulturne vegetacije, dakle poljoprivrede i šumarstva - gospodarskih grana koje su oslonac održivog razvitka. Proizvodnjom organske tvari u ovim gospodarskim granama čovjek podmiruje svoje prehrambene i neprehrambene potrebe, tj. opskrbljuje se hranom (kruh, meso, voće, povrće), sirovinama za izradu odjeće i obuće (vuna, koža, lan, konoplja), lijekovima i začinima (ljekovito i začinsko bilje), energijom (uljarice, ogrijevno drvo, alkohol, biodizel), itd.

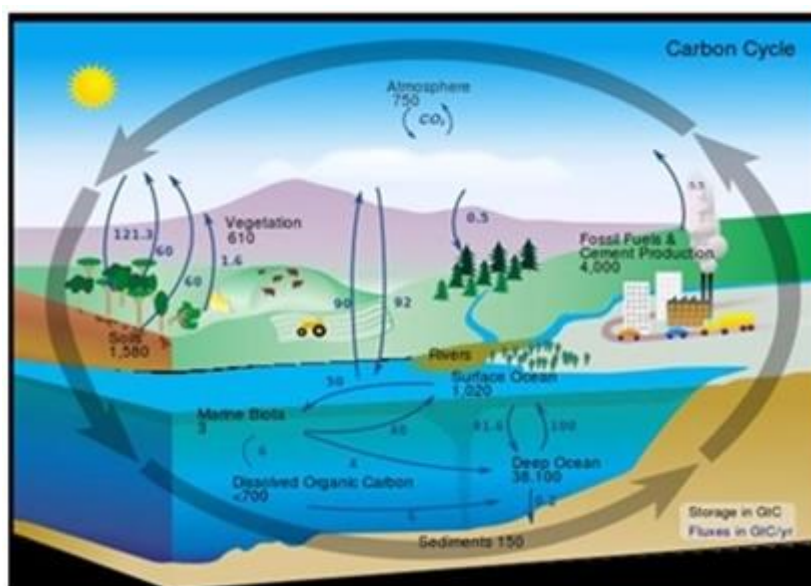


Slika 20. Tlo kao "kolijevka" organske tvari - života na Zemlji



## 9.2.2 Ekološko-regulacijska uloga tla

Tlo zauzima značajno mjesto u biološkom kruženju tvari i energije te predstavlja početnu i završnu kariku u lancu biotransformacije organskog ugljika te snažno utječe na sadržaj i ukupnu količinu kako CO<sub>2</sub> tako i drugih stakleničkih plinova. Naime, sloj humusa na našem planetu ili humosfera koja je treći po redu rezervoar ugljika sadrži  $23 \times 10^{14}$  kg (2300 Gt) ugljičnog dioksida, odmah poslije oceana koji sadrži najviše tj.  $38 \times 10^{15}$  kg (38000 Gt) i litosfere koja sadrži  $5 \times 10^{15}$  kg (5000 Gt). Ovaj humosferin rezervoar ugljika je u izravnoj vezi s rezervoarom biosfere koji sadrži ugljik u količini od  $6 \times 10^{14}$  kg (600 Gt) i atmosfere sa njenih  $77 \times 10^{13}$  kg (770 Gt) ugljika (slika 21.). U ovim sastavnicama biosfere, svakodnevno se događaju promjene sadržaja ugljika odnosno ugljikova dioksida i to zbog dobro poznatih procesa fotosinteze kojim biljke pretvaraju CO<sub>2</sub> u organsku tvar, zatim razgradnje organske tvari i vraćanja CO<sub>2</sub> u atmosferu, kao i zbog djelovanja metabolita faune tla, poljoprivredne djelatnosti, onečišćenja tla iz različitih izvora itd.



Slika 21. Globalni biogeokemijski ciklus ugljika

### Tlo kao prijemnik (receptor), sakupljač (akumulator)

S obzirom na položaj tla između litosfere i atmosfere, izravan dodir s hidrosferom i antroposferom, odnosno biosferom, tlo je prijemnik (akceptor) niza različitih tvari koje na njega dopijevaju iz atmosfere oborinama ili gravitacijskim taloženjem (kisele kiše i suha depozicija - prašina) ili ih čovjek hotimice i manje-više nekontrolirano unosi pri uporabi tla u izgradnji i korištenju infrastrukture (onečišćenje tla ispiranjem autocesta) ili pak korištenjem tla u poljoprivredne svrhe (sredstva za zaštitu bilja, gnojiva) (slika 22.). Sve ove onečišćujuće tvari

su ekološki relevantne za sve sastavnice biosfere i okoliša uopće. Ovoj skupini tvari pripadaju na prvom mjestu teške kovine i sva organska onečišćenja iz industrije, ali i niz sredstava koja se koriste u poljoprivredi kao što su biljna hranjiva unijeta u tlo gnojidbom, kao i ostaci sredstava za zaštitu bilja. Posebno mjesto u onečišćenju tla zauzimaju industrijska postrojenja koja svojim emisijama ispuštaju u okoliš različite prašine koje su obično različita kruta onečišćenja poput spojeva metala i nemetala (oksidi, karbonati, hidroksidi) te plinovita onečišćenja poput  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ .

Posebno značajno mjesto zauzimaju teški metali i njihovi spojevi kao i niz organskih onečišćenja poput benzena, fenola, policikličkih aromatskih ugljikovodika, polikloriranih bifenila (PCB), polikloriranih dibenzo-p-dioksina (PCDD), polikloriranih dibenzo furana (PCDF), itd. polikloriranih dibenzo furana (PCDF), itd.

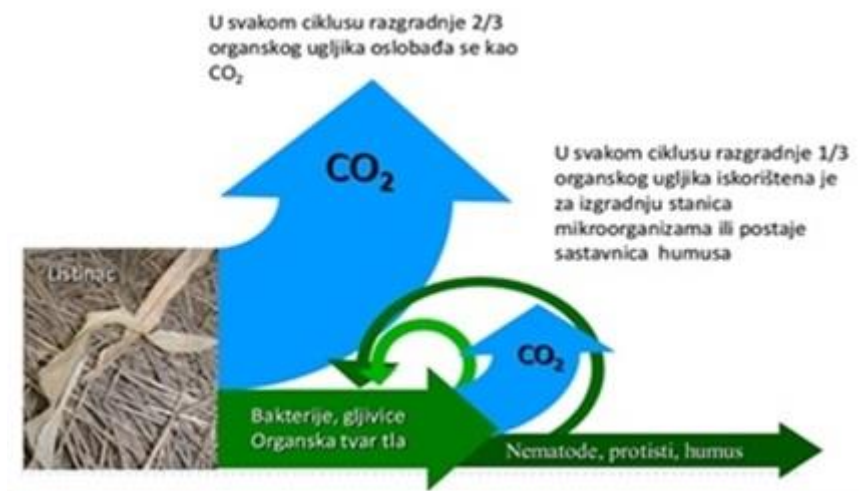


**Slika 22. Neki od izvora onečišćenja tla**

### **Tlo kao prirodni izmjenjivač (transformator)**

Sve tvari koje tlo akumulira vežu se u njemu stanovito vrijeme i pri tome su izložene mikrobiološkoj razgradnji, transformaciji i sintezi u nove spojeve, ili pak razgradnji do tvari s kojima je počela fotosinteza, a to su  $\text{CO}_2$  i voda (slika 23.) kao prva i posljednja karika u ciklusu biološkog kruženja tvari i energije. Zahvaljujući sposobnosti transformacije tlo razgrađuje sve poslije žetvene ostatke na poljoprivrednim tlima, masu lišća listopadnih vrsta i iglica četinjača u šumskim ekosustavima.

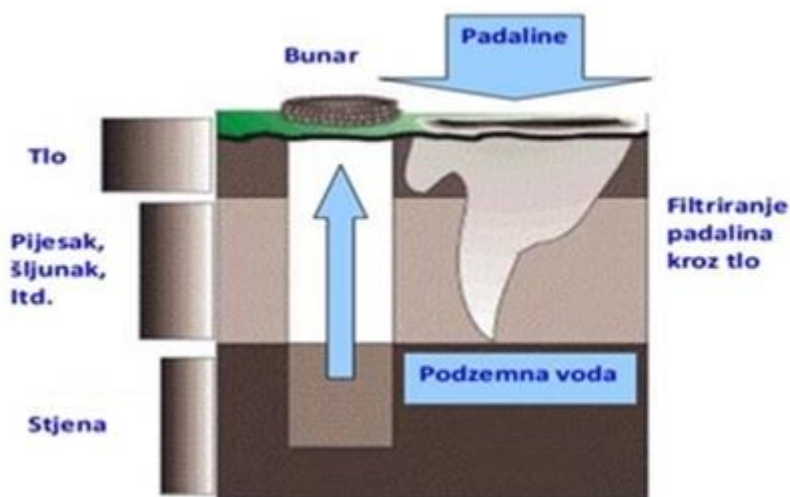




**Slika 23. Shematski prikaz razgradnje organskih ostataka tla**

### **Tlo kao prirodni pročištač (filter) vode**

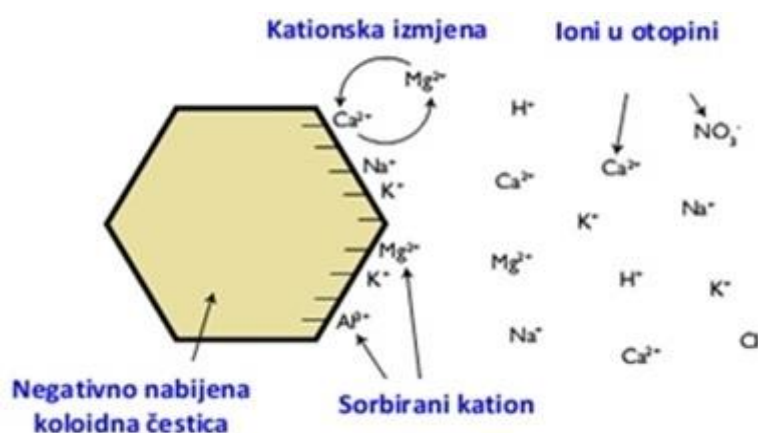
Jedna od najznačajnijih uloga tla, svakako je njegova sposobnost pročištača ili filtera za oborinsku vodu, čime štiti pitku podzemnu vodu od onečišćenja (slika 24.). O značaju te sposobnosti govori podatak da 65% pučanstva Europe koristi pitku vodu iz podzemne vode, pa je vrlo važno da voda koja se nakuplja u podzemlju bude dobre kvalitete za piće i da ne sadrži štetne tvari koje "ispiranjem" atmosfere padalinama mogu dospjeti u podzemnu vodu. Jednako tako je važno da u procesima sorpcije i desorpcije iz tla, za vrijeme protjecanja oborinskih voda kroz tlo, ne dođe do "ispiranja" onečišćujućih tvari iz tla u podzemne vode. Naime, poznato je da poljoprivredna djelatnost ima i svoje negativne strane tj. može biti izvor pojave nekih onečišćujućih tvari u tlu, pa tako npr. najozbiljnije onečišćenje pitke podzemne vode su nitrati iz dušičnih mineralnih gnojiva, bez kojih nema visokih prinosa. Stoga se primjeni mineralnih gnojiva i mogućim posljedicama u obliku zadržavanja i akumulacije u tlima njihovih ostataka (nitrati, fosfati, sulfati) koji mogu imati štetne posljedice po zdravlje ljudi, pridaje značajna pozornost.



**Slika 24. Shematski prikaz filtriranja oborinskih voda u sloju tla**

### **Tlo kao pufer**

Djelujući kao snažan puferski sustav tlo sve onečišćujuće tvari, koje suhom ili mokrom depozicijom dospiju u njegovu masu ili se pak oslobađaju u njemu mineralizacijom organske tvari, transformira u neaktivni oblik. Na taj način tlo sprječava stresne promjene u tlu koje bi mogle izazvati štetne posljedice po pedofloru i pedofaunu. Tako npr. tlo puferira kisele sastavnice pomoću kationa, kao što su  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , i dr., i tako sprječava nagle veće promjene reakcije tla. Puferizacija se vrši i drugim mehanizmima, kao što je vezanje onečišćujućih tvari na adsorpcijski kompleks. Kapacitet adsorpcije odnosno puferizacije tla tj. njegova sposobnost vezivanja tvari, kako je prikazano na slici 25. je ograničena i od trenutka kada njegov adsorpcijski kompleks postane zasićen, tlo može postati izvor emisije onečišćenja u podzemne vode.



**Slika 25. Shematski prikaz adsorpcijskog kapaciteta**



### 9.2.3 Biološko-regulacijska uloga tla

#### Tlo kao izvor genskog bogatstva i zaštite biološkog raznovrsnosti

Tlo je stanište vrlo velikog broja biljnih i životinjskih organizama i predstavlja temelj biološke raznolikosti ili biodiverziteta (*engl. Biological diversity/Biodiversity*). Pojmom biološke raznolikosti obuhvaćeni su svi živi organizmi u atmosferi, na tlu i u vodi, a uključene su raznolikosti unutar vrsta (genetske raznolikosti), između vrsta (raznolikost organizma) i ekosustava (ekološke raznolikosti). Tlo je jedan od prirodnih najsloženijih ekosustava i sadrži tisuće različitih organizama, koji doprinose odvijanju globalnih ciklusa bez kojih život nebi bio moguć. Broj živih organizama ispod površine višestruko je veći nego na površini tla, o čemu rječito govori podatak da dobro, plodno tlo u oraničnom sloju sadrži oko 25 t/ha živih organizama, među kojima čitav niz izuzetno korisnih. Naime, nigdje u prirodi nisu vrste mikro i makro organizama tako gusto raspoređene kao u zajednicama koje su našle svoje stanište u tlu. Primjerice, više od 1 000 vrsta beskralješnjaka mogu se naći u jednom četvornom metru europske bukove šume; mnogi od svjetskih kopnenih vrsta kukaca su stanovnici tla u bar nekoj fazi njihovog životnog ciklusa; jedan gram tla može sadržavati milijune jedinki i nekoliko tisuća vrsta bakterija. Tlo, koje nije onečišćeno može sadržavati nekoliko vrsta kralježnjaka, nekoliko vrsta glista, 20-30 vrsta grinja, 50-100 vrsta kukaca, na desetke vrsta nematoda, stotine vrsta gljiva, a možda i tisuće vrsta bakterija (slika 26.).



Slika 26. Neki od živih organizama u tlu

#### Tlo kao medij prirodne pohrane (skladištenja) tvari

Zahvaljujući svojoj poroznosti i fizikalnim silama adhezije, površinske napetosti i kapilarnim silama tlo u svojoj masi drži velike količine vode, koju biljke uzimaju putem korijena

i koriste za fotosintezu. Opisanim mehanizmima sorpcije, najviše zahvaljujući koloidnim česticama tla - humusu i glini, tlo obavlja za život izuzetno značajnu ulogu prirodnog skladištenja biljnih hranjiva, pri čemu taj mehanizam držanja nije jednostavan. Naime, voda i hranjiva se za tlo vežu adsorpcijskim silama koje su veće od sile teže, i tako se odupiru ispiranju, a manje od sila kojima ih korijen biljke usisava. Biljka hranjiva otopljenom u vodi uzima putem korijena, a najveći dio vode ispušta u atmosferu, snažno utječući na vodni režim i klimatske prilike.

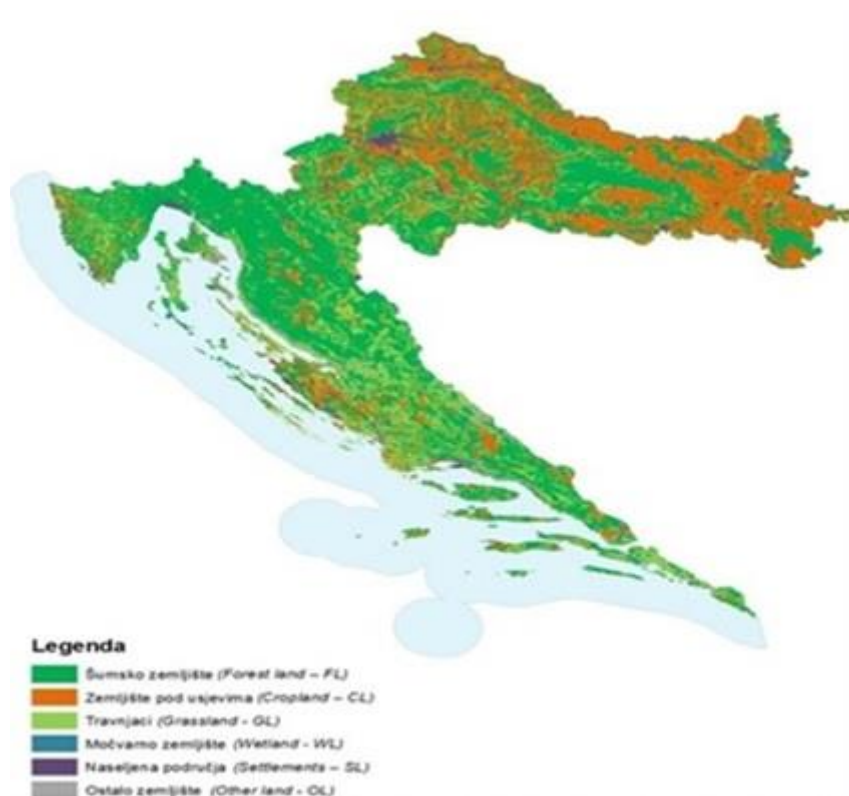
### **Prostorna uloga tla**

Oduvijek je tlo koristilo čovjeku u zadovoljavanju njegovih životnih potreba, pa je pedosfera u povijesti čovjeku osiguravala prostor za bavljenje poljoprivrednom i šumarskom djelatnošću, izgradnju naselja, industrijskih i poslovnih prostora, prometnica, sportskih i rekreacijskih objekata itd. Kada se govori o prostornoj ulozi tla, važno je razlikovati pojam tlo od pojma zemljište. S obzirom da smo na početku tlo definirali kao gornji sloj Zemljine kore, smješten između stjenske podloge i atmosfere, a sastoji se od čestica minerala, organske tvari, vode, zraka i živih organizama, zemljište je fizikalni prostor koji obuhvaća: tlo, klimu, hidrološka i geološka svojstva, te vegetaciju u opsegu koji utječe na mogućnost korištenja, zatim rezultate prošle i sadašnje aktivnosti čovjeka s ili bez društveno-ekonomskih uvjeta. Prema tome, zemljište je u širem smislu pojam za način korištenja tla. Zemljište se, sukladno IPCC smjernicama, razvrstava u šest kategorija (slika 27):

- Šumsko zemljište (*engl. Forest Land - FL*) - obraslo šumsko zemljište, ali sa šumom definiranom kao područjem većim od 0,1 hektara i drvećem višim od 2 metra te sklopom krošnji većim od 10%;
- Zemljište pod usjevima (*engl. Cropland - CL*) - uključuje sve površine s jednogodišnjim usjevima i višegodišnjim nasadima, kao i zemljište koje se privremeno ne obrađuje. Jednogodišnji usjevi uključuju žitarice, uljarice, povrće, korjenasto povrće, krmu. Višegodišnji nasadi uključuju drveće i grmlje u kombinaciji sa zeljastim kulturama, kao i voćnjake i vinograde;
- Travnjaci (*engl. Grassland - GL*) - obuhvaćaju pašnjake i ostale slične površine koje se ne smatraju zemljištem pod usjevima. Također, uključuju površine od zapuštenih zemljišta do rekreacijskih površina, kao i agrokulturne i šumsko-pašnjačke sustave kojima se gospodari i one kojima se ne gospodari;
- Močvarno zemljište (*engl. Wetland - WL*) - su sve površine pokrivene ili zasićene vodom tokom cijele ili dijela godine, a koje nisu već uključene u ostale površine (šumske, poljoprivredne, travnjake ili naselja). Ova kategorija može biti podijeljena na površine

kojima se gospodari i one kojima se ne gospodari; npr. prirodne rijeke i jezera (područja kojima se ne gospodari), a akumulacije kao površine kojima se gospodari.

- Naseljena područja (*engl. Settlements - SL*) - se smatraju sve izgrađene površine, uključujući prometnu infrastrukturu i naselja svih veličina, ukoliko nisu uključene u drugim kategorijama. Uključuje sve tipove urbanih nasada koje funkcionalno ili administrativno moraju pripadati naseljima: drvorede, privatne i javne vrtove i parkove;
- Ostalo zemljište (*engl. OtherLand - OL*) - obuhvaćaju golo tlo, stijene, led i sve ostale površine kojima se ne gospodari i koje ne spadaju u prije navedene kategorije.



**Slika 27. Raspored zemljišta kontinentalnog dijela RH prema kategorijama**

### **Tlo kao prostor za naselja i infrastrukturu**

Prema dostupnim literaturnim podacima, glavni pokrov europskog zemljišta čine šume i iznosi oko 35%, zatim obradive površine oko 25%, pašnjaci i druga vegetacija 25%, vodene površine 3%, močvare 2% i tzv. umjetna - izgrađena područja 4%. Podaci za R. Hrvatsku pokazuju da glavni pokrov čine šume i u razdoblju od 1990. do 2010.godine, 36.3 do 40.9%, zatim poljoprivredne površine odnosno zemljište pod usjevima.

### **Odlaganje otpada na tlo**

Tlo je nažalost, kroz povijest čovječanstva ne rijetko korišteno i za odlaganje otpada. U početku je to bio otpad iz kućanstva, a razvojem civilizacije na tlo je odlagano sve više različitih vrsta otpada koje su dovele do značajnog onečišćenja tla i podzemnih voda, čime je bilo izravno ugrožavano zdravlje ljudi i životinja. I u nas je, kao i u svijetu, nekontroliran način odlaganja otpada na ne zaštićene površine tla, ostavio traga posebno u vrijeme industrijalizacije, kada su u blizini tvornica i rudnika nicala odlagališta šljake, pepela, rudnih jalovina, muljeva i drugih vrsta proizvodnog otpada. Ovakva praksa je odavno napuštena, a suvremeni trend zbrinjavanja otpada u većini je razvijenih zemalja utemeljen na tzv. "cjelovitom sustavu gospodarenja otpadom" koji podrazumljeva smanjivanje količina otpada, ponovnu upotrebu bez obrade, obnavljanje i

recikliranje, s konačnim ciljem - napuštanje odlaganja otpada tj. bez deponijski koncept zbrinjavanja.

### **Tlo u oblikovanju krajobraza**

Prema definiciji iz Europske konvencije o krajobrazima (*engl. European Landscape Convention*), krajobrazom se smatra određeno područje viđeno ljudskim okom, čija je narav rezultat djelovanja i međudjelovanja prirodnih i/ili ljudskih čimbenika. U prostorno-planskom kontekstu pojam krajobraza označava cjelovitu prostornu, biofizičku i antropogenu strukturu (slika 28.) u rasponu od potpuno prirodne do pretežno ili gotovo potpuno antropogene strukture (visoko urbanizirani ili tehničko-tehnološki prostori). Relativno veliki broj različitih čimbenika, koji utječu na stvaranje i obilježja krajobraza, može se podijeliti u nekoliko skupina:

- Fizički čimbenici - u koje se ubrajaju geologija, reljef, drenaža, tlo, ekologija;
- Antropogeni čimbenici - su arheologija, povijest krajobraza, korištenje zemljišta, objekti i naselja;
- Estetski čimbenici - u koje se ubrajaju vizualni čimbenici (proporcije, mjerilo, vizure) i ostali osjeti (zvukovi, mirisi, okusi);
- Asocijacije - koje mogu biti povijesne (povijest naselja, posebni događaji) i kulturne (poznate osobe i umjetnost



**Slika 28. Neki iz niza različitih krajobraza u R. Hrvatskoj**

### **Konzervacijsko-arhivska uloga tla**

Čitav naš urbani i ruralni krajolik golem je povijesni arhiv jer se u njegovom tlu, kao i na njegovoj površini, zbrajaju stotine tisuća neprestanih malih promjena izazvanih prirodnim



procesima i ljudskom djelatnošću. Prema tome, tlo je povijesni izvor nalik pisanom dokumentu koji sadrži konzervirane različite geogene znakove, koji omogućavaju rekonstrukciju povijesti, zatim tragovi geneze koji daju uvid u uvjete tvorbe tla i njegove evolucije. Na drugoj strani, tragovi života, primjerice ostaci polena bilja i paleontološki materijal omogućavaju rekonstrukciju uvjeta za život na nekom području.

### **9.3 Onečišćenje tla**

Razvojem tehnike i tehnologije čovjek je pedosferu doveo u stanje relativno velike onečišćenosti, čime je znatno oštetio, a ponegdje i ugrozio životnu sredinu. Postoji čitav niz različitih onečišćujućih tvari koje dopijevaju u pedosferu i ne podliježu razgradnji prirodnim procesima, što je imalo za posljedicu porast njihove koncentracije, a time i neželjene učinke na živi svijet, odnosno narušavanje ravnotežnih odnosa između pedosfere, hidrosfere i nižeg sloja atmosfere - troposfere.

#### **9.3.1 Klasifikacija oštećenja tla**

Klasifikacija oštećenja tla je vrlo složen postupak valorizacije i rangiranja opasnosti degradacijskih procesa, pri čemu se treba voditi briga o značajkama tla i odabiru jedne od značajki tla kao polazišne osnove za ocjenu stupnja oštećenja. Kada se govori o klasifikaciji tala kod nas, onda se koristi klasifikacija prema F. Bašiću. Ta klasifikacija je utemeljena na slijedećim klasifikacijskim jedinicama:

- stupanj oštećenja - je najviša jedinica klasifikacije. Osnovni kriterij za razvrstavanje je obnovljivost oštećenog tla tj. mogućnost da se odgovarajućim zahvatima postigne stanje koje odgovara prirodnim značajkama tipa tla na danom području.
- vrsta oštećenja - označava uzroke odnosno podrijetlo oštećenja (npr. degradacija tla u intenzivnoj biljnoj proizvodnji, zagađenje i/ili onečišćenje tla, premještanje ili translokacija i prenamjena tla).
- procesi oštećenja - upućuje na uzročnika tj. na proces (pojedinačni ili skupni) koji je posljedica vrste onečišćenja.
- posljedice - su raznovrsne i nespecifične pa ih nije lako niti jednostavno identificirati.

#### **9.3.2 Onečišćenje kao oblik oštećenja tla**

Kako je navedeno u prethodnom poglavlju, za oštećenje tla odgovorni su brojni čimbenici, no najčešća oštećenja se odnose na onečišćenost tla koje je uzrokovao čovjek svojim djelatnostima poput poljoprivrede, industrije i rudarstva, izgradnje i razvoja urbanih središta.

Pojam onečišćenja tla, kao i drugih pojmova vezanih za onečišćenje tla, poput štetne tvari, te granične vrijednosti za pojedine tipove tla prema mehaničkom sastavu, po prvi put su u Republici Hrvatskoj definirani u Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima. U svrhu boljeg razumijevanja ovog gradiva, potrebno je još pojasniti pojam onečišćenje tla i njegovu razliku u odnosu na pojam zagađenje tla i to kako slijedi:

- *Onečišćenje* - je stanje koje je nastalo unošenjem štetne tvari u tlo u količini kojom se mijenjaju njegova korisna svojstva i kakvoća, ali bez dokazanog štetnog utjecaja na okoliš, a daljnje korištenje tla je neograničeno ili je uvjetno ograničeno;
- *Zagađenje* - je stanje koje nastaje unošenjem štetnih tvari u tlo iznad propisane maksimalno dozvoljene koncentracije tj. unesena tvar štetno djeluje na okoliš i/ili je time onemogućeno daljnje korištenje tla. U ovom slučaju je količina unesene štetne tvari iznad vrijednosti utvrđene za potencijalno neprihvatljiv rizik za tlo. Nadalje, s obzirom na oblik i karakteristike izvora onečišćenja, razlikuju se onečišćenje tla koje je uzrokovano jasno ograničenim izvorima (lokalni ili točkasti izvori onečišćenja), ono koje je uzrokovano taloženjem iz atmosfere tzv. raspršenih emisija (difuznim izvorima) i ono koje nastaje uz prometnice (linijski izvori):
- *Lokalni ili točkasti izvori onečišćenja* su jasno ograničeni. Onečišćenje tla koje je uzrokovano lokalnim (ili točkastim) izvorima uglavnom je povezano s rudarstvom, industrijskim postrojenjima (dimnjacima i drugim ispustima), odlagalištima otpada i ostalim postrojenjima tijekom njihovog djelovanja, ali i nakon zatvaranja. Ta postrojenja predstavljaju rizik i za tlo i za vodu.
- *Linijski izvori onečišćenja* uglavnom su vezani uz prometnice, željeznice te naftovode i plinovode. U skladu s prometom a osobito mjestima gdje se automobili ili vlakovi duže zadržavaju (semafori u gradskom prometu, mjesta naplate cestarina, ulazi i izlazi iz tunela, trajektna pristaništa, željezničke postaje) očekuju se i povećane emisije onečišćujućih tvari. Širenje onečišćujućih tvari od linijskih izvora u prvom redu je ovisno o prirodnoj vegetaciji uz prometnice. Ako su prometnice okružene prirodnom vegetacijom (šuma) ili zaštitnim ogradama za vjetar, potencijalna emisija se obara neposredno uz cestu. No, ako ne postoje barijere dolazi do njenoga povećanoga širenja u okoliš, odnosno u zrak a od kuda se onečišćujuće tvari talože na tlo.

- *Difuzni izvori onečišćenja* - uglavnom se povezuju s atmosferskim taloženjem, određenim poljodjelskim radovima (primjena sredstava zaštite prskanjem) i urbanim industrijskim područjima, a jednim dijelom i prometnicama. Atmosfersko taloženje uzrokovano je ispuštanjem plinova u industriji, prometu i poljoprivredi.

### 9.3.3 Onečišćujuće tvari u tlu

S obzirom da ovdje nećemo govoriti o onečišćenju tla kao posljedici unosa u tlo bioloških organizama i energije, već samo onečišćujućih tvari, treba ih, zbog boljeg razumijevanja ove problematike razvrstati po skupinama. Sve onečišćujuće tvari koje iz izvora bilo točkastih, linijskih ili difuznih, mogu dospjeti u tlo, a mogu biti organske ili anorganske prirode (slika 29.), razvrstavamo s obzirom na njihove fizikalno-kemijske karakteristike u tri skupine i to kako slijedi:

- *Hlapljive organske tvari* - mogu potjecati iz postrojenja kemijske industrije, rafinerija, odlagališta otpada, rezervoara nafte i naftnih prerađevina, auto-servisnih radionica, kemijskih čistionica te emisija iz rudnika itd.;
- *Polu-hlapljive organske tvari* - obično se nalaze u emisijama zajedno sa hlapljivim organskim tvarima, no može ih se naći i u emisijama iz prostora gdje se obrađuje i konzervira drvena građa ili pak u prostorima gdje se primjenjuju agrokemikalije poput staklenika i plastenika;
- *Pogonska goriva* - lokacije na kojima tlo može biti onečišćeno ovim onečišćujućim tvarima su zračne luke, autobusni i željeznički kolodvori, parkirališta, naplatne kućice na autocestama, benzinske postaje, itd.;



**Slika 29. Onečišćeno tlo u neposrednoj blizini industrije**

### 9.3.4 Najčešće onečišćujuće tvari u tlu

Ovisno o djelatnosti kojom se pojedina industrija bavi tj. o korištenim sirovinama, energentu i proizvodu koji nastaje, danas postoji niz različitih tehnoloških procesa iz kojih se najčešće kao onečišćujuće tvari javljaju: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, HF, HCN, H<sub>2</sub>S, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, teški metali (Hg, Pb, Cr, Ni, Zn, Cd, Cu, Tl, As, V) i njihovi spojevi, fluoridi, radioaktivne tvari itd. Od organskih spojeva obično se javljaju: benzen, fenol, policiklički cijanidi, ulja i masti, itd.

### 9.3.5 Granične vrijednosti onečišćujućih tvari u tlu

Ocjena stupnja onečišćenosti nekom onečišćujućom tvari temelji se primarno na utjecaju te onečišćujuće tvari na biljke, ljudsko zdravlje i/ili okoliš. Pri tome, važno pitanje predstavljaju granične vrijednosti (GV) odnosno maksimalne dozvoljene koncentracije onečišćujućih tvari u tlu. Za razliku od Republike Hrvatske u kojoj, osim Pravilnika o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja, nema legislative koja propisuje granične vrijednosti pojedinih onečišćujućih tvari (teški metali, PAHs, POPs), pojedine zemlje EU pristupile su izradi graničnih vrijednosti koje su vezane uz različite načine korištenja zemljišta.

## 9.4 Sanacija (remedijacija) onečišćenih tala

**Sanacija ili remedijacija** tla je postupak kojim se smanjuje ili uklanja onečišćujuću tvar iz tla toliko da njen sadržaj dopušta korištenje tla sanirane lokacije. Ovisno o ostvarenoj razini sanacije, to korištenje tla može biti ograničeno ili neograničeno. Općenito rečeno, postoje tri pristupa u određivanju ciljeva sanacije/remedijacije: čišćenje tla do razine uvjeta lokalnog okoliša, čišćenje prema kriterijima nastanka i čišćenje u skladu s procjenama rizika i posebnostima određene lokacije. Izbor kriterija na temelju kojih će se odabrati određeni postupak sanacije/remedijacije tla, nije jednostavan jer se ne može izravno vezati uz propise ili preporuke. Naime, iako sanacija/remedijacija zagađenog tla pridonosi socijalnom ili ekonomskom boljitku, ona istodobno može izazvati znatne troškove te uzrokovati različite smetnje na lokaciji ili u njezinoj okolini. Stoga su kriteriji za sanaciju najčešće posebni za svako područje, a definirani su ograničenjima vezanim uz ocjenu rizika zbog zagađenja, uz uvažavanje gospodarskih i drugih odgovarajućih zahtjeva. Osnovni kriteriji pri odabiru tehnologije remedijacije su tip, vrsta i količina onečišćujuće tvari, mjesto gdje bi se remedijacija provodila, ali i tip tla na kojem bi tu tehnologiju trebalo primijeniti. Potencijalno moguće i ekonomski prihvatljive tehnologije remedijacije su: biološka, kemijska, fizikalna i termalna remedijacija,.

Koja od tehnologija sanacije/remedijacije će biti primijenjena na onečišćenom tlu ovisit će o slijedećem:

- tipu i vrsti onečišćenja,
- prostornoj zahvaćenosti onečišćenja,
- tipu tla (reakcija tla, sadržaj organske tvari, udjelu i tipu gline),
- vremenu izloženosti onečišćujućoj tvari,
- budućem načinu korištenja,
- zakonom propisanom stupnju sanacije pojedine države.

Osim što se na temelju navedenih parametara odabire tehnologija sanacije/remedijacije, isti parametri služe i za odabir mjesta sanacije tj. „in situ“ (na mjestu onečišćenja bez iskapanja) ili „ex situ“ (nakon iskapanja se onečišćeno tlo transportira na središnje odlagalište).

### **Biološka remedijacija tla**

U biološke remedijacije tla se ubrajaju svi postupci u kojima se remedijacija provodi uz pomoć mikroorganizama ili biljaka i to tako da se onečišćujuća tvar blokira ili odstrani. Ove procese predstavljaju bioremedijacija, bioventilacija i fitoremedijacija.

#### **1. Bioremedijacija tla**

Bioremedijacija je skup postupaka za remedijaciju uz primjenu mikroorganizama (bakterije, gljivice, kvasci) u kojima se biološka degradacija odvija u njihovim stanicama, kroz resorpciju neke onečišćujuće tvari, gdje ju pomoću odgovarajućih enzima razgrađuju u metabolite. Ugljikovodici iz nafte služe kao izvor hranjiva i energije za rast i razvoj mikroorganizama, koji ih razgrađuju do naftenskih kiselina, alkohola, fenola, karbonilnih spojeva itd sve do ugljik (IV) oksida i vode.

#### **2. Bioventilacija tla**

Bioventilacija (*engl. bioventing*) je oblik bioremedijacije „in situ“ u kojem se koriste zrak, kisik i/ili metan, a u tlo se unose upumpavanjem (injektiranjem) kroz bušotine. Naime, ovim postupkom se injektira zrak ili drugi plin u zonu onečišćenog tla takvom brzinom da se njegovim strujanjem pojača isparavanje organskih onečišćujućih tvari i istovremeno ostvare optimalni uvjeti za aerobnu mikrobnu razgradnju slabije hlapljivih organskih spojeva.

#### **3. Fitoremedijacija tla**

Fitoremedijacija je tzv. zelena tehnologija sanacije onečišćenog tla korištenjem viših biljaka u procesima čišćenja, koje imaju sposobnost uklanjanja, razgradnje ili imobilizacije relativno velikog broja onečišćujućih tvari, posebice metala, a što je nedvosmisleno dokazano fundamentalnim i primijenjenim znanstvenim istraživanjima

## **Kemijska remedijacija tla**

### **1. Elektrokemijska remedijacija tla**

Elektrokemijska (EK) remedijacija ili kraće elektroremedijacija je proces kojim se izdvajaju teški metali, radionuklidi ili organske onečišćujuće tvari iz tla, muljeva i sedimenata djelovanjem slabe istosmjerne struje ili napona kroz mrežu katoda i anoda u onečišćenom tlu, a u svrhu pokretanja naponskog gradijenta. Propuštanjem istosmjerne struje kroz heterogeni medij kao što je onečišćeno tlo, nastaje niz procesa kao što je elektro migracija, elektroliza vode, elektro osmotsko kretanje vode, elektroforeza tj. kretanje koloidnih čestica, difuzija.

### **2. Poplavljivanje tla**

Remedijacija onečišćenog tla „in-situ“ tretiranjem različitim otopinama naziva se poplavljivanje tla. Pri ovome se onečišćeno tlo poplavljuje vodom ili vodenim otopinama kiselina, lužina, deterdženata i sl., što ovisi o topljivosti onečišćujućih tvari u tlu. Tako se npr. vodena otopina smjese  $\text{HNO}_3$  i  $\text{HCl}$  koristi za uklanjanje metala i nekih organskih tvari, a vodena otopina  $\text{NaOH}$  može poslužiti za uklanjanje fenola i nekih metala. Otopine se primjenjuju na površini ili se unose u tlo površinskim poplavljivanjem, injektiranjem u vertikalne ili horizontalne bušotine, bazenskim ili kanalskim infiltracijskim sustavom itd

### **3. Ispiranje tla**

Za razliku od poplavljivanja tla koje se izvodi „in-situ“, ispiranje tla je „ex-situ“ postupak remedijacije onečišćenog tla koji se temelji na ispiranju onečišćujućih tvari sa čestica tla vodenim otopinama različitih aditiva, ili se provodi u svrhu odvajanja čistog od onečišćenog tla. Koncept ispiranja/pranja tla temelji se na činjenici da su onečišćujuće tvari sklone vezivanju na fino-zrnate čestice tla (muljevi i gline), pa je stoga glavni cilj ispiranja tla odvajanje te onečišćene fine frakcije od čiste krupnozrnate frakcije tla (pijeska i šljunka). Ukoliko se radi o onečišćenim tvarima koje se mogu ispirati vodom bez dodataka kemikalija, tada imamo jednostavan fizikalan proces odvajanja finog i grubog materijala. Postupak ispiranja tla nije pogodan za glinovita i muljevita tla jer zbog jake povezanosti metala s česticama tla, postupak ispiranja treba višekratno ponavljati što povećava troškove. Stoga je ovo i jedan od najvećih nedostataka ove tehnike remedijacije je potreba za velikom površinom za postavljanje opreme za ispiranje tla. Naime, postupak je učinkovit za krupnozrnata tla i uglavnom se ne primjenjuje za tla koja sadrže više od 50% mulja, gline ili organskih tvari.

#### 4. Solidifikacija/stabilizacija tla

Solidifikacija/stabilizacija (S/S) je tehnologija sanacije tla koja se temelji na imobilizaciji onečišćujućih tvari u tlu za što se koristi reakcija između dodanih reagensa i onečišćujuće tvari u tlu. Naime, ove dvije metode čine kombinaciju fizikalnih (solidifikacija) i kemijskih (stabilizacija) procesa i vrlo često se koriste kako bi se smanjio utjecaj onečišćenih tvari iz tla na okoliš. Ovi procesi se uglavnom temelje na sorpciji, taloženju ili ugradnji onečišćujuće tvari u kristalnu strukturu reagensa.

#### 5. Prirodno čišćenje

Tehnika remedijacije „in situ“ koja se koristi prirodnim procesima na duže vrijeme u kojem dolazi do slabljenja ili smanjenja onečišćenosti, naziva se prirodno slabljenje/smanjenje onečišćenosti. U spomenute prirodne procese ubrajaju se biološka razgradnja, radioaktivni raspad, isparavanje, disperzija, slabljenje, procjeđivanje u podzemne vode, bočno otjecanje u površinske vode, vezanje onečišćujuće tvari na organsku tvar ili glinu u tlu te vegetaciju sa površine tla.

#### **Fizikalna remedijacija tla**

U većini do sada opisanih tehnologija sanacije/remedijacije tla, dolazi do značajnih promjena njegovih kemijskih i bioloških značajki, no kod fizikalnih remedijacija tla (kapsuliranje, iskapanje i miješanje tla) to nije slučaj.

##### 1. Prekrivanje/kapsuliranje tla

Prekrivanje onečišćenog tla jedan je od najčešći oblika remedijacije na manjim lokacijama. Ovim postupkom se onečišćeno tlo prekriva višeslojnim pokrovom, kako bi se zaštitilo od erozije vodom i vjetrom te spriječio izravan utjecaj onečišćenog tla na biljni i životinjski živi svijet.

Prekrivanje onečišćenog tla može se izvoditi jednim slojem plodnog tla ili se može izvoditi u više slojeva kombinacijom slojeva tala i geosintetskih materijala različite propusnosti.

##### 2. Iskop tla

Iskop tla kao remedijacijska tehnika, primjenjuje se uglavnom u slučajevima značajno zagađenih tala, kao što su zagađenja radionuklidima ili toksičnim teškim metalima visokih koncentracija. Naime, u takvim slučajevima zahtjeva se iskop takvog tla i njegova sanacija te vraćanje na prvobitnu lokaciju ili pak trajno zbrinjavanje odlaganjem na odgovarajuće (zakonom propisano) odlagalište.

##### 3. Miješanje tla

Miješanjem tla postiže se smanjenje koncentracije onečišćujuće tvari zbog razrjeđenja i to do razine koja nije opasna po okoliš. Ovo je moguće postići dovozom nekontaminiranog tla i

miješanjem s onečišćenim tlom „in situ“ ili se pak miješanje provodi primjenom agrotehničkih zahvata poput oranja, tanjuranja, drljanja, frezanja itd., pri čemu dolazi do miješanja površinskog onečišćenog tla s dubljim slojevima manje onečišćenog ili čistog tla. Tehnika vertikalnog miješanja slojeva tla ima i svojih nedostataka od kojih je prvi povećana količina sada ukupno onečišćenog (iako razrijeđene koncentracije) tla koja poskupljuje iskop ili odvoz na „ex situ“ sanacije ukoliko se za tim kasnije ukaže potreba. Sanacija/remedijacija tla miješanjem je vrlo učinkovita za tla onečišćena hlapljivim i poluhlapljivim onečišćujućim tvarima te ostacima eksplozivnih tvari.

### **Termalna remedijacija tla**

Tehnologija termalne sanacije/remedijacije tla može se izvoditi „in situ“ i „ex situ“, u za to posebno konstruiranim i instaliranim postrojenjima, a zasniva se na podvrgavanju onečišćenog tla uvjetima visokih temperatura ( $>1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) pri čemu dolazi do isparavanja hlapljivih onečišćujućih tvari iz tla na nižim temperaturama (od  $340$  do  $480\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ili se onečišćujuće tvari transformiraju u manje štetne oblike na višim temperaturama. Ova tehnologija nije prihvatljiva za sanaciju/remedijaciju onečišćenog tla namijenjenog poljoprivredi jer se obradom tla na visokim temperaturama uništava sav biljni i životinjski svijet i ono prestaje biti pogodno za svoju prvotnu namjenu - supstrat za uzgoj biljaka. U slučaju da se radi o remedijaciji tla unutar industrijski dvorišta ili tla namijenjenog u industrijske svrhe, termalna remedijacija tla se može uzeti u razmatranje kao moguća tehnologija. Posebno je važno napomenuti da su termalno obrađena tla dokazano primjenjiva u graditeljstvu kao materijal za prekrivanje odloženog otpada na odlagalištima, za izradu posteljica u cestogradnji.

#### **1. Spaljivanje tla**

Tehnologija termalne sanacije/remedijacije onečišćenog tla spaljivanjem temelji se obradom tla u uvjetima visoke temperature i to od  $870$  do  $1190\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pri čemu dolazi do razgradnje onečišćujućih tvari sve do vode  $\text{CO}_2$  i  $\text{NO}_x$ .

#### **2. Vitifikacija/postakljivanje tla**

Tehnologija sanacije/remedijacije onečišćenog tla njegovom obradom u uvjetima temperature od  $1390$  do  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$  ili više, pri čemu dolazi do taljenja tla i nastajanja amorfne mase poput stakla, naziva se vitifikacija ili postakljivanje (*lat. vitrum - staklo; facere - učiniti*). Tehnologija „ex-situ“ vitifikacije osmišljena je na inaktivaciji i/ili imobilizaciji onečišćujućih tvari prevodeći ih u staklastu amorfnu masu rastaljenog tla u uvjetima visokih temperatura, a ne smanjenju njihove koncentracije u tlu.



### 3. Solarna-fotokemijska razgradnja tla

Za razgradnju nekih onečišćujućih tvari u tlu poput postojećih organskih onečišćujućih tvari, hlapljivih i poluhlapljivih organskih spojeva, goriva, i nešto manje uspješno, eksploziva, može se koristiti i sunčeva energija. Naime, pojedini dijelovi sunčevog spektra razgrađuju organske tvari izravnom termalnom razgradnjom ili fotokemijskom reakcijom. U svrhu povećanja učinkovitosti ovog procesa, sunčeva se energija obično koncentrira te se na taj način omogućava postizanje visokih temperatura potrebnih za razgradnju. Za to se koriste različiti sustavi ogledala (tzv.heliostati) za apsorpciju energije kojom se postižu temperature i od 2000°C.

## 10. RAZVOJNI ASPEKTI ZAŠTITE PRIRODE

### 10.1 Povijeni pregled zakonske regulative u RH

- oko 1790. g. edikt carice Marije Terezije glede održivog upravljanja šumama (stabla koja se posijeku moraju biti nadomještena sadnjom na način da se sačuva površina i vrste šuma te stabla po dobnoj strukturi).

- 1882. g. grof Auersperg izuzima 305 ha svojih šuma iz eksploatacije, tj stavlja ih pod zaštitu.

- 1893-1920. g. propisi o korisnim vrstama i zaštiti šuma i pećina, individualne akcije zaštite, popularizacija prirode.

- 1920. Hrvatsko prirodoslovno društvo donosi Program: «- odrediti zaštićene dijelove: šume, planine, močvare; - donijeti propise o zaštiti rijetkih vrsta flore i faune; - osigurati zaštitu i nadzor spilja i predjela posebne ljepote».

- 1928. g. (predratna Jugoslavija): u Građevinski zakon unijete su odrednice o obvezi izrade regulacijskog plana za područja kupališta, lječilišta i posebnih prirodnih ljepota.

- 1929. g. Budžetskim zakonom proglašena su 4 nacionalna parka u Jugoslaviji: Plitvička jezera, Paklenica, Bijeće Stijene i Štirovača.

- 1940. g. Uredba o nacionalnim parkovima (Banovina Hrvatska): - uvjeti proglašenja N.P., - odštete vlasnicima, - zabrana mijenjanja kulture i prirode područja, - gradnja samo uz dozvolu Banske uprave.

- U II svjetskom ratu uništeno je oko 100.000 ha šuma u Hrvatskoj, a pola od toga je i danas ledina i kamenjar.

- 1945-1960. g. Niz propisa o očuvanju prirodnih rijetkosti i spomenika kulture(FNRJ).

- 1949-1953. g. Proglašenje pojedinih nacionalnih parkova i rezervata prirode.
- 1960. g. Republički zakoni o zaštiti prirode.
- 2013. g. Važeći «Zakon o zaštiti prirode», NN 80/13 .

## 10.2 Međunarodni aspekt

**Najvažnije međunarodne organizacije** u funkciji zaštite prirode, tj. one koje organiziraju međunarodne skupove na tu temu, pružaju servis informacijama i savjetima glede očuvanja prirode ili su nositelji pripreme i izrade međunarodnih dokumenata osobito konvencija u svezi zaštite prirode uopće ili osobitih prirodnih vrijednosti jesu: OUN (Organizacija ujedinjenih naroda, osobito UNESCO), WCED (Svjetska komisija za okoliš i razvoj), IUCN (Svjetska organizacija za zaštitu prirode), te različite druge organizacije za zaštitu pojedinih sastavnica okoliša, npr. REMPEC (Regionalno središte za zaštitu Sredozemnog mora od onečišćenja), IMO (Svjetska pomorska organizacija - zaštita mora od onečišćenja) i dr.

**Najvažniji međunarodni sporazumi i konvencije** - kao sporazumi više subjekata međunarodnog prava (države ili međuvladine organizacije) glede zaštite prirode i biološke raznolikosti jesu: *CBD-konvencija*, tj. konvencija UN o biološkoj raznolikosti (Rio de Janeiro, 1992. g.) i *Kartagenski protokol* (protokol o biološkoj raznolikosti) donijet temeljem te konvencije (Montreal, 2000. g.); *CCPWH-konvencija* odnosno konvencija o zaštiti svjetske kulturne i prirodne baštine (Pariz, 1972. g.), *CCD konvencija*, tj. konvencija o sprječavanju decertifikacije odnosno zaštite šuma (Rio de Janeiro, 1992. g.), *Barcelonska konvencija* (Barcelona, 1976. i 1995. g.) i niz pripadajućih protokola, kojom su dane osnove zaštite Sredozemnog mora i pripadajućeg obalnog područja, *MARPOL konvencija*, tj. međunarodni sporazum o sprječavanju onečišćenja mora s brodova, *UNFCCC konvencija* odnosno međunarodni sporazum glede zaštite klime na globusu (Rio de Janeiro, 1992. g.) i *Protokol iz Kyota* donijet temeljem te konvencije (Kyoto, 1997. g.), *Konvencija o europskim krajobrazima* (Firenca, 2000. g.) .

Tomu valja pridodati važne programe, kao što je to *Agenda 21*, tj. akcijski program održivoga razvoja za 21. stoljeće odnosno *Povelja o održivom razvoju na globusu* (RIO deklaracija), Program UN za okoliš (*UNEP*), Program UN za održivi razvoj na globusu za razdoblje 2004.-2017. g. (*CSD-program*) i dr.

Nadalje su za zaštitu prirode važne slijedeće konvencije:

*Bernska konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa*, kojom su utvrđene strogo zaštićene biljne i životinjske vrste (zabranjeno ih je brati, skupljati, rezati,

uznemiravati, hvatati, ubijati, te je potrebno očuvati njihova staništa), zatim zaštićene vrste (nadzirano iskorištavanje istih), kao i utvrđena zabranjena sredstva i metode hvatanja, ubijanja i drugih oblika iskorištavanja.

Ramsarska konvencija odnosno konvencija o močvarnim staništima od međunarodne važnosti naročito kao staništa ptica močvarica, temeljem koje su stranke konvencije obvezne donijeti nacionalne programe zaštite močvarnih staništa kao izuzetnih prirodnih dobara koje obiluju životinjskim i biljnim svijetom.

Bonska konvencija o zaštiti migratornih vrsta divljih životinja preko nacionalnih kopnenih područja, temeljem koje su sklopljeni mnogi drugi međunarodni sporazumi (npr. Sporazum o zaštiti šišmiša u Europi, Sporazum o zaštiti kitova i dr.)

Odrednica EU o zaštiti prirodnih staništa i divljih svojta (92/43/EEC) najvažniji je i najzahtjevniji propis EU u području zaštite prirode. Njen je cilj doprinjeti očuvanju biološke raznolikosti kroz zaštitu divlje flore i faune, prvenstveno uspostavljanjem europske ekološke mreže, osobito «Natura 2000».

Odrednica navodi 200 životinjskih i 500 biljnih vrsta, čija staništa zahtijevaju posebnu zaštitu. Svaki planirani zahvat u području mreže podliježe ocjeni prihvatljivosti zahvata za prirodu. Površina mreže mora iznositi barem 10% teritorija zemalja članica. Prednjači Slovenija koja je 1/3 svoga teritorija proglasila područjem ekološke mreže.

### **10.3 Nacionalni aspekt**

Temeljni zakon kojim je regulirano područje zaštite prirode je Zakon o zaštiti prirode. Zakonom se utvrđuje sustav zaštite i cjelovitog očuvanja prirode i njezinih vrijednosti odnosno cjelokupne biološke i krajobrazne raznolikosti.

Zakon utvrđuje i zaštićene prirodne vrijednosti, tj. dijelove prirode koji uživaju posebnu zaštitu radi očuvanja biološke i krajobrazne raznolikosti, radi svoje osjetljivosti ili znanstvenoga, kulturnoga, estetskoga, gospodarstvenoga i drugog javnog interesa. Te su vrijednosti zaštićena područja (npr. nacionalni parkovi i parkovi prirode), zaštićene vrste (vrste biljaka i životinja), te zaštićeni minerali i fosili.

Zakonom se utvrđuju dozvoljene i zabranjene djelatnosti glede prirodnih vrijednosti (npr. zabrana trgovine zaštićenim životinjskim vrstama), postupci proglašavanja prirodnih vrijednosti, dokumenti zaštite prirode i dr. Zakon utvrđuje ekološku mrežu po uzoru na mrežu «Natura 2000». Također se utvrđuje potreba donošenja provedbenih propisa, koji primjerice reguliraju prijelaze za divlje životinje preko prometnica, postupak ocjene prihvatljivosti zahvata na ekološku mrežu i dr.

Strategiju izrađuje središnje tijelo državne uprave nadležno za zaštitu prirode (u daljnjem tekstu: Ministarstvo) u suradnji s drugim središnjim tijelima državne uprave. Izradu Strategije koordinira Ministarstvo. Strategiju, na prijedlog Vlade Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Vlada), donosi Hrvatski sabor. Strategija se objavljuje u »Narodnim novinama«. Svakih pet godina Ministarstvo obavlja analizu ostvarenja ciljeva i provedbe aktivnosti utvrđenih Strategijom te po potrebi predlaže donošenje izmjena i/ili dopuna Strategije, odnosno nove Strategije.

Za potrebe analize ostvarivanja ciljeva i aktivnosti Strategije izrađuje se Izvješće o stanju prirode u Republici Hrvatskoj (u daljnjem tekstu: Izvješće o stanju prirode). Izvješće o stanju prirode se izrađuje za razdoblje od pet godina, a sadrži osobito: analizu ugroženosti, razloge ugroženosti i probleme zaštite ekosustava, stanišnih tipova i divljih vrsta, i georaznolikosti, s ocjenom stanja, analizu ugroženosti, razloge ugroženosti i probleme zaštite zaštićenih područja i ekološke mreže, s ocjenom stanja, analizu zakonodavnog i institucionalnog okvira, analizu provedbe Strategije, podatke o izvorima i korištenju financijskih sredstava za zaštitu prirode.

Prijedlog Izvješća o stanju prirode izrađuje Zavod. Izvješće o stanju prirode Vladi predlaže Ministarstvo, a Vlada ga podnosi Hrvatskome saboru na prihvatanje.

Postojeća Strategija ističe da se RH odlikuje raznolikošću ekoloških sustava i velikim brojem vrsta. Strategija ističe ugroženost krajobrazne i biološke raznolikosti u RH, pri čemu se navode razlozi poput: promjena staništa (uništenjem, degradacijom, fragmentacijom, onečišćenjem okoliša: tla, vode, zraka, mora, krivolov), sječa, sakupljanje, uznemiravanje i unošenje stranih vrsta, turizam i društveno-gospodarske promjene koje dovode do nestanka ekstenzivnog stočarstva, te zapuštanja zavičajnih i kultiviranih biljaka i životinja.

## **10.4 Oblici zaštićenih prirodnih vrijednosti u RH**

Najznačajniju ulogu za suvremenu zaštitu prirodnih predjela i vrsta u 20. stoljeću imala je klasifikacija po Bourdelle-u, kako slijedi:

1. Teritorijalno ograničena područja ili opći prirodni rezervati,
2. Biljne i životinjske vrste općenito – i njihove zajednice u specijalnim rezervatima,
3. Prirodni spomenici,
4. Rezervati prirodnog predjela,
5. Spomen područja (memorijalni predjeli i parkovi).

Bourdelleova je klasifikacija bila temelj svih daljnjih razrada i podjela prirodnih predjela, a danas je u RH, sukladno Zakonu o zaštiti prirode, utvrđena slijedeća klasifikacija:

1. zaštićena područja u kategorijama:

- strogi rezervat,
- nacionalni park,
- posebni rezervat,
- park prirode,
- regionalni park,
- spomenik prirode,
- značajni krajobraz
- park-šuma,
- spomenik parkovne arhitekture,

2. zaštićene vrste:

- strogo zaštićena divlja vrsta,

3. zaštićeni minerali i fosili.

Zaštićena područja raspoređuju se u razrede:

- državnog značenja,
- lokalnog značenja.

**Strogi rezervat** je područje kopna i/ili mora s neizmijenjenom ili neznatno izmijenjenom sveukupnom prirodom, a namijenjen je isključivo očuvanju izvorne prirode. U strogom rezervatu zabranjene su gospodarske i druge djelatnosti.

U strogom rezervatu može se dopustiti posjećivanje, obavljanje istraživanja i praćenja stanja prirode. Namijenjeni su za znanstvena istraživanja kao izvorni dijelovi sačuvane prirode.

**Nacionalni park** (u daljnjem tekstu: NP) je prostrano, pretežno neizmijenjeno područje kopna i/ili mora iznimnih i višestrukih prirodnih vrijednosti koje obuhvaća jedan ili više sačuvanih ili neznatno izmijenjenih ekosustava, a prvenstveno je namijenjen očuvanju izvornih prirodnih i krajobraznih vrijednosti. Nacionalni park ima i znanstvenu, kulturnu, odgojno-obrazovnu te rekreativnu namjenu. U nacionalnom parku su dopušteni zahvati i djelatnosti kojima se ne ugrožava izvornost prirode. U nacionalnom parku je zabranjena gospodarska uporaba prirodnih dobara. Iznimno, može se dopustiti obavljanje ugostiteljsko-turističkih i rekreacijskih djelatnosti koje su u ulozi posjećivanja te obavljanje drugih djelatnosti sukladno Zakonu.

U RH nalazimo osam nacionalnih parkova, koji zauzimaju ukupnu površinu od 961 km<sup>2</sup>, od čega se 726 km<sup>2</sup> odnosi na kopno, a 235 km<sup>2</sup> na more.

**Posebni rezervat** je područje kopna i/ili mora od osobitog značenja zbog jedinstvenih, rijetkih ili reprezentativnih prirodnih vrijednosti, ili je ugroženo stanište ili stanište ugrožene divlje vrste, a prvenstveno je namijenjen očuvanju tih vrijednosti. U posebnom rezervatu nisu dopušteni zahvati i djelatnosti koje mogu narušiti svojstva zbog kojih je proglašen rezervatom. U posebnom rezervatu dopušteni su zahvati i djelatnosti kojima se održavaju ili poboljšavaju uvjeti važni za očuvanje svojstava zbog kojih je proglašen rezervatom. Iznimno dopušten je uzgoj riba i/ili drugih vodenih organizama u posebnim rezervatima u kojima je u trenutku proglašenja zatečena djelatnost uzgoja, u opsegu i na način koji ne ugrožava svojstva zbog kojih je proglašen rezervat, te obavljanje drugih djelatnosti sukladno Zakonu.

**Park prirode** je prostrano prirodno ili dijelom kultivirano područje kopna i/ili mora velike bioraznolikosti i/ili georaznolikosti, s vrijednim ekološkim obilježjima, naglašenim krajobraznim i kulturno-povijesnim vrijednostima. Park prirode ima i znanstvenu, kulturnu, odgojno-obrazovnu te rekreativnu namjenu. U parku prirode dopuštene su gospodarske i druge djelatnosti i zahvati kojima se ne ugrožavaju njegova bitna obilježja i uloga. U RH nalazimo 10 parkova prirode, koji zauzimaju ukupnu površinu od 4.005 km<sup>2</sup> kopna i 41 km<sup>2</sup> mora.

**Regionalni park** je prostrano prirodno ili dijelom kultivirano područje kopna i/ili mora velike bioraznolikosti i/ili georaznolikosti, s vrijednim ekološkim obilježjima i krajobraznim vrijednostima karakterističnim za područje na kojem se nalazi. U regionalnom parku dopuštene su gospodarske i druge djelatnosti i zahvati kojima se ne ugrožavaju njegova bitna obilježja i uloga.

**Park-šuma** je prirodna ili sađena šuma, veće bioraznolikosti i/ili krajobrazne vrijednosti, a koja je namijenjena i odmoru i rekreaciji. U park-šumi dopušteni su zahvati i djelatnosti koje ne narušavaju obilježja zbog kojih je proglašena.

**Spomenik prirode** je pojedinačni neizmijenjeni dio prirode koji ima ekološku, znanstvenu, estetsku ili odgojno-obrazovnu vrijednost. Na spomeniku prirode dopušteni su zahvati i djelatnosti kojima se ne ugrožavaju njegova obilježja i vrijednosti.

**Značajni krajobraz** je prirodni ili kultivirani predjel velike krajobrazne vrijednosti i bioraznolikosti i/ili georaznolikosti ili krajobraz očuvanih jedinstvenih obilježja karakterističnih za pojedino područje. U značajnom krajobrazu dopušteni su zahvati i djelatnosti koje ne narušavaju obilježja zbog kojih je proglašen.

**Spomenik parkovne arhitekture** je umjetno oblikovani prostor (perivoj, botanički vrt, arboretum, gradski park) koji ima estetsku, stilsku, umjetničku, kulturno-povijesnu i odgojno-obrazovnu vrijednost. Na spomeniku parkovne arhitekture dopušteni su zahvati i djelatnosti kojima se ne narušavaju vrijednosti zbog kojih je zaštićen.

Pojedina biljna i životinjska vrsta kao divlja svojta je rijetka ili znanstveno značajna ili ugrožena vrsta samonikle biljke ili slobodne životinje: ris, medvjed, runolist, sredozemna medvjedica, velebitska degenija, 13 vrsta šišmiša, veliki tetrijeb, kornjača-čančara, vidra, vuk i dr.). Divlja svojta može biti zaštićena na cijelom području (županija, država) ili samo na nekim ograničenim područjima (npr. planinski božur na Samoborskom gorju, Medvednici i Lici). Zabranjene su radnje kojima se biljna ili životinjska zaštićena vrsta uznemirava u njenom prirodnom životu i slobodnom razvitku: branje, uklanjanje, oštećivanje, držanje, oštećivanje razvojnih oblika (jaja, ličinke), legla i dr., a također je zabranjena i strogo sankcionirana prodaja, kupnja, otuđivanje i prepariranje.

Zaštićene **zavičajne udomaćene svojte** su one biljke i životinje koje su se razvile kao posljedica tradicijskog uzgoja i čine dio hrvatske kulturne baštine (boškarin u Istri, istarski gonič i dr.).

## **10.5 Proglašenje i gospodarenje zaštićenim dijelovima prirode u RH**

Nacionalni park i park prirode proglašava Hrvatski sabor zakonom. Stroge i posebne rezervate proglašava Vlada uredbom. Regionalni park i značajni krajobraz, uz prethodnu suglasnost Ministarstva i središnjeg tijela državne uprave nadležnog za poslove poljoprivrede, ribarstva, šumarstva, vodnoga gospodarstva, pomorstva i gospodarstva, proglašava predstavničko tijelo nadležne jedinice područne (regionalne) samouprave. Spomenik prirode, park-šumu i spomenik parkovne arhitekture, uz prethodnu suglasnost Ministarstva, a za park-šumu i središnjeg tijela državne uprave nadležnog za poslove šumarstva, proglašava predstavničko tijelo nadležne jedinice područne (regionalne) samouprave.

Nije dopušteno proglašavanje zaštićenog područja unutar prostora koji je posebnim propisima definiran kao područje od posebnog interesa za obranu.

Za nacionalni park i park prirode obvezno se izrađuje Prostorni plan područja posebnih obilježja.

Prijedlog akta o proglašenju zaštićenih prostora prirode temelji se na stručnoj podlozi, koju izrađuje Državni zavod za zaštitu prirode (u daljnjem tekstu: Zavod). Stručnom se podlogom utvrđuju obilježja i vrijednosti područja koje se predlaže za zaštitu, način upravljanja tim područjem i dr.

Zaštićene pojedine biljne i životinjske vrste (svojte) proglašavaju se aktom nadležnog ministarstva, temeljem procjene ugroženosti pojedinih svojta, te obveza koje proizlaze iz konvencija kojih je RH stranka. U pravilu je riječ o biljkama i životinjama koje se nalaze na tzv. «crvenom popisu» IUCN-a (Svjetska organizacija za zaštitu prirode).

Biljke i životinje koje se nalaze na crvenom popisu pripadaju jednoj od tri kategorije ugroženosti. U prvukategoriju ubrajaju se one koje se smatraju izumrlim i regionalno izumrlim. U drugu kategoriju ubrajaju se one za koje postoji veliki rizik od izumiranja, te organizmi s vrlo visokim rizikom od nestajanja, a u trećoj su kategoriji oni organizmi kod koji bi uskoro mogli doći u opasnost od izumiranja (NT – niskorizične i DD – nedovoljno poznate).

Na svjetskom se crvenom popisu (nisko rizičnih) nalazi oko 7 000 svojta, od toga u Europi živi 672, a u RH 223 (dakle 1/3 europskih organizama), pri čemu su u RH osobito ugrožene ptice (76 od 231 europskih vrsta), te slatkovodne ribe (66 od 145). Crveni popis za RH izrađuje Zavod. Zavičajne i udomaćene svojte, kao i zaštićene minerale, sigovine i fosile proglašavanadležni ministar temeljem stručne podloge Zavoda.

Zaštićene prirodne vrijednosti upisuju se u **Upisnik zaštićenih prirodnih vrijednosti**, koje vodi nadležno ministarstvo. Sadržaj i način vođenja upisnika propisan je predmetnim pravilnikom, a podaci iz upisnika su javni. Zaštićenim područjima upravljaju javne ustanove. Javne ustanove za upravljanje s nacionalnim parkovima i parkovima prirode osniva Vlada RH.

Javne ustanove za upravljanje ostalim zaštićenim prirodnim područjima i vrijednostima osnivaju županije odlukom Županijske skupštine.

Upravljanje strogim rezervatom, NP, PP, regionalnim parkom, posebnim rezervatom i zaštićenim krajolikom provodi se temeljem Plana upravljanja. **Plan upravljanja** donosi se za razdoblje od 10 godina, a njime se određuju razvojne smjernice, način izvođenja zaštite, korištenja i upravljanja zaštićenim područjem, kao i detaljne smjernice za zaštitu i očuvanje prirodnih vrijednosti uz uvažavanje potreba lokalnog stanovništva.

## 10.6 Korištenje prirodnih dobara

Korištenje prirodnih dobara provodi se temeljem Plana gospodarenja kao i dokumenata prostornog uređenja vodeći računa o očuvanju biološke i krajobrazne raznolikosti. Planovi gospodarenja i korištenja prirodnih dobara u vodnom gospodarstvu, šumarstvu, lovstvu, ribarstvu, rudarstvu, poljoprivredi, energetici, turizmu, sportu i prostorima ekološke mreže podliježu ocjeni.

Ocjena u okviru provođenja do sada standardiziranih postupaka, kao što je to Procjena utjecaja na okoliš i Strateška procjena utjecaja na okoliš, daje se izdavanjem tzv. Prethodne suglasnosti nadležnog ministarstva odnosno uputa i mjera za zaštitu prirode. Za ostale zahvate koji mogu imati bitan utjecaj na karakteristike sastavnica ekološke mreže ocjenu provodi nadležno ministarstvo u 4 dijela (koraka): prethodna ocjena, glavna ocjena, ocjena drugih pogodnih mogućnosti i utvrđivanje prevladavajućeg javnog interesa i kompenzacijskih mjera.



Za postupak glavne ocjene valja izraditi stručnu podlogu, tj. Studiju prihvatljivosti planiranog zahvata ili programa u prirodu (koja ima slične sastavnice kao i Studija utjecaja na okoliš samo s naglaskom na zaštitu prirode).

U prostorne planove moraju se ugraditi uvjeti i mjere zaštite okoliša. Nositelj izrade prostornog plana dužan je iste zatražiti od nadležnog ministarstva i ugraditi ih u plan. Planovi čiji se obuhvat proteže na prostore ekološke mreže ne mogu se donijeti bez odgovarajuće suglasnosti nadležnog ministarstva.

## **10.7 NATURA 2000 – ekološka mreža**

NATURA 2000 – ekološka mreža je sustav najvrjednijih područja za ugrožene vrste, staništa, ekološke sustave i krajobraze, koja su dostatno bliska i međusobno povezana koridorima, čime je omogućena međusobna komunikacija i razmjena vrsta.

Zamisao o ekološkoj mreži pojavila se 1980.-tih godina. 1992. g. donijeta je EU odrednica (92/43/EEZ) o očuvanju prirodnih staništa te divljih životinjskih i biljnih vrsta, 1993. g. «lansirana» je u Maastrichtu ideja o europskoj ekološkoj mreži, 1995. g. usvojena je sve europska strategija biološke i krajobrazne raznolikosti (*PEBLDS*), a na svjetskom skupu u Johannesburgu 2002. g. pokrenuta je ideja o globalnoj ekološkoj mreži svijeta.

Uredbom o ekološkoj mreži (NN 124/13. i 105/15.) proglašena ekološka mreža RH, odnosno područja NATURA 2000 u Republici Hrvatskoj ali isto tako definirana su područja značajna za divlje svojte i stanišne tipove (POVS ili pSCI) i područja značajna za ptice (POP ili SPA).

Ekološku mrežu čine 4 glavna područja:

- središnje jezgre (core areas),
- koridori (corridors),
- prijelazne zone (buffer zones) i
- područja obnove (restoration areas).

Središnje jezgre čine osnovu ekološke mreže. To su područja od posebne važnosti za zaštitu prirode, a u idealnom slučaju sadrže:

- značajan broj predstavnika prirodnih i polu prirodnih stanišnih tipova karakterističnih za Europu duž njihovog tradicionalnog područja rasprostranjenosti,
- za opstanak sposobne populacije europski značajnih vrsta,
- prirodne procese neophodne za opstanak staništa i populacija, te
- krajobraze od europske važnosti.

Koridori imaju ulogu da poput mostova povezuju središnje jezgre, tako da vrste između njih mogu komunicirati i migrirati. Razlikuju se tri vrste koridora s tim da različiti tipovi koridora imaju različitu funkciju za različite vrste, npr. za kretanje šumskih zvijeri (medvjed, ris, vuk) koridori su prostrani šumski kompleksi. Vrste koridora su:

- linijski koridor čine neprekinuti linijski elementi koji se izrazitije razlikuju od okolnog područja i nisu intenzivno korišteni, npr. vodotok, drvored, živica i sl.,
- krajobrazni koridor, koji u obliku širih pojasa povezuje središnje jezgre,
- «stepping zone» - koridor, koji se sastoji od pojedinih izdvojenih područja (dakle ne postoji kontinuirana struktura), koje vrste mogu koristiti na svom migratornom putu (npr. sustav vodenih staništa na selidbenom putu ptica).

Prijelazne zone su u pravilu tampon zone koje trebaju čuvati jezgre od negativnih vanjskih utjecaja (naselja osobito gradska, promet, isušivanje i dr.).

Područja obnove predstavljaju područja nekad vrijednih ali sada degradiranih područja, koja je potrebno obnoviti i ponovo uključiti u staništa ekološke mreže, kako bi se osigurala njezina funkcionalnost.

U područja ekološke mreže u RH - NATURA 2000 uvršteni su slijedeći prostori prema prijedlogu u Izvješću o stanju prirode u RH odnosno Uredbi o proglašenju ekološke mreže RH:

- biološki iznimno vrijedni i dobro očuvani prostori,
- područja stanišnih tipova koja su ugrožena na svjetskoj ili europskoj razini,
- staništa divljih svojta koja su ugrožena na svjetskoj ili europskoj razini ili na području RH, staništa endemičnih svojta,
- područja koja bitno doprinose genskoj povezanosti populacija bioloških vrsta (koridori),
- selidbeni putovi životinja,
- očuvane šumske cjeline,
- svi biospeleološki važniji objekti te morske spilje.

U naravi su u područje ekološke mreže u RH uvršteni svi do sada zaštićeni prostori prirodnih vrijednosti (NP, PP i drugi), te većina predloženih prostora u prostornim planovima županija, područja većih vodotoka, šumskih koridora, močvarna područja kao postaje na putu seljenja ptica (Jadran) i prostora drugih krajobraznih elemenata koji omogućuju kretanje divljih svojta između njihovih staništa.

## 11. UZROCI ONEČIŠĆENJA ZRAKA I POSLIJEDICE ZA OKOLIŠ

Zrak je naziv za mješavinu plinova koji tvore zemljinu atmosferu, a sadrži oko četiri petine dušika i jednu petinu kisika, dok su količine ostalih plinova neznatne ili u tragovima. Budući da je Zemljina atmosfera dinamički medij, u kojem se promjene događaju vrlo brzo, ljudi su od davnine odlagali svoje otpadne tvari u atmosferu, najčešće kroz spaljivanje otpada. S naglim razvojem urbanizacije i industrijalizacije, velike količine otpadnih tvari svakodnevno se otpuštaju u atmosferu.

Do onečišćenja zraka dolazi u trenutku kada se procesi razgradnje štetnih tvari u atmosferi ne odvijaju dovoljno brzo, što uzrokuje njihovo akumuliranje, a zagađenje zraka nastaje kada koncentracije određenih zagađivala u zraku dosegnu razine koje uzrokuju njegovu toksičnost.

Zagađivala mogu ući u atmosferu kroz prirodne ili umjetne (antropogene) emisije, a razgrađuju se prirodnim procesima i u hidrološkom ciklusu.

Ljudi su odavno uočili postojanje onečišćenja ili zagađenja zraka, naročito u urbanim sredinama. Kisele kiše se prvi puta spominju u 17. stoljeću, a do 18. stoljeća ljudi su znali da za uništavanje biljaka odgovorni smog i kisele kiše. Početkom industrijske revolucije u 18. stoljeću zagađenje zraka postaje naročito izraženo. Još 1868. godine, britanski liječnik Henry Hyde Salter je u svojoj knjizi *“O astmi; njena patologija i liječenje”*, po prvi puta povezao zagađenje zraka i pojavu respiratornih alergija. Na konferenciji o javnom zdravlju, koja je održana 1905. godine, liječnici po prvi puta uvode riječ smog, kojom označavaju mješavinu dima i magle. Procjenjuje se da godišnje u svijetu umire tri milijuna ljudi od posljedica zagađenja zraka, što predstavlja oko 5% od ukupne smrtnosti. Mnoge epidemiološke studije pokazuju direktnu povezanost stope mortaliteta s povećanom koncentracijom lebdećih čestica koje nastaju izgaranjem goriva, čiji je promjer manji od 10  $\mu\text{m}$ . Izlaganje takvim česticama povećava rizik od akutnih respiratornih infekcija, posebice u djece koja su posebno ugrožena skupina, jer im je respiratorni sustav još uvijek u razvoju te je osjetljiviji na štetne utjecaje iz okoliša.

### 11.1 Izvori onečišćenja zraka

Mnoga zagađivala u atmosferi imaju prirodno porijeklo. Prirodne emisije zagađivala mogu nastati oslobađanjem plinova  $\text{SO}_2$  i  $\text{H}_2\text{S}$  iz vulkana ili uslijed biološkoga raspadanja

organske tvari u močvarama. Povišena koncentracija ozona u donjim dijelovima atmosfere može nastati kao posljedica nestabilnih meteoroloških uvjeta u atmosferi. Do emisije različitih čestica može doći uslijed požara i oluja. Iako su brojni prirodni izvori onečišćenja i zagađenja zraka, njihov utjecaj na kakvoću zraka je uglavnom manji od utjecaja antropogenih izvora, naročito u urbanim sredinama.

Izvori onečišćenja zraka dijele se na dva osnovna tipa:

1. nepomičnili stacionarne;
2. pokretnili mobilne.

**Nepomični ili stacionarni izvori** imaju stalne lokacije emisije onečišćenja, a dijele se u: točkaste, povremene i površinske izvore onečišćenja.

- Točkasti izvori emitiraju onečišćenje s točno određene lokacije, kao što su dimnjaci ili termoelektrane.
- Povremeni izvori emitiraju onečišćenje s otvorenih površina koje su izložene procesima djelovanja vjetra, poput prljavih ulica, farmi, deponija ili površinskih kopova.
- Površinski izvori emitiraju onečišćenje iz nekoliko različitih izvora unutar točno definiranoga područja, primjerice s industrijskoga područja.

**Pokretni ili mobilni izvori** emitiraju onečišćenje u pokretu, odnosno u kretanju. Primjer za ovaj tip izvora onečišćenja su prijevozna sredstva koja su pokretana fosilnim gorivima, primjerice automobili, brodovi, vlakovi, avioni itd.

## 11.2 Klasifikacija zagađivala

Glavna zagađivala zraka javljaju se u plinovitom stanju ili u obliku čestica. Najvažnija zagađivala u plinovitom stanju su: sumpor dioksid ( $\text{SO}_2$ ), dušični oksidi ( $\text{NO}_x$ ), ugljikmonoksid ( $\text{CO}$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), plinoviti organski spojevi (*eng.: volatile organic compounds, VOC*), sumporovodik ( $\text{H}_2\text{S}$ ) i fluorovodik ( $\text{HF}$ ). Zagađivala u obliku čestica su organske ili anorganske tvari, koje mogu biti u čvrstom ili tekućem stanju, a promjera su manjeg od  $10\text{ }\mu\text{m}$  (*PM-10*; *eng.: Particulate Matter*) ili  $2,5\text{ }\mu\text{m}$  (*PM-2,5*).

Zagađivala zraka su klasificirana u primarna i sekundarna zagađivala, s obzirom na njihovo porijeklo.

**Primarna zagađivala** su sve one tvari koje različiti izvori zagađenja direktno emitiraju u atmosferu, a obuhvaćaju: zagađivala u obliku čestica, sumpor dioksid, dušične okside, ugljik monoksid i ugljikovodike.

**Sekundarna zagađivala** nastaju kada primarna zagađivala reagiraju sa spojevima koji se nalaze u prirodnim uvjetima u atmosferi. Primjer za sekundarna zagađivala je ozon ( $O_3$ ), koji nastaje u urbanim područjima u reakcijama između primarnih zagađivala, sunčeve svjetlosti i prirodnih atmosferskih plinova.

### 11.3 Značajke najvažnijih zagađivala u atmosferi

**1. Sumpor dioksid ( $SO_2$ )** je bezbojni plin, bez mirisa i lako topiv u vodi. U nizu kompleksnih reakcija može prijeći u sulfate ( $SO_4$ ), u formi finih čestica koje se naknadno talože i na taj način uklanjaju iz atmosfere. Procjenjuje se da se oko 30%  $SO_2$  uklanja iz atmosfere na taj način. Drugi vrlo važan proces transformacije sumpor dioksida u zraku je proces oksidacije, u kojem  $SO_2$  prelazi u sumpornu kiselinu ( $H_2SO_4$ ), koja sudjeluje u nastanku kiselih kiša.

Glavni izvor emisije  $SO_2$  u atmosferu je izgaranje fosilnih goriva, prvenstveno ugljena. Smatra se da na taj način nastaje oko 2/3 sumpor dioksida. Industrija, a naročito: rafinerije, tvornice papira, aluminijska i cementna, drugi su vrlo važni izvori  $SO_2$  u atmosferi. Emisije sumpor dioksida u atmosferu uzrokuju štetne posljedice za ljude, životinjske i biljne organizme i materijale. Visoke koncentracije  $SO_2$  u zraku izazivaju kod ljudi pojavu kroničnih respiratornih bolesti, a kod biljaka se često javljaju oštećenja tkiva, naročito u mladim biljkama. Sumporna kiselina oštećuje pročelja zgrada, korodira metale te oštećuje boju na zidovima i fasadama zgrada. (Primjer. U Hrvatskoj je najveći dio emisije  $SO_2$  posljedica izgaranja goriva u termoelektranim objektima i postrojenjima za pretvorbu energije (35%). Emisija  $SO_2$  uslijed izgaranja goriva u industriji doprinosi ukupnoj emisiji  $SO_2$  oko 34%, dok promet doprinosi oko 12%. Emisije  $SO_2$  u R. Hrvatskoj znatno su smanjene u razdoblju od 1990. do 2002. godine.). Trend smanjenja u Hrvatskoj sličan je trendu koji je prisutan u cijeloj Europi.

**2. Dušični oksidi ( $NO_x$ )** javljaju se unekoliko različitih oblika. Dušik dioksid ( $NO_2$ ) je žutosmeđi pa čak i nekad crvenkasti plin iritantnoga mirisa, najznačajniji je oblik dušičnih oksida. Različitim procesima u atmosferi  $NO_2$  može prijeći u  $NO_3$  i dušičnu kiselinu ( $HNO_3$ ) koja sudjeluje u nastanku kiselih kiša. Gotovo 100% dušik dioksida emitirano je u atmosferu iz antropogenih izvora, uglavnom prilikom izgaranja fosilnih goriva, a glavni izvori zagađenja zraka dušikom su cestovna vozila i termoelektrane na ugljen i plin. Dušik dioksid pripada u skupinu zagađivala koja uzrokuju nastanak smoga.

Dušik dioksid je vrlo toksičan i korozivan. Opasnost po zdravlje ljudi od povišenih koncentracija  $NO_2$  u zraku je vrlo velika. Uzrokuje iritaciju i oštećenje dišnih putova, a dodatno utječe na slabljenje prirodnih mehanizama obrane organizma od drugih vrsta zagađivala i čestica koje mogu nositi kancerogene tvari. Utjecaj  $NO_2$  očituje se i kroz jačanje simptoma

alergijskih respiratornih oboljenja, pa je tako veća učestalost pojava peludne groznice i napada astme u urbanim sredinama, gdje je veća koncentracija NO<sub>2</sub> u zraku, u odnosu na ruralne sredine. Visoke koncentracije NO<sub>2</sub> u zraku štetno djeluju i na biljke, kroz usporavanje rasta biljaka i oštećenja tkiva na listovima.

Najveći udio u emisiji NO<sub>x</sub> u Hrvatskoj imaju cestovni promet (41%) te ostali pokretni izvori zagađenja i strojevi (23%). Iz stacionarnih izvora emitirano je 34% ukupne emisije dušičnih oksida.

Emisije dušičnih oksida u zrak u Hrvatskoj neprestano rastu od 1992. godine, zbog rasta broja vozila i prometa na cestovnim prometnicama. U zadnjih nekoliko godina, uzlazni trend rasta emisija dušičnih oksida u zrak je ublažen zbog sve većeg udjela vozila s katalizatorom u ukupnom broju vozila.

**3. Ugljik monoksid (CO)** je bezbojni plin, bez mirisa, koji je izrazito toksičan za ljude i životinje u vrlo malim koncentracijama. Od ukupne količine CO, gotovo 90% u atmosferu dolazi iz prirodnih izvora, a ostalih 10% nastaje za vrijeme požara, izgaranjem fosilnih goriva u strojevima te u procesima u kojima se ne događa potpuno sagorijevanje organske tvari.

Toksičnost CO je posljedica fizioloških efekata u organizmu. Hemoglobin veže CO čak 250 puta brže nego kisik, pa već vrlo male koncentracije CO usporavaju vezanje kisika za hemoglobin. Efekti toksičnosti kod ljudi su: vrtoglavica i glavobolja, a često dolazi i do smrti, naročito u ljudi koji imaju srčane bolesti, anemiju ili respiratorne bolesti. Toksični efekt se pojačava na većoj nadmorskoj visini, gdje je sadržaj kisika u zraku prirodno niži.

Oko 99% emisije ugljika monoksida u R. Hrvatskoj je posljedica izgaranja goriva. Najviše emisije CO dolaze iz mobilnih izvora zagađenja: 49% iz cestovnog prometa te 9% iz ostalog prometa. Od stacionarnih energetske izvora, najveći doprinos u emisiji CO imaju mala kućna ložišta, koja koriste niskokvalitetne ugljene i ogrjevno drvo.

**4. Ozon (O<sub>3</sub>)** i druga fotokemijska oksidacijska sredstva nastaju iz atmosferske reakcije sunčeve svjetlosti sa zagađivačima kao što su dušik dioksid. Ozon je bezbojni, nestabilni plin, slatkastoga mirisa i najčešće je fotokemijsko oksidacijsko sredstvo. Glavni izvori fotokemijskih oksidacijskih sredstava, a naročito ozona su izgaranje fosilnih goriva i industrijski procesi koji proizvode NO<sub>2</sub>. Poznato je da ozon u stratosferi, kao ozonski omotač, štiti Zemlju od ultraljubičastoga sunčevog zračenja, međutim, u blizini površine Zemlje ozon je zagađivač. Ozon, kao jako iritacijsko sredstvo, pogoršava respiratorne funkcije kod ljudi koji boluju od astme, smanjuje elastičnost plućnih tkiva, izaziva osjećaj neugode u prsima itd. Slični efekti djelovanja ozona javljaju se i kod životinja. Kod biljaka ozon stvara mrlje na listovima (starije

biljke su osjetljivije nego mlade), utječe da vrhovi iglica kod crnogoričnoga drveća postaju smeđe boje i odumiru, smanjuje urod grožđa i kukuruza itd.

U R. Hrvatskoj je na snazi Uredba o ozonu u zraku kojom se utvrđuju granične i tolerantne vrijednosti za koncentracije ozona u zraku, kako bi se izbjegli, spriječili ili smanjili štetni učinci za zdravlje ljudi i okoliš. Praćenje kakvoće zraka regulirano je Pravilnikom o praćenju kakvoće zraka.

### **Smanjivanje ozonskoga omotača oko Zemlje**

Ozon ( $O_3$ ) je elementarni oblik kisika, kod kojega se kisik pojavljuje u molekulama koje se sastoje od tri atoma. Nastaje u atmosferi prilikom električnih pražnjenja i djelovanjem ultraljubičastih zraka (UV zrake).

Ozon se u znatnijim količinama nalazi u višoj atmosferi i to u visinama od oko 10 do 50 km. Taj sloj više atmosfere naziva se ozonosfera. Ozon u višoj atmosferi nastaje kroz dvije faze. prvoj fazi, molekula kisika, koja se sastoji od dva atoma, absorbira ultraljubičasto Sunčevo zračenje, te stoga fotodisocira na pojedinačne atome kisika.  $O_2 + h\nu \rightarrow O + O$  gdje je:  $h\nu$ - energija fotona UV zračenja, čije su valne duljine manje od 240 nm,  $h$ - Planckova konstanta,  $h = 6,625 \times 10^{-34} Js$ ,  $\nu$  - frekvencija zračenja

U drugoj fazi dolazi do kolizije atoma i molekule kisika, uz prisutnost trećega tijela (m), i nastaje ozon.  $O_2 + O + m \rightarrow O_3 + m$ . Najviše ozona nastaje u ekvatorijalnom pojasu, na visinama iznad 25 km. To je područje u kojem je postignuta ravnoteža između raspoloživoga kisika, čija koncentracija opada 155 m visinom, i Sunčevoga UV zračenja, koje raste s visinom. Ozon se atmosferskim gibanjima prenosi prema polovima. Stoga se najviše ozona nalazi u tropskim područjima na visini od 25 km, dok je nad polovima maksimum ozona zabilježen na 18 km visine.

Premda je količina ozona u atmosferi relativno mala (maksimalne koncentracije ozona u zraku ne prelaze 10 ppm-a), njegova važnost za život na Zemlji je ogromna. Osim ozona niti jedna druga tvar u atmosferi ne absorbira UV zračenje u rasponu od 240 do 290 nm. Kad ozon ne bi bio prisutan u atmosferi, Sunčevo ultraljubičasto zračenje bi oštetilo genetski materijal na površini Zemlje, a fotosinteza u biljkama bi bila onemogućena. Zbog svojih absorpcijskih svojstava ozon ima važnu ulogu u bilanci energije Zemlje, te utječe na termalnu strukturu atmosfere.

## **11.4 Monitoring kakvoće zraka**

Monitoring kakvoće zraka provodi se u gradovima i naseljenim mjestima u cilju zaštite ljudskoga zdravlja. Na područjima kulturnoga i prirodnog naslijeđa mjere se koncentracije

onečišćujućih tvari koje mogu štetno utjecati na osjetljive okolišne sustave, autohtone biljne i životinjske vrste te bioraznolikost. Mjerenja kakvoće zraka u urbanim sredinama i industrijskim područjima provode se kako bi se procijenilo povećanje razina koncentracija onečišćujućih tvari u jače onečišćenim područjima, ali i s ciljem ispunjavanja međunarodnih obveza R. Hrvatske, prema Pravilniku o praćenju kakvoće zraka.

Razina onečišćenosti zraka prati se mjerenjem koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s instrumentima za automatsko mjerenje i uzorkovanjem. Instrumenti za automatsko mjerenje omogućavaju kontinuirano mjerenje koncentracija onečišćujućih tvari u zraku. Diskretna mjerenja kakvoće zraka provode se uzimanjem uzoraka iz:

- komora, za mjerenje plinovitih onečišćujućih tvari iz tla prema atmosferi;
- teflonskih posuda, za utvrđivanje prisutnosti azbesta u zgradama;
- sonde, za mjerenje sadržaja plinova iz industrijskih dimnjaka.

Rezultati mjerenja i uzorkovanja vrednuju se prema propisanim graničnim, tolerantnim i ciljnim vrijednostima razina onečišćivala u zraku. Stalno mjerno mjesto opremljeno je prikladnom opremom za sakupljanje, pohranjivanje, obradu i prijenos podataka u informacijski sustav kakvoće zraka.

Informacijski sustav kakvoće zraka u R. Hrvatskoj vodi Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, a nadzire ga Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. Stalna mjerna mjesta u naseljenim područjima, gdje dolazi do onečišćenja zraka zbog emisije sumpor dioksida iz većih izvora onečišćenja, opremljena su mjernim instrumentima za mjerenje satne i deset minutne prosječne vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari.

Pri ocjenjivanju razine onečišćenosti zraka, mjerenje koncentracija onečišćujućih tvari u zrakumuže se nadopuniti rezultatima modeliranja kakvoće zraka.

## **11.5 Globalne klimatske promjene**

Sve do nedavno smatralo se da ljudske aktivnosti uzrokuju promjene samo u lokalnom i regionalnom mjerilu. Današnje znanje o Zemljinom sustavu i njenim podsustavima pokazuju da je cijela planeta zahvaćena globalnim promjenama, prvenstveno klimatskim promjenama.

U novije vrijeme pojavila se nova znanstvena disciplina pod nazivom: “Znanost o Zemljinom sustavu” (*eng. Earth system science*) koja proučava među djelovanje Zemljinih podsustava: atmosfere, hidrosfere, litosfere i biosfere, njihovu ulogu u razvoju i opstanku života na Zemlji. Područja istraživanja ove znanstvene discipline obuhvaćaju: tlo i stijene kao Zemljine materijale, atmosfersku kemiju, ciklus ugljika, hidrološki ciklus, transport topline i Sunčevo zračenje, radi proučavanja globalnih procesa na Zemlji. Drugi važan cilj ove



znanstvene discipline je predviđanje globalnih promjena na Zemlji, naročito onih koji se događaju u rasponu od nekoliko desetljeća do jednoga stoljeća, te razlikovanje promjena koje su uzrokovane prirodnim i antropogenim utjecajima.

Promjene u globalnom sustavu, koje se mogu uočiti za života pojedinca, u trajanju do stotinu godina, nazivaju se promjene prvog reda. Promjene drugog reda javljaju se u razdoblju u kojem postoje mjerenja nekog prirodnog procesa, najčešće u trajanju do nekoliko tisuća godina. Promjene trećeg reda javljaju se u razdoblju od nekoliko desetaka tisuća godina, što odgovara pojedinim fazama ledenih doba u geološkoj prošlosti. Duža razdoblja, u kojima se događaju promjene četvrtoga i petog reda, trajanja su do nekoliko milijuna godina, a koreliraju s razvojem većih ledenih doba u geološkoj prošlosti.

### **Alati i metode za proučavanje globalnih klimatskih promjena na Zemlji**

Sedimentne naslage, koje su taložene na poplavnim ravnicama, u jezerima, močvarama i morima, često sadrže organske tvari koje omogućavaju određivanje starosti naslaga i upućuju na vrstu i obilje organizama u pojedinim razdobljima geološke prošlosti. Slojevi sedimentnih stijena pokazuju promjene u vrsti materijala i organizama te sadrže pokazatelje klimatskih promjena na Zemlji. Ove pokazatelje koristi paleo klimatologija, znanost koja se bavi proučavanjem klimatskih promjena na Zemlji tijekom geološke prošlosti.

**Marinski sedimenti** imaju veliku ulogu u razumijevanju temperaturnih promjena oceanske vode tijekom geološke prošlosti, kao i bioloških i kemijskih promjena koje se događaju u oceanskim bazenima tijekom proteklih milijuna godina.

**Riječni sedimenti** imaju značajnu ulogu u razumijevanju velikih voda i poplava i na taj način pomažu u određivanju njihovih povratnih razdoblja.

**Sedimenti poplavnih ravnica i jezerski sedimenti** ukazuju na promjene u vegetaciji. U takvim sedimentima vrlo često se mogu pronaći ostaci polena, koji upućuju na tip i obilje vegetacije.

Ostaci polena mogu se pronaći i u zasebnim slojevima leda, a proučavanjem razvoja ledenjaka, debljine i sastava leda, moguće je zaključivanje o intenzitetu oborina u nekom prošlom vremenu. Mjehurići zraka, koji su ostali zarobljeni u ledenjacima, pružaju informacije o koncentraciji ugljik dioksida u vrijeme formiranja leda, a time omogućuju i određivanje starosti leda. U ledenjacima je moguće pronaći i neke teške metale, poput olova koje je istaloženo iz zraka, ali i neke druge kemijske spojeve koji mogu biti korisni za razumijevanje procesa koji su se odvijali u atmosferi tijekom geološke prošlosti.

Dendrokronologija je znanost koja proučava godove na ostacima drva i na taj način pomaže u rekonstrukciji prošlih događaja. Širina pojedinačnih godova i druge informacije

moгу ukazivati na hidrološka i klimatska obilježja lokacije. Primjerice, pažljivom analizom koncentričnih prstena moguće je utvrditi učestalost pojavljivanja sušnih i vlažnih razdoblja.

Ova metoda je pomogla u određivanju klimatskih promjena tijekom zadnjih 12 000 godina u mnogim dijelovima svijeta.

Proučavanje dinamike i kemijskoga sastava voda u oceanima, morima, jezerima ili podzemnim vodama ima veliki potencijal za određivanje vremena zadržavanja, odnosno starosti vode, ali i paleoklimatskih uvjeta na Zemlji tijekom geološke prošlosti. U suvremenim istraživanjima ovih značajki često se koriste prirodni traseri ili traseri u okolišu (*eng.: environmental tracers*). Neki radioaktivni izotopi ili boje mogu se koristiti za određivanje dinamike i starosti vode. Antropogeni kemijski spojevi, kao što su klorofluorougļjici ili freoni, spojevi sastavljeni od klora, fluora i ugljika koji se koriste kao rashladna sredstva i sirovina za proizvodnju polistirena (plastičnih masa), koriste se za određivanje starosti mladih podzemnih voda. Otopljeni plinovi u podzemnoj vodi mogu poslužiti za određivanje paleo temperatura u umjerenim i tropskim klimatskim područjima.

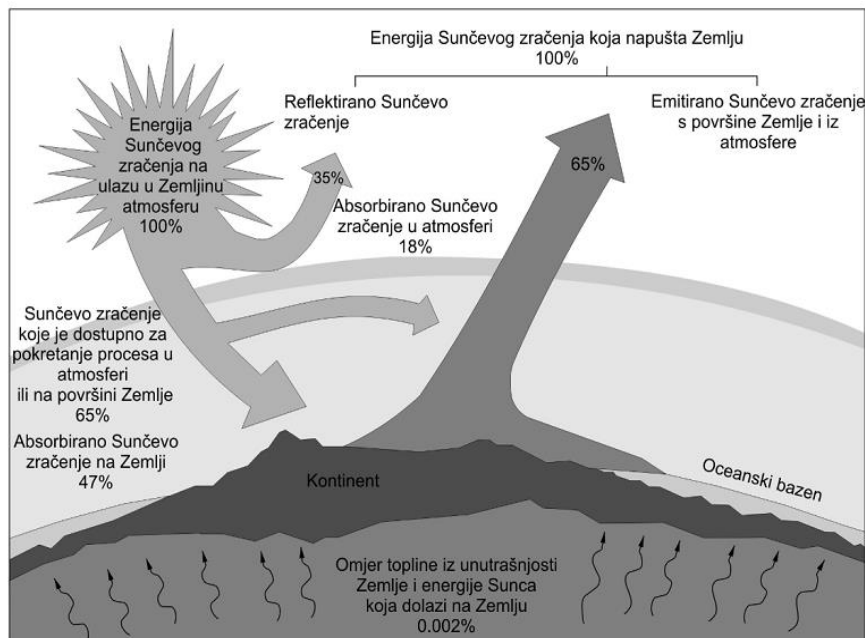
Sustavno praćenje i redovito prikupljanje podataka za specifičnu svrhu, u konkretnom slučaju podataka koji služe za određivanje obilježja i učestalosti pojave klimatskih promjena tijekom geološke prošlosti, naziva se monitoring. Monitoring u realnom vremenu (*eng.: realtime monitoring*) je prikupljanje podataka o nekom procesu koji je aktivan, odnosno koji traje u vrijeme monitoringa. Monitoring kemijskog sastava atmosferskih plinova i monitoring temperature i kemijskog sastava mora i oceana u realnom vremenu služe za utvrđivanje trendova i promjena te za kalibraciju i testiranje podataka iz geološke prošlosti.

U novije vrijeme sve više je izražena primjena globalnih matematičkih modela, naročito Globalnih modela cirkulacije (*eng.: Global Circulation Models*) u atmosferi. Ovi modeli koriste se kao prva aproksimacija za rješavanje kompleksnih problema, a predviđaju koja će područja na Zemlji biti vlažnija ili suša u bliskoj budućnosti, na temelju specifičnih, recentnih promjena u atmosferi. Za njihovu izradu potrebno je koristiti računala velike brzine i memorije, međutim krajnji rezultati su vrlo nesigurni i dvojbeni. Prosječna veličina ćelija u numeričkom modelu je veličine dvije ili tri Hrvatske, prema tome točnost rezultata modela je vrlo problematična. No, unatoč ovoj činjenici, ovi modeli osiguravaju informacije koje su neophodne kako bi se procijenila Zemlja kao sustav i utvrdili podaci koji su potrebni za poboljšanje modela.

### **Bilanca energije Zemlje**

U planetarnom mjerilu, Zemlja se može smatrati dijelom velikoga Sunčevog energetskog sustava. Bilanca energije Zemlje (*eng.: Earth's energy balance*) predstavlja ravnotežu između Sunčeve energije koja dolazi na Zemlju i energije koja odlazi sa Zemlje

natrag u svemir. Iako Zemlja presreće samo mali dio ukupne energije koju Sunce emitira u svemir, ta količina energije dovoljna je za održanje života na Zemlji, a pokreće i mnoge procese na ili u blizini Zemljine površine, uključujući hidrološki ciklus, oceanske valove i cirkulaciju zraka u atmosferi u globalnom mjerilu (slika 30.).



**Slika 30. Bilanca energije Zemlje**

Razlika između količine energije koja sa Sunca dolazi na Zemlju i količine energije koju Zemlja stvara u svojoj unutrašnjosti najbolje se može prikazati na primjeru geotermalne energije. Naime, ukupna količina geotermalne energije koja nastaje u unutrašnjost Zemlje čini svega 1% od ukupne količine energije koja dolazi sa Sunca.

Energija Sunca dolazi na Zemlju u obliku elektromagnetskoga zračenja, brzinom svjetlosti od oko 300 000 km/s. Različiti oblici elektromagnetskoga zračenja razlikuju se u njihovim valnim duljinama. Zbroj svih mogućih oblika različitih valnih duljina tu pojavu nazivamo elektromagnetski spektar. Oblici s valnim duljinama preko jednog metra uključuju radio zrake, a oblici s valnim duljinama manjim od vidljivoga dijela spektra uključuju rendgenske zrake i gama zrake. Oblici u vidljivom dijelu spektra imaju valne duljine od 0,4 do 0,7  $\mu\text{m}$ .

### **Efekt staklenika**

Temperatura na Zemlji najvećim dijelom ovisi o tri faktora:

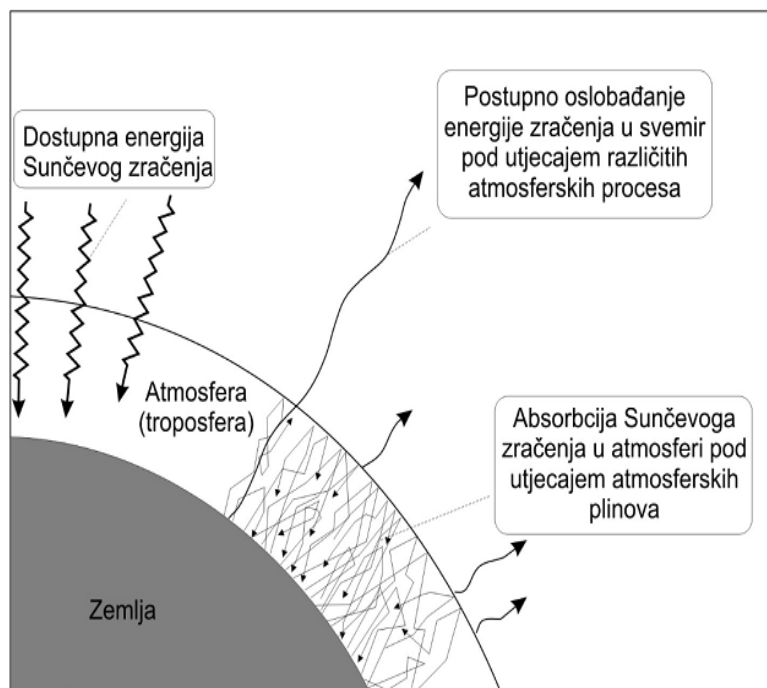
- količini sunčeve energije koja stiže na Zemlju;
- količini sunčeve energije koja se reflektira od Zemlje i stoga je Zemlja ne apsorbira;
- atmosfersko zadržavanje toplote koja se reflektira od Zemlje.

Apsorbirana Sunčeva energija zagrijava Zemljinu atmosferu i površinu, a nakon absorpcije i refleksije sa Zemlje odlazi u svemir u obliku infracrvenoga zračenja duge valne duljine. Vodena para i nekoliko drugih atmosferskih plinova poput ugljik dioksida, metana i klorofluorouglijika zadržavaju dio energije koja se reflektira od Zemlje i stoga zagrijavaju atmosferu (slika 31.). Iz toga razloga, Zemlja je znatno toplija nego što bi bila jer je sva energija koja je reflektirana od njezine površine “pobjegla” u svemir. Zadržavanje topline u atmosferi uz pomoć atmosferskih plinova naziva se efekt staklenika (*eng.: greenhouse effect*). Važno je napomenuti da je efekt staklenika prirodan proces koji se javljao tijekom milijuna godina na Zemlji, ali i drugim planetima Sunčevoga sustava. Da nema zadržavanja topline u atmosferi, temperatura na Zemlji bila bi za oko 33°C manja u odnosu na današnju temperaturu i sva površinska voda bila bi u zamrznutom stanju. Pojavu prirodnoga efekta staklenika uzrokuju vodena para i male čestice vode u atmosferi.

Međutim, potencijalno globalno zatopljivanje zbog ljudske aktivnosti povezano je s ugljik dioksidom, metanom, dušičnim oksidima i klorofluorouglijikom. U zadnjih nekoliko desetljeća, atmosferska koncentracija ovih plinova značajno je porasla. Ovi plinovi nazivaju se još i staklenički plinovi.

Godišnji rast ugljik dioksida u atmosferi je 0,5 %, a udio ugljik dioksida u globalnom zatopljivanju zbog ljudske aktivnosti je oko 60 %. Glavni uzrok rasta CO<sub>2</sub> je izgaranje fosilnih goriva, a prosječne koncentracije u atmosferi kreću se oko 350 ppm. (U 18. stoljeću, na početku industrijske revolucije, koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi bila je “samo” 280 ppm-a.) Udio metana u globalnom zatopljivanju je oko 15%, a njegov godišnji porast u atmosferi je manji od 1%. Smatra se da je glavni antropogeni uzročnik pojave metana u atmosferi raspadanje biomase, primjerice u odlagalištima otpada, proizvodnja ugljena i prirodnoga plina te poljoprivredna proizvodnja, kao što je uzgoj riže i stoke.

Preostali udio, od 25%, u globalnom zatopljivanju čine: klorofluorouglijici (12%), ozon (8%) i dušični oksidi (5%). Zanimljivo je napomenuti da je godišnji porast klorofluorouglijika u atmosferi čak 4%. Većina antropogenih dušičnih oksida nastaje primjenom umjetnih gnojiva na poljoprivredna tla, a značajan udio ima i izgaranje fosilnih goriva. Klorofluorouglijici se još uvijek koriste u hladnjacima i u bočicama sprejeva.



**Slika 31. Efekt staklenika**

### **Potencijalni efekti globalnoga zatopljivanja**

Procijenjeno je da ukoliko se emisija stakleničkih plinova udvostruči u budućnosti, prosječna globalna temperatura zraka će porasti za 1,2 °C. Specifične posljedice ovoga rasta temperature je teško predvidjeti, međutim izvjesna je promjena u raspodjeli globalnih klimatskih zona i povišenje razine mora i oceana. Globalni rast temperature zraka može značajno promijeniti raspodjelu oborina, vlažnost tla i druge klimatske faktore koji su značajni za poljoprivredu. Međutim, poljoprivredno tlo ne ovisi samo o raspodjeli klimatskih zona, već i o plodnosti tla, što znači da su posljedice klimatskih promjena nepredvidive.

Globalne klimatske promjene mogu promijeniti i učestalost i intenzitet ekstremnih prirodnih događaja, poput uragana ili jakih oluja. Zagrijavanjem oceana stvara se dodatna količina energije koja “hrani” ove opasne prirodne procese, i oni postaju velika prijetnja za život i imovinu ljudi. Globalne klimatske promjene mogu utjecati i na promjene u biosferi, a ovaj utjecaj je u potpunosti nepredvidiv. Već sada su zabilježene ove promjene, a primjeri su mnogobrojni: pojave komaraca koji prenose malariju i "denga" groznicu u Africi, Južnoj Americi, Centralnoj Americi i Meksiku; leptiri i ptice koji migriraju sve više u sjevernije predjele; crnogorične šume javljaju se na sve većim nadmorskim visinama itd. Rast razine mora i oceana, zbog globalnoga zagrijavanja, je potencijalno ozbiljan problem. Prema nekim procjenama, tijekom 21. stoljeća očekuje se njihov rast od 40 do 200 cm. Rast razina mora i

oceana od “samo” 40 cm može imati ozbiljne posljedice za okoliš. Takav rast će uzrokovati pojačanu obalnu eroziju na plažama, a progresivno napredovanje erozije prema unutrašnjosti ojačat će ranjivost prirodnih i antropogenih struktura od ekstremnih prirodnih procesa.

Procesi erozije obala su ozbiljan problem u mnogim dijelovima svijeta, a značajnim rastom razina mora i oceana, sadašnji stupanj erozije mogao bi se udvostručiti. Čini se neizbježnim da takav rast mora pratiti i povećano ulaganje u zaštitu i prevenciju od erozije u naseljima i gradovima u obalnim područjima.

## 12. ONEČIŠĆENJE I ZAGAĐENJE VODA

### 12.1 Uzroci koji dovode do zagađenja voda

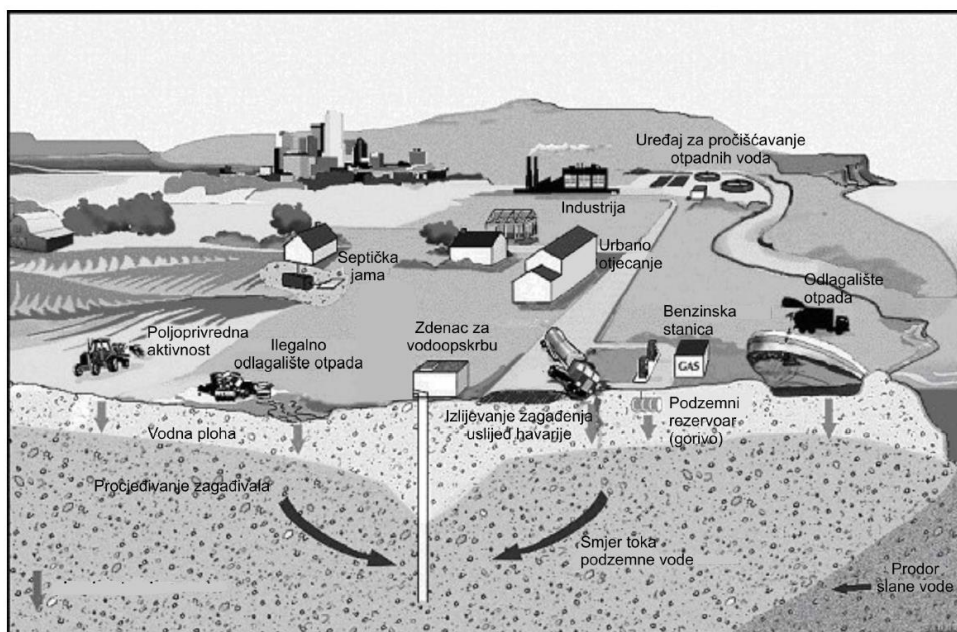
Zagađenje voda, u najširem smislu, predstavlja smanjivanje kakvoće vode uslijed naknadno primljenih primjesa. Prema intenzitetu promjene kakvoće vode, razlikuju se onečišćenje vode i zagađenje vode.

Općenito se pod pojmom onečišćenje vode smatra svaka promjena kakvoće vode koja nastaje unašanjem, ispuštanjem ili odlaganjem u vode hranjivih i drugih tvari, utjecajem energije ili drugih uzročnika, u količini kojom se mijenjaju korisna svojstva vode, pogoršava stanje vodenih ekosustava i ograničuje namjenska uporaba vode.

Pod pojmom zagađenje vode smatra se degradacija kakvoće vode fizičkim, kemijskim, biološkim ili radiološkim onečišćenjem do stupnja pri kojem je nemoguće korištenje vode za piće, odnosno pri kojem voda postaje štetna po ljudsko zdravlje. Uzroci zagađenja i onečišćenja podzemnih voda uvijek su vezani uz različite oblike ljudske aktivnosti (slika 32.) a izvori zagađenja voda generalno se mogu podijeliti u aktivne i potencijalne.

**Aktivni izvori** zagađenja su oni za koje je sigurno da emitiraju zagađenje u vode, a mogu biti stalni i povremeni.

1. Stalni ili kontinuirani izvori zagađenja emitiraju zagađenje cijelo vrijeme promatranja i na njih većinom ne utječu prevladavajući hidrološki uvjeti. U ove izvore zagađenja pripadaju:
  - točkasti izvori - industrijski efluenti, uređaji za pročišćavanje otpadnih voda, drenažne, rudničke vode, riblje farme, septičke jame;
  - raspršeni ili difuzni izvori – poljoprivredna aktivnost na navodnjavanim površinama



**Slika 32. Izvori zagađenja podzemnih voda**

U stalne izvore zagađenja često pripadaju i oni izvori zagađenja koji bi, u idealnim uvjetima, trebali pripadati grupi potencijalnih izvora zagađenja, primjerice propusna kanalizacijska mreža. Također, ovdje mogu pripadati odlagališta komunalnoga i industrijskog otpada te divlja odlagališta otpada i napuštene šljunčare ispunjene raznovrsnim otpadom. Površinske vode, ukoliko su opterećene industrijskim i komunalnim otpadnim vodama, također pripadajuu kategoriju stalnih izvora zagađenja. Neke vrste zagađivala, kao što su klorna otapala, imaju veliku gustoću i relativno malu viskoznost, što im omogućava vrlo brzo vertikalno procjeđivanje kroz vodoznu zonu, ali i kroz saturiranu zonu vodonosnika, do neke nepropusne podine. Dio zagađivala, koji ostaje zarobljen na krutom matriksu stijene ili tla i postupno se otapa u podzemnoj vodi, čini stalni izvor zagađenja podzemne vode.

2. Povremeni izvori zagađenja emitiraju zagađivalo samo u jednom dijelu promatranja, ovisno o prevladavajućim hidrološkim uvjetima, a naročito u vrijeme intenzivnih i jakih oborina. Ovi izvori zagađenja se također dijele na točkaste i difuzne izvore:

- točkasti izvori – lokacije istjecanja oborinskih otpadnih voda, odlagališta jalovine u otvorenim površinskim kopovima, odlagališta stajskoga gnojiva i ostalog otpadnog materijala s farmi;
- difuzni izvori – poljoprivredna aktivnost, sustavi odvodnje oborinskih otpadnih voda, pošumljavanje.

**Potencijalni izvori** zagađenja u normalnim prilikama uopće ne emitiraju zagađivala, već do njihove emisije može doći zbog havarija, kvarova, nepažnje ili drugih iznimnih okolnosti.

## 12.2 Uzroci i posljedice onečišćenja površinskih i podzemnih voda

Ako se uspoređuje kakvoća podzemnih voda, posebice dubokih podzemnih voda, s kvalitetom površinskih voda, može se općenito zaključiti da su podzemne vode čišće. Pa ipak treba reći da su i same podzemne vode izložene cikličkim promjenama kakvoće, a u svezi s dubinom, filtracijskim karakteristikama i litološkim sastavom vodonosnika, te posebno mogućnošću akcidentnih zagađivanja.

Najčešće je onečišćenje i zagađivanje podzemnih voda uzrokovano infiltracijom s površine iz različitih životinjskih farmi, obrađenih poljoprivrednih površina, otpadnih voda industrije, neispravnih kanalizacijskih sistema, prometnica, odlagališta komunalnog i posebnog otpada, zagađenih rijeka i sl. Sasvim je jasno da su zagađivanju s površine posebno izloženi plitki vodonosnici s tankom krovinom, odnosno prostori izravnog prihranjivanja vodonosnika kao što je područje krša. Treba naglasiti da zbog relativno sporog zagađenja u podzemlju, zagađivalo može biti opaženo tek nakon niza godina. Za to vrijeme veći dio vodonosnika može biti do te mjere zagađen, da eksploatacija podzemne vode mora biti prekinuta.

U većini urbanih sredina postoji velika potencijalna opasnost procjeđivanja otpadnih voda domaćinstava i industrijskih postrojenja u podzemlje. Veliki broj naselja u svijetu pa i kod nas nema uređaje za pročišćavanje otpadnih voda.

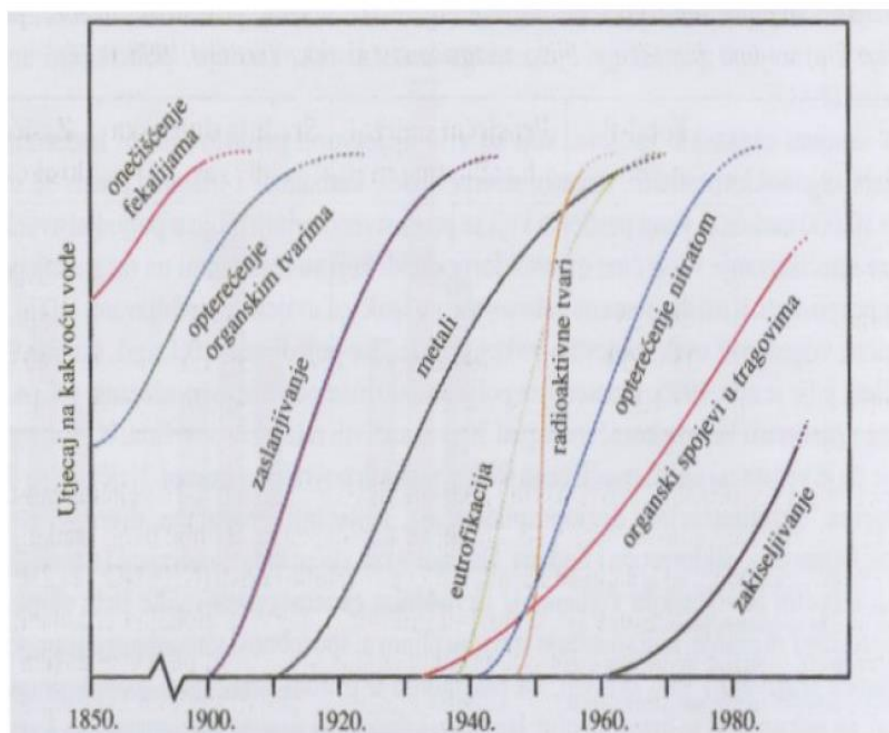
Zagađivanje s cesta nije samo potencijalna mogućnost zbog akcidenata, pri čemu razna zagađivala mogu s cesta dospjeti u podzemlje, veći zbog činjenice da se u mnogim zemljama gdje vladaju niske temperature, ceste zimi redovito posipavaju različitim solima. Problem zagađivanja s prometnica jako je prisutan u urbanim sredinama.

Razlozi onečišćenja i zagađivanja podzemnih voda mogu biti različiti. To su:

- fizičko;
- mikrobiološko;
- kemijsko i radiološko.

Zanimljivo je da su se uzroci zagađenja površinskih i podzemnih voda tijekom posljednja dva stoljeća značajno mijenjali, usporedno s industrijskim razvojem. U pred industrijsko vrijeme do 1850. godine, prevladavalo je bakteriološko zagađenje, dok je danas vrlo rašireno zakiseljavanje voda (slika 33.).





**Slika 33. Vremenski slijed čimbenika koji su uzrokovali onečišćenje slatkih voda u industrijskim zemljama**

### Fizičko zagađenje

Fizičko zagađenje očituje se u promjeni boje, mirisa, okusa, mutnosti i temperature podzemne vode. Boja, miris i okus mogu biti rezultat i nekih drugih kemijskih procesa u vodonosniku. Mutnost podzemne vode u stijenama međuzrnske poroznosti znači da sama građevina vodozahvata nije dobro projektirana, odnosno izvedena. U stijenama s pukotinskim, a posebno krškim tipom poroznosti, mutnost je često prisutna bez obzira na to da li je kaptiran izvor ili je podzemna voda zahvaćena zdencima.

Voda se može smatrati pitkom temperature do 16°C. Temperatura podzemne vode je u pravilu stabilna, a njezine su vrijednosti oko srednje godišnje temperature lokacije na površini. Svako značajnije temperaturno odstupanje znači da su u podzemlju prisutni neki biološki ili kemijski procesi. To također može značiti da je vodonosnik pod utjecajem termalnih podzemnih voda iz dubljih geoloških struktura, što je u prirodi puno češći slučaj.

Eksploatacija relativno plitkih vodonosnika uz riječni tok, može imati za posljedicu značajne oscilacije temperature podzemne vode u tijeku godine. (Tako su primjerice dugogodišnja istraživanja na crpilištu Gaza uz Koranu pokazala da temperatura podzemne vode varira između 7 i 23°C zbog inducirane infiltracije vode rijeke Korane. S obzirom na to, ovo povišenje temperature u ljetnom periodu može se smatrati termičkim zagađenjem podzemne vode.).

## **Mikrobiološko zagađenje**

Mikrobiološko zagađenje vode uzrokovano je prisutnošću patogenih mikroorganizama koje nisu autohtoni u vodonosniku, a u vodonosnik su dospjeli kao otpadne tvari ljudi odnosno životinja. Filtriranjem kroz stijene međuzrnske poroznosti, velik će dio mikroorganizama zbog Van der Waals-ovih sila ostati na površini čestice stijene, a samo manji dio će biti pronesen do mjesta korištenja.

Naime, što su čestice manje to su jače električne i Van der Waals-ove sile između čestica vodonosnika i čestica vode. To praktično znači da će neznatne količine praha i gline u vodonosniku imati značajna purifikacijska svojstva čvrstog dijela vodonosnika.

Iz prethodnih se poglavlja moglo zaključiti da je prisutnost mikroorganizama uvjetovana i promjenjivim hidrokemijskim odnosima u podzemlju. Pa će primjerice zbog promjene vrijednosti pH doći ne samo do veće mobilnosti teških metala, nego i do dugotrajnijeg preživljavanja mikroorganizama u podzemlju. Običnim se postupcima dezinfekcije može eliminirati prisutnost patogenih mikroorganizama u podzemnoj vodi.

## **Kemijsko i radiološko zagađenje**

Kemijsko i radiološko zagađenje može biti uzrokovano prirodnim sastojcima stijena no i ljudskom aktivnošću. Podzemne vode mogu sadržavati razne toksične anorganske (aluminij, olovo, krom, živu, bakar, kadmij i dr.) i organske spojeve (derivati nafte, pesticidi, nitrati i dr.), čija prisutnost u podzemnoj vodi znači da se ona ne može koristiti za piće. Iako do anorganskog zagađenja može doći kao posljedica rudarenja, osnovni razlog anorganskog zagađenja podzemnih voda su sve intenzivnije prisutna kemijska industrija, te procjeđivanje iz nekontroliranih odlagališta komunalnog i industrijskog otpada. Prisutnost organskih zagađivala u vodonosniku posljedica je neodgovarajućeg ponašanja u zaštitnim zonama crpilišta, odnosno zbog loših agrotehničkih mjera u prostoru gdje vodonosnik može biti zagađen. Radiološko zagađenje može biti posljedica prisutnosti radioaktivnih supstancija u stijenama. Češći je razlog neprikladno odlaganje otpada iz nuklearnih centrala, bolnica kao i nuklearne eksplozije.

## **Zaslanjivanje podzemnih voda u priobalju**

Iako slane kontaktne vode, odnosno vode iz sedimentnih stijena mogu zagaditi podzemne vode, prodor slane morske vode u priobalnom području poseban je problem održavanja kakvoće i mogućnosti crpljenja pitke vode u tim prostorima. Intenzivno snižavanja razine podzemne vode, uzrokovano eksploatacijom slatke vode, može prouzročiti ne samo promjenu položaja plohe kontakta slatko/slane vode, nego i zaslanjenje vodonosnika.

Ranije se smatralo da se te dvije vode slabo miješaju, te da je zbog toga njihova međusobna granica oštra. U stvari prelazna zona može varirati od 0.5 pa do više od 100 m. To

i je razlog da se na mnogim priobalnim mjestima, posebice Mediterana nalaze boćate podzemne vode.

### **Eutrofikacija**

Stalni porast potrošnje vode i povećani dotok onečišćenih voda premašuje moć samopročišćenja (autopurifikacije) voda na kopnu kao i morske vode. Onečišćenim vodama se mijenjaju fizičko-kemijska svojstva, a otrovi iz voda ulaze u organizme od kojih neki ugibaju. Njihovom razgradnjom nastaju amonijak, sulfidi i dr. Uporaba umjetnih gnojiva povećava koncentraciju hranjivih soli u rijekama i jezerima. U jezerima te tvari uzrokuju procese eutrofizacije.

Eutrofikacija je povećanje primarne proizvodnje (biljni organizmi) u vodenim ekosustavima nakon obogaćivanja vode hranjivim tvarima koje potiču razvoj alga i višeg vodenog bilja.

Postoje dva pojavna oblika eutrofikacije: prirodna i antropogena.

**1. Prirodna eutrofikacija** vrlo je polagan proces i može trajati tisućama godina, tako da se za života mnogih ljudskih generacija jezero ne mijenja niti izgledom niti kakvoćom vode. Naime, nakon uginuća nižih i viših biljnih organizama i životinjskih organizama iz voda, njihova mrtva organska tvar podliježe bakterijskoj razgradnji, mineralizira se i postaje izvor hranjivih tvari za vodene biljke, poglavito alge planktona (fitoplankton). Ako neko jezero ne doživljava značajniju promjenu ekološke ravnoteže, navedeni procesi se samo reguliraju i osiguravaju stalno određeni stupanj trofije i kakvoće vode. Pod trofijom razumijevamo jačinu proizvodnje organske tvari. Organsko opterećenje potječe i od svih ostalih organizama koji žive u vodenom ekosustavu. Prirodna eutrofikacija uzrokuje postupno "umiranje" jezera, pretvarajući ga u močvaru.

**2. Antropogena eutrofikacija** ili eutrofikacija uzrokovana djelovanjem čovjeka temelji se na uključivanju dodatnih količina kemijskih elemenata (npr. mineralnih gnojiva - dušik, detergencije - fosfor) u biološke cikluse kolanja tvari i energije u vodenom ekosustavu. Remeti se uravnotežena stabilnost ekosustava i ubrzavaju postupci samo onečišćenja, porasta izvorne (autohtone) biljne mase i organskog materijala što dovodi do destrukcije tj. do ubrzane eutrofikacije. Primjer antropogene eutrofikacije je "cvjetanje jezera" uz pojavu prekomjerne množine npr. modrozelenih algi.

Na temelju sadržaja fosfora, klorofila, srednje dubinske vidljivosti i sadržaja kisika razlikuje se 5. stupnjeva eutrofikacije površinskih voda:

To su:

- ultra-oligotrofno,

- oligotrofno,
- mezotrofno,
- eutrofno,
- hipertrofno

### **Prirodni načini smanjenja zagađivanja podzemnih voda**

Do smanjenja koncentracije zagađivala koje je jednom dospjelo u vodonosnik može doći zbog tri osnovna procesa:

1. Biološki procesi jer tlo ima snažna purifikaciona svojstva zbog prisutnosti raznih bakterija i gljiva, koje će napadati patogene mikroorganizme i reagirati s određenim štetnim supstancijama.
2. Fizički procesi, jer procjeđivanje podzemne vode kroz relativno sitno zrne stijene omogućuje filtraciju suspendiranih nečistoća u podzemnoj vodi.
3. Kemijski procesi, jer neke supstancije reagiraju s mineralima u stijeni ili tlu, mogu biti oksidirane i precipitirane iz vode, procesi adsorpcije naročito su snažni u organskim materijalima.

Autopurifikacijske značajke, odnosno mogućnost samopročišćavanja vodonosnika ovise o fizičkoj i kemijskoj formi zagađivala, o litološkom sastavu vodonosnika te njegove neposredne podine i krovine, te o načinu na koji je zagađivalo prodrlo u podzemlje. Vrsta zagađivala je važan faktor njegovog uklanjanja iz podzemne vode. Topiva zagađivala, kao što su umjetna gnojiva i neki industrijski otpadni efluenti, neće biti uklonjena filtracijom. Prisutnost nekih metala ovisit će o biološkim procesima u podzemlju (željezne i manganske bakterije). S druge strane, čvrste će čestice biti eliminirane iz podzemnih voda u sitno zrnim sedimentima, no neće biti filtrirane u stijenama pukotinskog, a pogotovo krškog tipa poroznosti.

Općenito se količina zagađivala smanjuje s pronosom kroz vodonosnik. Otvoreni vodonosnici odnosno vodonosnici u čijoj se krovini nalaze tanke pokrovne naslage ili ih nema, kao što je područje krša, bit će u zoni prihranjivanja također izloženi mogućnosti zagađivanja. Duboki vodonosnici, koji su zaštićeni debelim slojevima vodonepropusnih stijena u krovini, relativno su sigurni od najčešćih zagađivanja površine.

Opasnost zagađivanja je znatno veća ako je zagađivalo direktno uneseno u vodonosnik, a to znači da su izostali uvijek prisutni intenzivni purifikacijski procesi u površinskom tlu. Posebno je opasno direktno unašanje zagađivala u saturiranu zonu vodonosnika klastičnih stijena, jer je horizontalna komponenta propusnosti (osim kod prapora ili lesa) znatno veća od vertikalne.

## 12.3 Utjecaj urbanizacije na kakvoću voda i pojavu zagađenja voda

U urbanim sredinama, kakvoća površinskih i podzemnih voda najviše je ugrožena od industrijskih, komunalnih i oborinskih otpadnih voda. Akutni utjecaji pokazuju se intenzivno na mjestu ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente, a naročito su izraženi u sušnim razdobljima, kada su procesi razrjeđenja u recipijentima površinskih voda minimalni. Visoke koncentracije razgradive organske tvari, amonijaka i teških metala, kao i patogenih mikroorganizama uzrokuju zagađenje površinskih voda, a time i podzemnih voda koje su u direktnoj hidrauličkoj vezi sa zagađenim recipijentom.

Kumulativni utjecaji ispuštanja otpadnih voda u površinske recipijente očituju se postupnim pogoršanjem kakvoće vode, koje postaje očigledno tek nakon što neki od parametara kakvoće dosegnu kritičnu graničnu vrijednost ili maksimalnu dozvoljenu koncentraciju (MDK).

Primjerice, postupno povećanje razgradive organske tvari u površinskom recipijentu može biti posljedica procesa koji se događaju u reduktivnim uvjetima, na graničnoj površini sedimenta i vode, na dnu rijeke, a količina razgradive organske tvari je izražena kao sedimentna potreba za kisikom (*eng.: sediment oxygendemand*). Ovi procesi su naročito izraženi u prisutnosti sedimenata koji se talože iz suspenzije, nakon ispuštanja otpadnih voda.

Oni mogu rezultirati oslobađanjem hranjivih i toksičnih tvari iz sedimenta, uslijed čega može doći do drastičnoga smanjenja količine kisika u vodi, što dodatno ugrožava prirodnu ekološku ravnotežu u rijeci. O prisutnosti onečišćenja ili zagađenja od otpadnih voda svjedoče brojni pokazatelji ili indikatori zagađenja.

Jedan od najznačajnijih indikatora zagađenja je sadržaj otopljenoga kisika, koji se drastično smanjuje ako je u vodi prisutno organsko zagađenje. Na prisutnost organskoga zagađenja ukazuje biokemijska potreba za kisikom, BPK (*biochemical oxygen demand, BOD*), koja ukazuje na količinu kisika potrebnu da se biološki razgradi organska tvar uz pomoć mikroorganizama. Iako BPK nije najpouzdaniji pokazatelj količine organskih tvari u vodi, naročito kad voda sadrži nerazgradive organske tvari ili tvari mikroorganizama. Pokazatelj količine organske nerazgradive tvari u vodi je kemijska potrošnja kisika, KPK, koja se izračunava iz potrošnje oksidacijskoga sredstva nužnoga za potpunu razgradnju organske nerazgradive tvari.

Indikatori zagađenja od otpadnih voda su i nutrijenti, dušik i fosfor, koji mogu uzrokovati eutrofikaciju površinskih voda, zbog povećanja količine hranjivih tvari u njima. Osim različitih toksičnih tvari, kao što su ugljikovodici i teški metali, u otpadnim vodama je

sve više modernih sintetičkih organskih kemikalija, poput lijekova i hormona. Ove tvari ometaju rad sustava za unutarnje izlučivanje, a naročito su štetne za reproduktivne sposobnosti kod riba.

## **12.4 Gusta organska zagađivala koja se ne miješaju s podzemnom vodom**

Utjecaj urbanizacije vidljiv je i u porastu koncentracija različitih zagađivala, a naročito organskih tvari, u podzemnim vodama. Vrlo opasne i kancerogene tvari su gusti organski spojevi koji se ne miješaju s vodom (*eng.: Dense Non Aqueous Phase Liquid, DNAPL*), u koje pripadaju: industrijska otapala, katran, industrijske otpadne tvari, poliklorirani bifenili PCB, ulja i neki pesticidi u ne razrijeđenom stanju.

Klorna industrijska otapala su opasne tvari u podzemnoj vodi, jer imaju veliku gustoću, malu viskoznost i srednju topivost. U najpoznatija klorna otapala pripadaju trikloretilen i tetrakloreten. Veća gustoća, a manji viskoznost od vode, čini ih naročito pokretljivim u zasićenom vodonosnom sloju. Naime, kada klorno otapalo dođe u kontakt s podzemnom vodom, ono će se širiti vrlo brzo u dublje dijelove vodonosnika, do nepropusne podine. Budući da je topivost klornih otapala relativno mala, prilikom vertikalnoga procjeđivanja dio otapala će se zadržati u uljnoj fazi na dijelu krutoga stijenskog matriksa. Međutim, klorna otapala su ipak djelomično topiva u podzemnoj vodi, tako da će se uljna faza, koja se zadržala na krutom matriksu, postupno otapati. Ukupna topivost klornih otapala veća je za 104 do 105 puta u odnosu na maksimalno dozvoljene koncentracije u pitkoj vodi, koja prema hrvatskom Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće iznosi 10 µg/l za trikloretilen i tetrakloreten. Na taj način, uljna faza, koja se većim dijelom zadržala po cijelom profilu vodonosnika, postaje novi izvor zagađenja, koji stvara kontinuirani oblak zagađenja kroz dulje vrijeme (slika 34.).



**Slika 33. Gibanje gustih organskih zagađivala u podzemnoj**

Sanacija zagađenja podzemnih voda od klornih otapala je vrlo skup i dugotrajan proces.

Pritom se razlikuje:

- a) remedijacija (*eng.: remediation*), koja označava bilo koji stupanj poboljšanja kakvoće zagađene podzemne vode;
- b) obnova (*eng.: renovation*), kojom se kakvoća podzemne vode poboljšava do stupnja koji zadovoljava standarde za pitku vodu;
- c) rekonstrukcija (*eng.: restoration*), kojom se otopljena organska otapala u potpunosti odstranjuju iz podzemne vode.

Danas postoje različite metode sanacije podzemne vode od klornih otapala. Možda najčešće primjenjivana metoda je metoda crpljenja i tretiranja (*eng.: pump and treat*), kojom se zagađena voda crpi na zdencima koji se nalaze nizvodno od izvora zagađenja, a zatim se crpljena voda kemijski tretira do stupnja koji zadovoljava određene kriterije ili standarde, najčešće standarde za pitku vodu.

Ova metoda, koja je poznata i kao aktivna metoda sanacije, uspješna je za kontrolu izvora zagađenja te za čišćenje oblaka zagađenja, koji se širi nizvodno od izvora zagađenja, međutim s ovom metodom nije moguće u potpunosti odstraniti uljnu fazu, koja je adsorbirana

na stijenskom matriksu. Prema tome, opasnost od ponovnog zagađivanja podzemnih voda postoji od trenutka prestanka crpljenja i pročišćavanja zagađene podzemne vode.

Druga metoda sanacije je zadržavanje izvora zagađenja s nekom nepropusnom barijerom, primjerice bentonitno-cementnom barijerom, kojom se dio vodonosnika u kojem se nalazi adsorbirana uljna faza fizički odjeljuje od preostalog dijela vodonosnika. Ovaj tip sanacije pripada u pasivne metode sanacije. Zadržavanjem izvora zagađenja na opisani način, omogućava se odvajanje oblaka zagađenja od izvora zagađenja. Potpuno odstranjivanje otopljene faze iz vodonosnika ovisi o lokalnim geološkim i hidrogeološkim značajkama te o fizikalno-kemijskim značajkama otapala, tako da vrijeme sanacije, koje ovisi o prirodnim uvjetima u vodonosniku, može varirati u rasponu od jedne do stotinu godina.

U novije vrijeme sve više se primjenjuje propusna reaktivna barijera (*eng.: Permeable Reactive Barrier, PRB*), koja je temeljena na zadržavanju klornih otapala na propusnoj barijeri, koja se sastoji od materijala koji je ispunjen sitno zrnatim željeznim granulama.

## **12.5 Zakonski propisi o zaštiti voda u RH i Europi**

Podloga za zaštitu voda od onečišćenja i zagađenja u R. Hrvatskoj su zakonski propisi, kojima se površinske i podzemne vode štite od štetnoga utjecaja ljudskih aktivnosti. Važeći zakon koji regulira gospodarenje površinskim i podzemnim vodama na području R. Hrvatske je Zakon o vodama.

Zakon o vodama zajedno s Državnim planom za zaštitu voda daje zakonske osnove iskorištavanja voda, zaštite voda i zaštite od štetnoga djelovanja voda, i predstavlja krovni dokument iz područja vodnoga gospodarstva. No i u okviru drugih zakona, kao što su primjerice: Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o zaštiti prirode, Zakon o održivom gospodarenju otpadom, Zakon o komunalnom gospodarstvu, Zakon o prostornom uređenju, Zakon o gradnji i Zakon o rudarstvu, nalaze se odgovarajuće odredbe, koje u domeni cjelokupnoga teksta zakona štite vode od negativnih utjecaja i aktivnosti koje mogu proizlaziti iz radnji propisanih zakonom.

U Europskoj Uniji, temeljna direktiva koja štiti vode od onečišćenja i zagađenja je Okvirna Direktiva o vodama (*eng.: Water Framework Directive, WFD 2000/60/EC*). Donošenjem Okvirne Direktive o vodama u prosincu 2000. godine, promijenila se koncepcija upravljanja vodnim resursima u Europi. Ovom Direktivom postavljen je zahtjev da se vodnim resursima upravlja na integralni način, na razini pojedinih riječnih bazena.

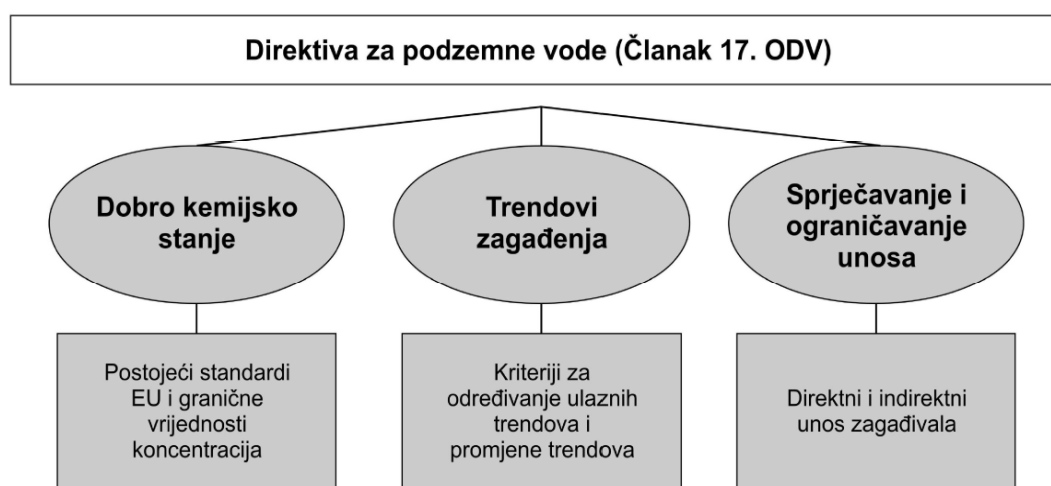
Okvirna Direktiva o vodama postavila je veliki izazov pred države članice Europske unije jer zahtijeva da se do 2015. godine moraju poduzeti maksimalne moguće mjere kako bi



vodni resursi u zemljama Europske unije zadovoljili standarde koji su propisani ovom direktivom.

Novom Direktivom za podzemne vode (*eng.: Groundwater Daughter Directive 2006/118/EC*) utvrđuju se specifične mjere za ispunjenje ciljeva zaštite okoliša u dijelu koji se tiče sprečavanja i kontrole zagađenja podzemnih voda. Ona propisuje donošenje zajedničkih kriterija i procedure za određivanje dobrog kemijskog stanja za cjeline podzemne vode, na temelju postojećih standarda kakvoće iz drugih europskih direktiva, poput nitrata i aktivnih sastojaka u pesticidima, kao i na temelju graničnih vrijednosti koncentracija tvari za koje ne postoje propisani standardi kakvoće u okviru postojećega zakonodavstva Europske unije.

Nova Direktiva propisuje donošenje zajedničkih kriterija za određivanje značajnih uzlaznih trendova tvari, koje su određene kao zagađivala i početne točke za promjenu trendova, propisuje i donošenje mjera za sprečavanje ili ograničavanje unosa zagađivala u podzemne vode (slika 35.).



**Slika 34. Temeljne odredbe nove Direktive za podzemne vode EU**

## 12.6 Integrirani monitoring kakvoće voda

Monitoring kakvoće voda je sustavno praćenje i prikupljanje podataka o kakvoći površinskih ili podzemnih voda na nekom području. Da bi monitoring voda bio učinkovit on prije svega mora biti reprezentativan. To znači da odabir lokacija i parametara za praćenje kakvoće voda mora biti temeljen na konceptualnom modelu tj. konceptualnom razumijevanju sustava u kojem se provodi monitoring.

Tek na osnovi detaljno razrađenoga konceptualnog modela moguće je utvrditi lokacije na kojima će se provoditi monitoring te učestalost uzimanja uzoraka. Dakle, broj lokacija i

učestalost monitoringa ne mogu biti proizvoljno i paušalno određeni, već ovise o pouzdanosti prihvaćenoga konceptualnog modela, o zabilježenim trendovima kakvoće voda te o posljedicama koje mogu nastati u slučaju da prihvaćeni konceptualni model, a time i monitoring voda, nije u stanju realno prikazati kakvoću voda.

Pri odabiru lokacija i parametara za praćenje kakvoće podzemnih voda nužno je uzeti u obzir činjenicu da su vodonosni sustavi u najvećem broju slučajeva heterogeni, te da postoji znatna varijabilnost raspodjele hidrogeoloških parametara, ali i kakvoće podzemnih voda u takvim sustavima. Prema tome, za realno prikazivanje kakvoće podzemnih voda, nužno je dizajnirati monitoring koji će na odgovarajući način opisivati trodimenzionalnu prirodu vodonosnih sustava.

Okvirna Direktiva o vodama i smjernice za njeno provođenje razlikuju dva tipa konceptualnoga modela. Prvi je regionalni, a drugi lokalni.

Regionalnim konceptualnim modelom utvrđuje se broj lokacija na kojima se provodi monitoring, gustoća monitoring mreže i učestalost uzimanja uzoraka.

Lokalni konceptualni model mora pokazati prihvatljivost svake pojedinačne lokacije, prvenstveno s obzirom na lokalne uvjete dinamike i kakvoće podzemnih voda, koji ovise o: lokalnim hidrogeološkim značajkama, utjecaju crpljenja na varijabilnost razina ili kakvoće podzemnih voda te o korištenju zemljišta, tj. općenito o pritiscima u priljevnom području.

Prilikom određivanja monitoringa kakvoće podzemnih voda, nužno je uzeti u razmatranje postizanje ekoloških ciljeva za pridružene površinske vode ili kopnene ekosustave. To znači da monitoring za površinske vode i kopnene ekosustave te monitoring za podzemne vode moraju biti integrirani na onim područjima na kojima je dokazana njihova povezanost i međuzavisnost. Budući da dotjecanje vode u rijeke i jezera najčešće ovisi o baznom dotoku, odnosno dotoku podzemne vode, moguće je da se pravilnim odabirom lokacija za praćenje kakvoće površinskih voda, ujedno prati i kakvoća podzemnih voda.

Praćenje utjecaja zagađivala na kakvoću podzemne vode provodi se kroz monitoring onečišćenja ili zagađenja u zoni tla, nezasićenoj i zasićenoj zoni, tj. kroz obrambeni monitoring (*eng. defensive monitoring*), koji je karakterističan za lokalne uvjete, odnosno primjenjuje se u uvjetima kada je potrebno motriti točkaste ili difuzne izvore zagađenja u lokalnom mjerilu.

Ovaj tip monitoringa temelji se na konceptualnom modelu vodonosnoga sustava te na razumijevanju interakcije zagađivala s podzemnom vodom. Monitoring utjecaja lokalnih izvora zagađenja potrebno je provoditi uzimajući u obzir: katastar izvora zagađenja, lokalne hidrogeološke značajke, geokemijske značajke tla i nezasićene zone, vrstu zagađivala i značajke unosa zagađivala u podzemnu vodu, prostornu raspodjelu zdenaca na crpilištima i

topografiju terena. Pritom je potrebno napomenuti da unos zagađivala u podzemne vode može biti direktan ili indirektan.

Direktan unos zagađivala u podzemne vode nastaje kada se izvor zagađenja nalazi u zasićenoj zoni, a indirektan unos zagađivala u podzemne vode nastaje kada je izvor zagađenja na površini terena, u zoni tla ili nezasićenoj zoni. Izbor lokacija za provođenje monitoringa mora obuhvatiti: industrijska postrojenja, obrtničke radionice, odlagališta komunalnoga i industrijskog otpada, divlja odlagališta i šljunčare ispunjene otpadom.

### **13. ODRŽIVO GOSPODARENJE ŠUMAMA**

Šume u Hrvatskoj u velikoj mjeri ispunjavaju svoje gospodarske, ekološke i društvene funkcije. Šumama se gospodari na osnovi Zakona o šumama koji se temelji na Ustavu Republike Hrvatske. S obzirom na zemljopisni položaj, odnosno činjenicu da teritorijem Republike Hrvatske prolazi granica između eurosibirsko - sjevernoameričke i mediteranske regije, razlikujemo preko 60 šumskih zajednica te oko 4.500 biljnih vrsta i podvrsta. Važno je napomenuti da je Hrvatska jedna od rijetkih europskih zemalja čije šume imaju pretežno prirodnu strukturu, na što je značajan utjecaj imala 150 godišnja tradicija šumarske struke i znanosti.

U Republici Hrvatskoj šume i šumska zemljišta pokrivaju 44 % kopnene površine, a same šume 37%, što iznosi 0,46 ha po stanovniku. Kao što je vidljivo (tablica 5.) Hrvatska spada u šumovitije zemlje u Europi.

Šume su podijeljene na 996 gospodarskih jedinica. Za sve gospodarske jedinice na temelju načela osiguranja održivosti ekosustava, a uvažavajući šume kao obnovljiv prirodni izvor uz naglašene opće korisne funkcije, izrađene su osnove gospodarenja (za jednodobne i raznodobne šume) (tablica 6.) te programi gospodarenja (šume na kršu, zaštitne, s posebnom namjenom, privatne), s ciljem da se obnova šuma ubrza, nadopuni i poboljša gdje je to potrebno.

Šumom obrasle površine	2.078.289 ha
Neobraslo šumsko zemljište	345.952 ha
Neplodno šumsko zemljište	61.370 ha
UKUPNO	2.486.611 ha

**Tablica 5. Površine i raspored šumskog zemljišta**

Od ukupne površine gore prikazane država je vlasnik 2.024.474 ha (81%) šuma i šumskih zemljišta, a u privatnom je vlasništvu 461.137 ha (19%). Državnim šumama pretežno gospodari poduzeće “Hrvatske šume”, d.o.o. (1.991.537 ha), dok manjim dijelom (32.937 ha) gospodare drugi pravni subjekti.

Važno je naglasiti da je u ovom trenutku još oko 10% površina državnih šuma zagađeno minama što predstavlja veliki problem u gospodarenju šumama, a posebice u dijelu zaštite šuma, jer zbog nepristupačnosti nije moguće uz uobičajene uzgojne mjere provesti mjere sanacije i zaštite od štetnih biljnih organizama. Ovakva situacija mogla bi imati dugoročno negativne efekte na stanje šuma i njihov vitalitet.

Po načinu postanka šume su iz sjemena 59% tzv. visoke šume, dok niske šume imaju udio od 41%, a čine ih panjaće 24%, šikare 14% i drugi degradacijski oblici (makije, šibljaci i dr.) 3%. Glede vrsta drveća šume su u Republici Hrvatskoj bjelogorične (84%) i crnogorične (16%). Prema zastupljenosti glavnih vrsta udio bukve je 35%, hrasta 27%, običnog graba 8%, običnog jasena 3%, ostale tvrde bjelogorice 7%, meke bjelogorice 4%, jele i smreke 13%, bora 2% i ostale crnogorice 1% .

Gospodarski oblik	Površina (ha)	Drvena zaliha (m <sup>3</sup> )	Godišnji tečajni prirast (m <sup>3</sup> )
Regularne jednodobne šume	1.294,667	226.460.559	7.307.342
Preoborne šume	453.676	97.795.578	2.335.775
Ukupno	1.748.343	324.256.137	9.643.117

**Tablica 6. Podjela šuma u Hrvatskoj prema gospodarskom obliku i načinu gospodarenja**



Privatne šume zauzimaju dvadesetak posto ukupne šumske površine u Republici Hrvatskoj, što iznosi oko 500.000 hektara, od čega polovica na primorskom kršu. Ovim površinama gospodari blizu 600.000 vlasnika na oko 1.500.000 parcela. Ovako rascjepkani šumski posjed prosječne je veličine 0,76 ha. U privatnim šumama procijenjena drvena masa iznosi oko 80 m<sup>3</sup>/ha, s trendom pada zalihe. Tijekom 2004. godine u privatnim šumama evidentirana je sječa 107.165,12 m<sup>3</sup> drvene mase (samo oko 3% ukupno posječene drvene mase u RH).

Vlasnici privatnih šuma u najvećem broju slučajeva pripadaju starijoj populaciji seoskog stanovništva, mnogi ne vode brigu o svom šumskom posjedu, ili više nemaju prebivalište u mjestu gdje im je šuma. Državne potpore privatnom šumarstvu gotovo da ne postoje, kao ni znanstvena istraživanja, a gospodarenje malim šumskim posjedom nepoznanica je za većinu šumarskih stručnjaka. Mlađi šumoposjednici nisu zainteresirani za ulaganja i bavljenje šumom. Informiranost privatnih šumovlasnika i javnosti o šumarstvu u RH je vrlo loša, edukacije ne postoje, a komunikacije tijela vlasti i šumovlasnika nema, što vodi daljoj devastaciji privatnih šuma i umanjenju drvene zalihe. Javlja se princip gospodarenja putem jednokratnog užitka vrednije drvene mase uz prepuštanje preostale površine spontanom razvoju.

U gospodarenju šumama značajni su radovi jednostavne biološke reprodukcije, a čine ih radovi uzgajanja šuma: pripremni radovi na obnovi, sadnja, sjetva, popunjavanje, njega, čišćenje, prorjeđivanje, resurekcija, doznaka, te radovi zaštite i uređivanja šuma.

Radovi proširene biološke reprodukcije šuma u pravilu se odnose na nove površine koje se prevode u šumsku proizvodnju, zamjenu nižeg u viši uzgojni oblik gospodarenja, zamjenu neekonomskih vrsta drveća u vrednije. Propisani su značajni radovi za sanaciju površina nastalih sušenjem šuma i propadanjem šumskih staništa. Za potrebe sanacije naših najvrednijih šuma (hrast, jela, bukva) stalno će zbog sušenja i degradacije staništa rasti troškovi obnove, pa stoga i obveze izdvajanja sredstava za BRŠ (biološku reprodukciju šuma).

U skladu sa strateškim interesom Republike Hrvatske o učlanjenju u WTO i pristupanju europskim integracijama, Hrvatska je potpisala i ratificirala većinu dokumenata globalnog i među državnog karaktera, koji izravno ili neizravno utječu na gospodarenje šumama. Time je preuzela obvezu usklađivanja državne šumarske politike s međunarodno prihvaćenim načelima.

### **13.1 Biljni i životinjski svijet šumskih ekosustava**

Biljni svijet Hrvatske vrlo je bogat i raščlanjen, a šumska vegetacija izgrađena od brojnih šumskih zajednica. Od ukupnog broja šumskih vrsta autohtonih drvenastih je oko 260. Najzastupljenije su vrste obična bukva, hrast lužnjak, hrast kitnjak, obična jela, obični grab i

jasen. Osnovicu šumske vegetacije svake pojedine vegetacijske zone izgrađuje obično samo jedna klima zonalna šumska zajednica, ako su ekološki uvjeti više-manje izjednačeni.

Budući da šumsku vegetaciju osim klima zonalnih zajednica izgrađuju i ekstralne i azonalne šumske zajednice, koje se razvijaju kao trajni stadiji, često i kao degradacijski stadiji, u opsegu svakoga pojedinoga vegetacijskog pojasa i svake vegetacijske zone nalazimo u šumskoj vegetaciji Hrvatske više ili manje ekstralnih i azonalnih šumskih zajednica. Dosada je u višoj flori Hrvatske potvrđeno više od 300 vrsta endemskih sjemenjača. Među njima je 85 drvenastih šumskih endema, tj. posebnih hrvatskih grmova i drveća. Bogatije endemsko područje je Velebit, zatim Biokovo, dubrovačko primorje i otočići oko Visa. U unutrašnjosti najizrazitije endemsko čvorište Žumberka, Ivančice i Kalnika.

Zbog velike količine raspoložive hrane šume su prepune ptica koje se osim kukcima hrane i obiljem voća i sjemenki, a neke love ostale ptice i manje sisavce. U našim nizinskim šumama još uvijek žive ugrožene vrste ptica – orao štekavac i crna roda.

U šumama je mnogo manje sisavaca nego ptica među kojima su najrasprostranjeniji brojni glodavci, kukcojedi, šišmiši, divlje svinje, srne, jeleni, lisice, zečevi, kune, tvorovi i drugi. Ono što se uvijek ističe kao posebnost naših šuma jest činjenica da u njima s prilično stabilnom populacijom žive ris, vuk i medvjed kao predstavnici velikih zvijeri i jedne od najugroženijih vrsta Europe. Prije nekoliko godina uspješno je reintroductiran dabar.

## **13.2 Vrste drveća, drvna zaliha i prirast**

Prema šumskogospodarskoj osnovi područja (stanje 1996. godina) ukupna drvna zaliha svih šuma u Hrvatskoj iznosi 324 256 000 m<sup>3</sup>. Iako je gospodarski značajno čak 60 autohtonih vrsta drveća, glavninu drvne zalihe čini pet vrsta: bukva 36%, hrast lužnjak 14%, hrast kitnjak 10%, jela 9% i običan grab 8%. Godišnji prirast svih šuma, prema istom izvoru, iznosi 9,64 milijuna m<sup>3</sup>, od čega 8,12 milijuna m<sup>3</sup> u šumama kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o., a ostatak u privatnim šumama (1,35 mil. m<sup>3</sup>) i državnim šumama kojima gospodare tijela državne uprave i drugi pravni subjekti u državnom vlasništvu (0,17 mil. m<sup>3</sup>). Šume na kršu sudjeluju sa svega 9% u drvnoj zalihi i sa 10% u godišnjem prirastu.

### Šume po načinu postanka

Prema načinu postanka šume u Hrvatskoj većim dijelom su sjemenjače ili visoke šume (tablica 7.). Sjemenjače se uzgajaju na 59% ukupnih obraslih površina. Na ostatku obraslih površina uzgajaju se pretežito niske šume: panjače 24%, šikare 13% te šibljaci, makije i garizi oko 2,5%. Plantaže kao umjetno podignute sastojine uz primjenu agrotehničkih mjera uzgajaju se na svega 15 901 ha. Na krškom području prevladavaju niske šume u različitim stadijima degradacije, dok je visokih šuma svega 19%.

Oblik vlasništva	Sjemenjače	Panjače	Šikare	Šibljac	Makije	Garizi	Plantaže	Ukupno
	ha							
Državne–HŠ d.o.o.	1 018 054	252 137	258 129	6 900	9 255	3 072	15 322	1 592 869
Državne - Ostali	25 582	2 404	1 202	-	569	32	398	31 287
Privatne šume	183 905	250 360	19 688	-	-	-	181	454 133
Ukupno	1 227 541	504 901	279 019	6 900	0 824	3 203	15 901	2 078 289

Tablica 7. Šume po načinu postanka

### 13.3 Održivi način gospodarenja šumama

Člankom 52. Ustava RH šume su definirane kao dobro od interesa i uživaju posebnu zaštitu. U skladu s tom ustavnom odredbom način gospodarenja šumama i sve druge aktivnosti uz šume i šumsko zemljište uređene su Zakonom o šumama. Način primjene pojedinih zakonskih odredbi uređen je podzakonskim aktima koje donosi resorni ministar. U srpnju 2003. godine, Vlada RH donijela je Nacionalnu šumarsku politiku i strategiju.

Opći cilj zacrtane politike je: povećati doprinos nacionalnom gospodarstvu održivim gospodarenjem, korištenjem i sveobuhvatnom zaštitom šumskih resursa i bioraznolikosti, primjenjujući rezultate istraživanja, poštivanje međunarodnih normi i rezolucija, i uvažavajući prava lokalne zajednice. Od 2002. godine Hrvatske šume d.o.o. u gospodarenju šumama primjenjuju FSC (*The Forest Stewardship Council*) standarde. Cilj je programa FSC da se promovira ekološki odgovorno, društveno korisno i ekonomski održivo gospodarenje u šumama u svijetu tako da se ustanovi opće poznati standard koji će se priznati i poštivati principima odgovornoga šumarstva. Grupni sustav FSC certifikacije u Hrvatskim šumama je trenutačno najveći u svijetu.



## **Način gospodarenja šumama**

S obzirom na način planiranja i ostvarivanja trajnosti prihoda u Hrvatskoj, primjenjuju se dva načina trajnoga gospodarenja šumama: raznodobno i jednodobno gospodarenje. Prema važećem Pravilniku o uređivanju šuma raznodobni način odnosi se na područje rasprostranjenja obične jele koja s bukvom i običnom smrekom tvori sastojine raznodobne strukture, a može se primjenjivati i na gospodarenje šumama visokog krša, šumama posebne namjene i zaštitnim šumama. Razlike između ta dva načina gospodarenja su višestruke, a očituju se u strukturi sastojina, načinu uzgojnih radova te u načinu planiranja i ostvarivanja trajnosti prihoda. Planiranje trajnosti prihoda kod raznodobnog načina gospodarenja zasniva se na normalnoj, odnosno optimalnoj strukturi sastojina s obzirom na drvenu zalihu, debljinsku raspodjelu i broj stabala. Kod jednodobnog načina gospodarenja planiranje trajnosti prihoda zasniva se na normalnom razmjeru dobnih razreda sastojina istog uređajnog razreda. Bitan čimbenik planiranja trajnosti prihoda jednodobnih šuma je ophodnja. Pravilnik o uređivanju šuma propisuje donje granice ophodnje za glavne uređajne razrede.

### **Namjena šuma**

Načelo višenamjenskoga gospodarenja šumama (tablica 8.) ugrađeno je u odredbe Zakona o šumama. Gospodarenje šumama, prema odredbama navedenog Zakona, obuhvaća četiri osnovna područja djelatnosti:

- jednostavnu i proširenu biološku reprodukciju šuma,
- iskorištavanje šuma i šumskih zemljišta, nasada i nedrvnih šumskih proizvoda (plodina, ljekovitog bilja, humusa, mahovine i dr.) i transport šumskih proizvoda,
- korištenje opće korisnih funkcija šuma,
- izgradnju i korištenje šumskih prometnica i drugih objekata radi gospodarenja šumama.

Osnovni ciljevi gospodarenja šumama zacrtani su odredbama Pravilnika o uređivanju šuma i šumsko gospodarske osnove područja, a to su:

- održavanje postojanosti ekosustava,
- održavanje i poboljšanje općekorisnih funkcija šuma,
- napredno i trajno gospodarenje,
- površine šuma po namjeni.

Ovisno o tome koji je od tih ciljeva zbog društvenih, ekoloških ili gospodarskih razloga posebno naglašen šume se razvrstavaju u tri osnovne skupine: gospodarske, zaštitne i posebne namjene. Najznačajnija namjena gospodarskih šuma je optimalna proizvodnja drva i nedrvnih šumskih proizvoda. Posebna pozornost pridaje se gospodarskim šumama koje se nalaze na području parkova prirode. Prema podacima Šumsko gospodarske osnove područja Hrvatske

šume gospodarile su 1996. godine sa 245 000 hektara šuma i šumskih zemljišta unutar parkova prirode, od čega su 202 000 hektara (82%) bile gospodarske šume.

Oblik vlasništva	Namjena šume	Kategorija šumskog zemljišta				
		Obraslo	Neobraslo		Neplodno	Ukupno
			Proizvodno	Neproizvodno		
Državne šume kojima gospodare HŠ	Gospodarske	1 525	290 163	13 629	49 165	1 878
	Zaštitne	46 150	31 325	603	10 760	88 839
	Posebne namjene	20 887	1 642	257	1 123	23 909
	<b>Ukupno</b>	1 592 869	323 130	14 490	61 048	1 991 537
Državne šume kojima gospodare tijela državne uprave i pravni subjekti u vlasništvu RH	Gospodarske	2 561	417	21	52	3 050
	Zaštitne	20	-	-	-	20
	Posebne namjene	28 706	811	87	263	29 867
	<b>Ukupno</b>	31 287	1 229	107	314	32 937
Privatne šume	Gospodarske	452 639	6 975	20	8	459
	Zaštitne	1 454	-	-	-	1 454
	Posebne namjene	40	-	-	-	40
	<b>Ukupno</b>	454 133	6 975	20	8	461 137
<b>Ukupno</b>	Gospodarske	1 981	297 555	13 670	49 225	2 341
	Zaštitne	47 624	31 325	603	10 760	90 313
	Posebne namjene	49 633	2 454	344	1 385	53 816
	<b>Ukupno</b>	2 078 289	331 334	14 618	61 370	2 485 611

**Tablica 8. Površine šuma po namjeni (ha)**

Osnivanjem novih parkova prirode tijekom 1998. i 1999. godine (Kopački rit, Papuk, Žumberak-Samoborsko gorje, Učka) i proširivanjem granica postojećih, površina šuma i šumskih zemljišta unutar parkova prirode povećala se na oko 313 000 hektara. U razrede zaštitnih šuma mogu se izlučiti šume na osjetljivim staništima (nagibi veći od 50%, plitka skeletna tla, riječni otoci), šume s velikom biološkom raznolikošću, rijetke ili reprezentativne

šumske zajednice te šume za zaštitu tla, prometnica i drugih objekata od erozije i poplava. Prema šumsko gospodarskoj osnovi područja površina zaštitnih šuma iznosila je nešto više od 90 000 ha. U skupini šuma posebne namjene su zaštićeni dijelovi prirode (izuzev parka prirode), sjemenske sastojine, šume za znanstvena istraživanja, šume za potrebe obrane i slično (tablica 9.).

Oblik posebne namjene	Površina (ha)
Strogi rezervat	690
Posebni rezervat	5 313
Park-šuma	1 177
Zaštićeni krajolik	332
Spomenik prirode	48
<b>Ukupno zaštićeni dijelovi</b>	<b>7 560</b>
Sjemenske sastojine	4 375
Šume za znanstvena istraživanja	969
Šume za odmor i rekreaciju	4 872
Šume za obrambene potrebe RH	5 067
Ostale namjene	1 066
<b>Ukupno</b>	<b>23 909</b>

**Tablica 9. Pregled šuma posebne namjene kojima gospodare Hrvatske šume**

### 13.4 Korištenje i zaštita šuma

Korištenje šuma obuhvaća drvne zalihe (tablica 10), nedrvne šumske proizvode i lovstvo. Planom korištenja drvne zalihe, koji je sastavni dio šumsko gospodarske osnove, određen je volumen drva za sječu u određenom razdoblju. Korištenje drvne zalihe planira se kao etat glavnog prihoda jednodobnih šuma, opći prihod raznodobnih šuma i prethodni prihod jednodobnih šuma.

Vrsta drva	Etat, m <sup>3</sup>	%	Vrsta drva	Etat, m <sup>3</sup>	%
<b>Lužnjak</b>	6 222 693	11,6	jasen	2 471 987	4,6
<b>Kitnjak</b>	4 294 533	8	grab	4 477 453	8,4
<b>Medunac</b>	36 094	0,1	topole i vrbe	2 828 636	5,3
<b>Cer</b>	38 714	0,1	jela	4 195 410	7,8
<b>Bukva</b>	20 594 167	38,4	ostalo	8 380 489	15,7
<b>Ukupno: 53 540 176 m<sup>3</sup></b>					

**Tablica 10. Struktura ukupnog desetogodišnjeg etata po glavnim vrstama drveća**

Šumsko gospodarska osnova područja predviđa korištenje nedrvnih (sporednih) šumskih proizvoda sukladno odredbama Zakona o šumama. Nedrvinim šumskim proizvodima smatraju se:

- Proizvodi za obnovu šuma i uzgoj drveća: šumsko sjeme, šumski sadni materijal iz prirodnog pomlatka, dijelovi biljaka za vegetativno razmnožavanje i dr.
- Proizvodi koji su hrana ljudima: šumski plodovi (pitomi kesten, pitomi orah, lješnjak, kupina, malina, brusnica, drenjina, trnina, divlje jabuke i kruške, oskоруše, rogači, pinjoli i dr.), jestivo bilje, korijenje i podzemne stabljike, gljive.
- Proizvodi koji su kao lijek: cvijet, list, stabljika, podzemna stabljika, korijen i kore ljekovitog drveća, grmlje i bilje za koje ne postoji zabrana branja i skupljanja, lišaji, mahovine i dr.
- Proizvodi za potrebe stočarstva: šumska paša, žir, list, stelja, trava za košnju i dr.
- Proizvodi za razne industrijske, građevinske i druge potrebe: smola, liko, trska, treset, humus, glina, šumska zemlja, ukrasno bilje, šiblje za pleter, grane za vijence, grane za metle, bršljan, božićna drvca, iglice i češeri za destilaciju eteričnih ulja i smola, šiške za tanin i dr.

Temeljem odredbe članka 40. Zakona o šumama u šumi se mogu uzgajati samo one divljači i u onolikom broju koji ne smeta pravilnom gospodarenju šumom. Vrsta i broj divljači utvrđuju se u globalu sa šumsko gospodarskom osnovom područja sukladno odredbama šumsko gospodarske osnove područja, broj i vrsta divljači za konkretnu gospodarsku jedinicu propisuje se na osnovi gospodarenja odnosno programom za gospodarenje šumama. Lovištem se gospodari na temelju lovno gospodarske osnove koja treba biti usklađena s osnovom gospodarenja gospodarskom jedinicom i programom za gospodarenje šumama.

Stabilnost šumskih ekosustava procjenjujemo na temelju stanja krošanja te intenziteta oštećenosti i odumiranja stabala. Stanje krošanja procjenjuje se na temelju vanjskog izgleda krošnje, tj. na temelju procjene osutosti i promjene boje lišća ili iglica u odnosu na optimalno stanje. Odumiranje drveća i propadanje šuma već više od jednog stoljeća najveći je ekološki problem u šumarstvu. Ono je različito za pojedina područja Hrvatske, a nepovoljno se odražava na stabilnost šumskih ekosustava, odnosno vrijednost gospodarskih i opće korisnih funkcija šuma. To nije samo ekološki nego gospodarski i društveni problem. Šumski požari u submediteranskom i mediteranskom području, propadanje obične jele u gorskom području, vjetroizvale i snjegolomi obične bukve u brdskom području, propadanje hrasta kitnjaka i pitomog kestena u brežuljkastom području, odumiranje hrasta lužnjaka i nestanak nizinskoga brijesta u nizinskom području samo su neki su od glavnih primjera te pojave.

Promjene klime, sve češći klimatski ekstremi i klimatski ekscesi, vremenske nepogode (duga sušna razdoblja), biotski čimbenici, onečišćenje zraka i tla te nepravilni gospodarski zahvati neki su od najvažnijih čimbenika koji dovode do pojave odumiranja drveća. Prema Starčeviću (1995.) propadanje stabala rezultira gubicima i do 40% od potencijalne tržišne vrijednosti šumskih sortimenata, a smanjenje opće korisnih funkcija šuma je mnogostruko veće. Propadanje šuma također nepovoljno utječe na stanište i uvjete razvoja i održavanja šumskih ekosustava. Smanjenje prirasta i drvene zalihe, izostanak prirodne obnove, zakorovljenje, promjena mikroklimе i povoljni uvjeti za razvoj štetnika samo su neke od posljedica odumiranja stabala.

### **Odumiranje stabala**

Odumiranje stabala kao posljedica poremećaja stabilnosti šumskih ekosustava razlikuje se po uzrocima i posljedicama od prirodnog odumiranja stabala koje je prisutno cijelom razvoju šumskog ekosustava. Uzrok velikog prirodnog odumiranja stabala je mnogo ponika i pomlatka koji treba osigurati opstanak šumskog ekosustava. Posljedica velike međusobne konkurencije za prostorom, tlom, svjetlom, hranom i vodom je ta da slabije, neotpornije i manje konkurentne vrste i individue prirodno odumiru. Ta se prirodna zakonitost koristi kod uzgajanja i iskorištavanja šuma, gdje čovjek potpomaže i ubrzava prirodnu selekciju te je prilagođava svojim potrebama (visinska i debljinska kvaliteta stabala).

Razlikujemo pojedinačno propadanje stabala, zatim propadanje skupina stabala i masovno propadanje. U posljednjih 30 godina u Hrvatskoj se uočava odumiranje stabala više vrsta šumskog drveća, osobito stabala hrasta lužnjaka i obične jele, a izraženo je i odumiranje stabala hrasta kitnjaka, pitomog kestena, obične bukve, poljskog jasena, srebrolisne lipe, čempresa i crnike.

### **Propadanje šuma**

Kod propadanja šuma često su primarni uzroci teško prepoznatljivi te se propadanje šumskih sastojina pripisuje jednom od nepovoljnih čimbenika, najčešće onom posljednjem u lancu. Propadanje cijelih sastojina pojavljuje se kao posljedica poremećaja ekološke ravnoteže. Promjene vodnih odnosa kombinirane s onečišćenjem poplavnih voda i onečišćenjem zraka ugrožavaju nizinske šume. U brdskim područjima utvrđena je veća oštećenost stabala na većim nadmorskim visinama i na južnim ekspozicijama, što se dovodi u vezu s nepovoljnim utjecajem mikroklimе i onečišćenjem zraka koji dolazi iz udaljenih industrijskih područja. Kroničan nedostatak hranjivih tvari i suša mogu djelovati kao predisponirajući čimbenici propadanja stabala (slika 36.).



**Slika 36. Odras dugotrajnoga sušnog razdoblja na bukove sastojine na Velebitu**

### **Procjena stanja krošanja**

Osutost krošanja je postotak osutosti lišća ili iglica u odnosu na normalno razvijenu krošnju iste vrste drveća u sličnim ekološkim i sastojinskim uvjetima (*ICP - Forests Manual, 1998.; Forest Health Monitoring, 1998*). Osutost krošanja utvrđuje se procjenom zastupljenosti lišća ili iglica u odnosu na optimalno referentno stanje te razvrstava u stupnjeve osutosti. Požutjelost čini postotak lišća ili iglica koji je promijenio boju u odnosu na normalnu boju zdravih stabala. Požutjelost se također procjenjuje u postotcima i razvrstava u stupnjeve požutjelosti. Kada kombiniramo osutost i požutjelost krošanja, dobije se oštećenost krošanja.

### **Odumiranje stabala obične jele**

Odumiranje stabala obične jele poznato je razmjerno dugo. Prvi put je zabilježeno 1856. godine, a zatim se svakih 20 do 30 godina ponavljalo, uvijek nakon sušnih i toplih godina. Najviše su stradavala starija stabla, koja su nakon sušnih godina fiziološki slabila i odumirala. Smanjenje ili izostanak oborina uz pojavu visoke temperature zraka slabi otpornost obične jele. Promjena klime u značajnoj je mjeri utjecala na život i razmnožavanje štetnih insekata, kao što je slučaj pojave moljca jelovih iglica (slika 37.).

Na intenzitet i rasprostranjenost propadanja jelovih šuma, osim pogoršanja ekoloških prilika, sve većeg utjecaja onečišćenja zraka, najviše djeluje pojava suše i štetnika koji se pojavljuju u određenim klimatskim uvjetima (povišena temperatura zraka s malo oborina). To potvrđuju i noviji rezultati procjena oštećenosti šuma i intenziteta odumiranja stabala obične jele.



**Slika 35. Masovno sušenje jele na obroncima Male Kapele**

Odumiranje srednje dobnih i starih stabala obične jele u novije vrijeme sve je više naglašeno i u gospodarskim šumama i u zaštićenim područjima. Pojedina stabla obične jele iznenada odumiru iako se razvijaju u podjednakim i povoljnim uvjetima kao i ostala stabla u sastojini. Prema današnjim spoznajama uzroci toj pojavi su sinergetsko nepovoljno djelovanje više različitih čimbenika (promjena klime, klimatski ekscesi, onečišćenje oborina, biotski čimbenici, promjene u tlu i dr.).

#### **Odumiranje stabala hrasta lužnjaka**

Problem odumiranja stabala u nizinskim šumskim ekosustavima aktualan je već više od jednog stoljeća. U nizinskim šumskim ekosustavima prema većini dosadašnjih spoznaja odumiranje stabala je uzrokovano primarno zbog promjena ekoloških uvjeta i nepovoljna utjecaja čovjeka. Propadanje šuma hrasta lužnjaka značajnije je u srednje dobnim i starijim sastojinama, dok su se mlađe sastojine prilagodile promjenama u staništu. Čimbenici koji izazivaju propadanje stabala su biotski, sastojinski i stanišni.

Katastrofalna propadanja šuma hrasta lužnjaka bila su nakon vlažnih godina 1966., 1967., 1972. i 1973., ali s pretežno suhim proljećem. Njima su prethodile sušne godine. Izmijenjeni ekološki uvjeti mogu nastupiti zbog klimatskih promjena (uzastopne sušne godine s vrućim ljetima), vodotehničkih zahvata, loših stručnih zahvata (monokulture), promjene šumske klime (nestanak nizinskog brijesta) i dr.

### **13.5 Štetni šumski insekti u uvjetima učestalih i izraženih sušnih razdoblja**

Populacije šumskih insekata fluktuiraju u prostoru i vremenu pod utjecajem brojnih stanišnih čimbenika. Osobito je snažan utjecaj klimatskih abiotičkih čimbenika koji umnogome uvjetuju sezonske oscilacije, višegodišnje fluktuacije, migracije i ostale najvažnije promjene

njihovih populacija. Taj se utjecaj uglavnom odvija kroz dva temeljna principa: posredno – slabljenjem vitaliteta ili stresnog utjecaja na biljke hraniteljice odnosno šumsko drveće (sušni stres, temperaturni stres) i neposredno – povišenje ambijentalne temperature stvara povoljnije prilike u rubnim područjima pridolaska nekih štetnika pa se oni šire u područja u kojima ih nije bilo ili su imali manje štetan učinak.

### **Povezanost šumskih insekata sa klimatskim promjenama**

Jedna od najzanimljivijih i najkontroverznijih znanstvenih tema u primijenjenoj ekologiji danas je problem globalnih promjena u stanju klime i pojava globalnog zatopljenja. U sklopu tih globalno-ekoloških istraživanja i rasprava važnu znanstvenu poziciju zauzima i istraživanje tih promjena na insekte uopće, a u najvećoj mjeri na vrste koje prebivaju u šumskim zajednicama.

Utjecaj suše također je intenzivno obrađivan u brojnim radovima koji se bave ekologijom šumskih insekata i insekata uopće. Suša svojim temperaturnim djelovanjem može povećati sposobnost detoksifikacije kod insekata i jačanje njihova imunološkog sustava. Povećane temperature tijekom sušnih razdoblja djeluju neposredno pozitivno na fiziologiju insekata koji se lakše odupiru biljnim toksinima i povećavaju učinkovitost svoga imunološkog aparata.

Suša pogoduje mikroorganizmima ali ne i prirodnim neprijateljima. Povišene temperature i koncentracija hranjiva u biljkama pogoduju razvoju mikroorganizama koji su korisni za rast i fiziologiju insekata. Istovremeno one djeluju vrlo nepovoljno na entomopatogene mikroorganizme, predatore i parazitoide. Suša može inducirati genetičke promjene kod insekata. Te se promjene mogu očitovati u prilagodbama na detoksifikaciju biljnih obrambenih komponenti i bolje korištenje hranjiva iz biljnih tkiva.

### **Stanje napada i dinamika gustoće populacija šumskih insekata u Hrvatskoj u proteklih 30-ak godina**

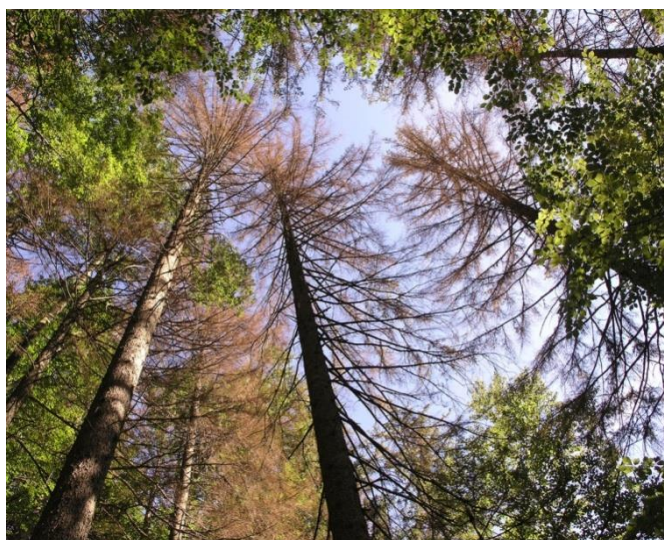
Stanje napada šumskih insekata u Hrvatskoj evidentira se već više od 20 godina pod okriljem Šumarskog instituta u Jastrebarskom pri kojem je definiran Dijagnozo-prognostički centar (u daljem tekstu DPC). Najopasniji štetnici nizinskih šumskih ekosustava i okolnih brdskih šuma kontinentalnog dijela su: gubar, zeleni hrastov savijač i nekoliko vrsta grbica, među kojima prednjače veliki i mali mrazovac.

U sastojinama četinjača svojom štetnošću prednjači borov četnjak gnijezdar. Ta je vrsta široko rasprostranjena i redovno se prati metodom brojanja zimskih zapredaka na čitavu području obalne i otočne Hrvatske. Običnu jelu, našu najvažniju četinjaču, povremeno napadaju



defolijatori, među kojima je najznačajnije mjesto pripalo jelinom moljcu igličaru (*Argyresthiafundella*). Sredinom pedesetih taj je maleni leptirić započeo svoju štetnu gradaciju u Gorskom kotaru. Od tada, njegova važnost pada iako je ostao na vrhu ljestvice opasnih defolijatora. Sukladno općim načelima međuodnosa šumskih insekata i klimatskih kolebanja momentalno svjedočimo jednom dinamičnom razdoblju u smislu pojave i razvoja problema izazvanog porastom populacija insekata defolijatora i ksilofaga.

Riječ je u najvećem dijelu o vrstama koje su odavna poznate šumarskoj praksi kao rizične, odnosno takve koje mogu značajnije promijeniti energetske tokove u šumskom ekosustavu i ugroziti trajnost gospodarenja. Recentne klimatske osobitosti omogućile su dapače i pojavu vrsta do danas nepoznatih za našu zemlju pa je primjerice 2003. godine na području Primorja prvi put utvrđena (u manjoj gradaciji) i vrsta potkornjaka na alpskom boru (*Tomicusdestruens*). Kao štetnici pojavile su se vrste koje su inače na našem području bile poznate tek kao faunistička zanimljivost (termiti na sjevernom Hrvatskom primorju). Osim povećanja šteta od te skupine šumskih štetnika očekuje se i povećanje rizika od unosa alohtonih vrsta, osobito vrsta s dalekog istoka i toplih aridnih područja, koje bi u tako izmijenjenim uvjetima mogle lakše formirati svoje inicijalne kolonije. Mogući, pak, nastavak sušna razdoblja ili opetovano razdoblje manjka oborine pogodovat će daljnjem razvoju populacija sekundarnih ksilofaga i komplicirati normalne gospodarske procese u šumarstvu (ali i u šumama posebne namjene, tj. onima unutar objekata zaštićenih prirodnih vrijednosti). Upravo 2003. i 2004. godina najslikovitije demonstriraju kakva je razorna moć potkornjaka (slika 38.) čije su populacije sada toliko povećane da ih normalne šumsko zaštitne mjere ne mogu svesti u prihvatljive okvire.



**Slika 36. Manifestacija napada potkornjaka na običnoj smreki.**

## 13.6 Zaštita šuma od štetnih insekata

Preventivne mjere zaštite od štetnih insekata u šumarstvu počivaju na poznatim i dobro utvrđenim načelima uzgajanja šuma koja podrazumijevaju podržavanje prirodnosti uzgojnih oblika, dobro razvijenu etažiranost, raznodobnu strukturu kada to priroda nalaže u gospodarenju šumom. Time se postiže optimalan vitalitet sastojine, čime je postignuta najveća otpornost na očekivane napade šumskih insekata. U okruženju eksploatacije i iskorištavanju šuma potrebno je uvažiti biološke značajke šumskih insekata i organizirati aktivnosti tako da se izbjegne pojava podudaranja najveće izloženosti šume i stabala s pojavom stadija pojedinih štetnika sposobnih za kolonizaciju i bujanje njihovih populacija. Te su mjere obuhvaćene načelima šumske higijene i također se primjenjuju od samih početaka organiziranog šumarstva u Hrvatskoj.

Preventivne mjere zaštite od šumskih insekata spadaju u okvire organiziranog šumarstva i potrebno ih je samo dosljedno provoditi, i to osobito u kontekstu povećanih rizika u smislu klimatskih promjena.

Kurativne mjere zaštite od šumskih insekata su brojne i obuhvaćaju sve poznate mehaničke, fizičke, kemijske, biološke i biotehničke mjere neposredne zaštite, a primjenjive su i u gospodarskim šumama i u šumama posebne namjene, te šumama pod različitim režimima zaštite. Potrebno je poduzeti proširenje legislative u obliku podzakonskih akata (poglavito Zakona o šumama i Zakona o biljnom zdravlju), redefiniranje financiranja sustava rane detekcije i monitoringa šumskih štetnika, proširenje navedenog sustava monitoringa na neke šumske insekte koji do sada nisu bili obuhvaćeni monitoringom, detaljnije definiranje metoda i postupaka, vođenje kompletnog sustava monitoringa i njegovo usaglašavanje sa sličnim sustavima u regiji, usvajanje preporučenih mjera kurativne zaštite od štetnih insekata s jasno definiranim izvorima financiranja, provedbom i nadzorom te utvrđivanjem uspješnosti i evidencijom rezultata.

## 14. GRADITELJSTVO I OKOLIŠ

Graditeljstvo je jedna od temeljnih djelatnosti na kojima počiva razvoj ljudske zajednice. Tijekom građenja i eksploatacije građevine neminovne su štete prouzročene na okolišu. Međutim, poznavanjem problema one mogu biti minimalizirane, a ignoriranjem problema te štete mogu biti nerazumno velike. Prilikom prostornog planiranja, gdje uz urbanističku struku, značajno sudjeluje i graditeljska, pažljivim planiranjem razvoja mogu se,

ne samo izbjeći značajne štete, nego čak i poboljšati stanje okoliša, prouzročeno prethodnim nepažljivim djelovanjem.

Porastom globalizacije i industrijalizacije porasli su i zahtjevi za čistim okolišem koje je moguće ispuniti unapređenjem tehnologija pretvarajući ih u održive i ekološki osviještene. Pojam održivosti definiran je na Earth Summitu u Rio de Janeiru 1992. godine kao pojam djelatnosti koja se odvija u skladu s ekološkim zakonima. Građevinarstvo je djelatnost koja troši najveću količinu prirodnih resursa, stoga je jedan od glavnih ciljeva pronaći alternativne izvore sirovina za gradnju u budućnosti prema kriterijima održivosti.

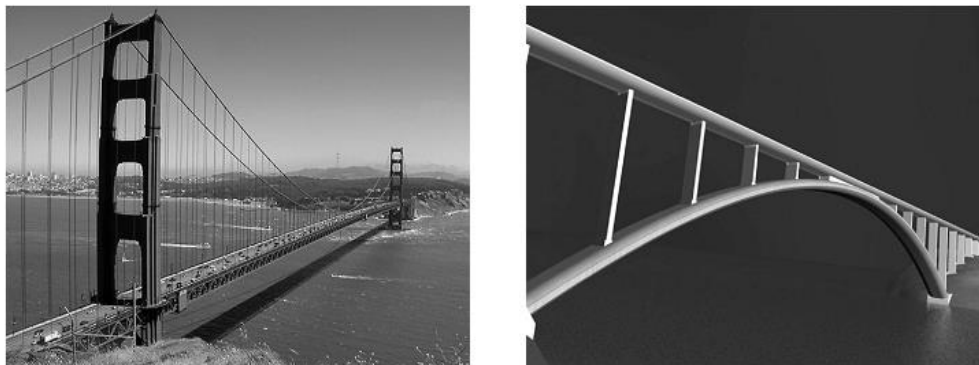
Pomoću nekih građevinskih materijala možemo oblikovati površine pravilnih, simetričnih oblika koji djeluju umirujuće i statično te su prikladni za velike urbane prostore. Drugim građevinskim materijalima možemo osobito naglasiti različite prostorne linije i time sam prostor naizgled proširiti ili suziti. Poveznica prostora i izbora materijala za građenje danas je ekološki održiva gradnja.

### **Odnos konstrukcije i materijala**

Svaka konstrukcija je izgrađena za neku određenu namjenu i pri tome je izložena raznim opterećenjima ili kombinacijama opterećenja. Materijal od kojeg je konstrukcija izgrađena ima ključnu ulogu u sposobnosti konstrukcije da preuzme projektirana opterećenja, a da pri tome zadrži projektom predviđenu funkcionalnost. Cilj je projektirati i izgraditi sigurnu, kvalitetnu i ekonomski isplativu konstrukciju uz definirane dimenzije i oblik.

Sve to treba biti u suglasju sa svojstvima materijala i njegovim graničnim vrijednostima, a potom slijedi optimalizacija i odabir materijala. Optimalizaciju i odabir materijala treba provoditi putem pokazatelja vrednovanja. Pokazatelji vrednovanja su kvantitativne veličine koje grupiranjem svojstava materijala omogućuju maksimiziranje ili minimiziranje nekog kriterija ocjenjivanja ponašanja materijala u elementu i/ili konstrukciji. Bez obzira na rezultat vrednovanja i na tehničku prikladnost materijala, ukoliko materijal nije raspoloživ u traženom obliku, dimenzijama, količini, roku isporuke i cijeni, izbor materijala nije uspješno obavljen. To sve više dolazi do izražaja kod materijala čiji su prirodni resursi ograničeni. Od projektanata i tehnologa sve se više traži da već pri specifikaciji materijala uvažavaju činjenicu o raspoloživosti materijala i uvjetima dobavljalivosti. Pri odabiru materijala za konstrukciju ne treba zanemariti niti estetske karakteristike i umjetnički značaj. Ovaj uvjet se može prikazati na primjeru mostogradnje. Estetski zahtjevi pri projektiranju mostova jesu: jasan i jednostavan statički sustav, dobri prostorni odnosi, uredno vođenje rubova koji određuju oblik konstrukcije, uklapanje u prostor/krajolik, izbor pogodnog građevinskog materijala, boja i osvjetljenja. Svojstva čelika omogućavala su nekoliko stoljeća tanke konstrukcijske elemente, malu težinu i

vitke konstrukcije (slika 39 a.), a zahvaljujući razvoju betona visokih čvrstoća i visokih uporabnih svojstava te zahtjeve danas možemo zadovoljiti i primjenom betona (slika 39 b.).



**Slika 37a) Most Golden Gate, San Francisco, b) Idejno rješenje mosta u Bakru**

Svaki materijal pruža određen, poseban izgled i daje prostoru individualan karakter. Prema tome, pri izboru materijala za unutarnje uređenje prostora također treba imati u vidu nekoliko zahtjeva: trajnost, stabilnost, udobnost, estetski izgled i lakoću održavanja, ali ne zapostaviti niti harmonično uklapanje u cjelokupnu konstrukciju.

## **14.1 Održiva gradnja**

Održivost je način življenja, pristup ukupnoj gospodarskoj djelatnosti u skladu sa zemljinim eko sustavom za što treba imati viziju razvoja. Osnovni princip održivog razvoja u graditeljstvu je korištenje što manje prirodnih resursa i stvaranje što manje po Zemlju štetnog otpada. Zaštita okoliša i ušteda energije postaju svjetski problemi u svim poljima tehnologije. Pri teorijskom razmatranju održivosti postoje četiri aspekta: ekološki, tehnološki, ekonomski, sociološki, a svaki od navedenih aspekata sadrži još niz podgrupa ili skupova.

### **Okolišno održiva industrija betona**

Beton je nedvojbeno bio građevinski materijal 20. stoljeća, a zbog njegovih prednosti pred drugim građevinskim materijalima, njegova masovna upotreba će biti neizbježna i u 21. stoljeću. Godišnje se u Europi proizvede više od 750 milijuna m<sup>3</sup>betona, što bi značilo da stanovnik Europe godišnje upotrijebi 4 tone betona. Iako beton, kao gotovi materijal, sam po sebi ne šteti okolišu, proizvodnja njegovih sastojaka šteti. Godišnja svjetska potrošnja portlandskog cementa iznosi oko 1,5 milijarde tona te se očekuje da će ta brojka zbog industrijalizacije zemalja u razvoju u budućnosti još i rasti. Samo u Aziji se potrošnja cementa u 11 godina gotovo udvostručila (godine 1994. iznosila je 0,68 milijardi, a 2005. 1 milijardu tona). Prilikom proizvodnje jedne tone portlandskog cementa u okoliš se emitira približno 850

kg CO<sub>2</sub>. Istraživanja su pokazala da je upravo cementna industrija odgovorna za 7% ukupno svjetske emisije CO<sub>2</sub>. Poznato je da je upravo emisija CO<sub>2</sub> u okoliš glavni razlog osnovnog ekološkog problema današnjice – globalnog zatopljenja. Obični beton sastoji se od 12% cementa, 8% vode i 80% agregata po masi betona. Osim problema potrošnje energije tijekom proizvodnje cementa i emisije velikih količina CO<sub>2</sub>, kod betonskih konstrukcija značajan problem predstavlja njihova trajnost što se u konačnici manifestira kao problem zbrinjavanja građevinskog otpada. Procjene su pokazale da se samo u Republici Hrvatskoj stvara otprilike 2,5 milijuna tona građevinskog otpada, od ukupnih devet milijuna tona svih vrsta otpada, što čini po stanovniku oko 600 kg/god.

Temelji održivosti u industriji betona leže u tri osnovna koraka: očuvanje prirodnih resursa zamjenom dijela agregata recikliranim građevinskim otpadom i korištenjem reciklirane vode, smanjenje emisije CO<sub>2</sub> zamjenom dijela cementa nusproduktima drugih industrija (zgurom, letećim pepelom, silikatnom prašinom, vapnencem) te projektiranje, gradnja i održavanje trajnijih betonskih konstrukcija (slika 40).



**Slika 40. Okolišno održiva industrija betona**

Pronalaženje rješenja za smanjenje negativnog utjecaja koji ljudske djelatnosti imaju na okoliš, zadatak je svih grana industrije. Građevinarstvu kao jednom od najvećih potrošača prirodnih resursa i zagađivača okoliša to treba biti primarni zadatak. Jedna od osnovnih postavki je promjena u načinu razmišljanja i djelovanja ljudi. Jedino u slučaju sagledavanja problematike zagađenja okoliša iz svih aspekata (ekoloških, ekonomskih, tehnoloških i socioloških), moguće je stvoriti tehnologiju koja je ekološki održiva.

Industrijalizacija je dovela do promjene zanimanja stanovništva, a napretkom tehnike i usavršavanjem prometnih sredstava, u gradovima je počeo naglo rasti broj stanovnika. Takva mjesta morala su imati sa svojim zaleđem i ostalim centrima dobre suvremene prometnice. Svaki grad ima svoju jedinstvenu strukturu od koje zavisi ulična mreža. Površinski javni promet nastao je iz potrebe prevoženja gradskog stanovništva iz jedne u drugu zonu ili sa jednog na drugi dio grada. Industrijska funkcija je, uz trgovačku funkciju, druga najveća funkcija urbanizma koju imaju i veliki i mali gradovi, javlja se samostalno i uz druge funkcije.

Proces urbanizacije započinje naglim preseljenjem stanovništva iz seoskih sredina u veća naselja i gradove. Razlog tome je najčešće nedostatak obrazovnih ustanova i nemogućnost zapošljavanja. To uzrokuje pritisak na gradove što se može riješiti decentralizacijom odnosno preseljenjem stanovništva u periferiju grada. Time dolazi do povećanja površine gradova te mijenjanja njegovog oblika. Gradovi na povoljnim prometnim položajima najčešći su izbor mjesta za stanovanje. Napredak tehnike i modernizacija gradova znatno utječe na čovjekov način života. U takvim uvjetima čovjek se suočava sa problemom onečišćenja okoliša te je potrebno smanjiti time izazvane štetne posljedice radi očuvanja ljudskog zdravlja i povećanja kakvoće življenja.

## **15. PROSTORNO PLANIRANJE I URBANIZAM**

### **15.1 Zakon o prostornom uređenju**

Republika Hrvatska ima vrlo dugu tradiciju samostalnog zakonskog reguliranja prostornog planiranja i uređenja, koja seže unatrag nekoliko desetljeća. Slična je situacija bila i sa zakonom koji regulira područje građenja, koji je međutim u razdoblju samostalne Hrvatske mnogo puta mijenjan.

#### **1. Opće odredbe**

Predmet zakona

Zakonom uređuje sustav prostornog uređenja: ciljevi, načela i subjekti prostornog uređenja, praćenje stanja u prostoru i području prostornog uređenja, uvjeti planiranja prostora, donošenje Strategije prostornog razvoja Republike Hrvatske, prostorni planovi uključujući njihovu izradu i postupak donošenja, provedba prostornih planova, uređenje građevinskog zemljišta, imovinski instituti uređenja građevinskog zemljišta i nadzor.

#### Osnovni pojmovi

Utvrđuju se osnovni pojmovi i definicije koji se kasnije koriste u tekstu zakona, npr. „građevinsko područje“ je područje određeno prostornim planom na kojemu je izgrađeno naselje i područje planirano za uređenje, razvoj i proširenje naselja, a sastoji se od građevinskog područja naselja, izdvojenog dijela građevinskog područja naselja i izdvojenog građevinskog područja izvan naselja”, te pojmovi: “građevinsko zemljište”, “komunalna infrastruktura”, “lokacijski uvjeti”, “nositelj izrade prostornog plana”, “gradilište” i dr.

### Ciljevi prostornog uređenja

1. ravnomjeran prostorni razvoj usklađen s gospodarskim, društvenim i okolišnim polazištima,
2. prostorna održivost u odnosu na racionalno korištenje i očuvanje kapaciteta prostora na kopnu, moru i u podmorju u svrhu učinkovite zaštite prostora,
3. povezivanje teritorija Države s europskim sustavima prostornog uređenja,
4. njegovanje i razvijanje regionalnih prostornih osobitosti,
5. međusobno usklađen i dopunjujući razmještaj različitih ljudskih djelatnosti i aktivnosti u prostoru radi funkcionalnog i skladnog razvoja zajednice uz zaštitu integralnih vrijednosti prostora,
6. razumno korištenje i zaštita prirodnih dobara, očuvanje prirode, zaštita okoliša i prevencija od rizika onečišćenja,
7. zaštita kulturnih dobara i vrijednosti,
8. dobro organizirana raspodjela i uređenje građevinskog zemljišta,
9. kvalitetan i human razvoj gradskih i ruralnih naselja te siguran, zdrav, društveno funkcionalan životni i radni okoliš,
10. cjelovitost vrijednih obalnih ekosustava i kakvoća mora za kupanje i rekreaciju,
11. odgovarajući prometni sustav, osobito javni prijevoz,
12. opskrba, funkcionalna pristupačnost i uporaba usluga i građevina za potrebe različitih skupina stanovništva, osobito djece, starijih ljudi i osoba smanjenih sposobnosti i pokretljivosti,
13. kvaliteta, kultura i ljepota prostornog i arhitektonskog oblikovanja,
14. stvaranje visokovrijednog izgrađenog prostora s uvažavanjem specifičnosti pojedinih cjelina te poštivanjem prirodnog i urbanog krajobraza i kulturnog naslijeđa, a posebice uređenja ugostiteljsko-turističkih područja na obalnom i kopnenom području uz zaštitu užeg obalnog pojasa od građenja,
15. prostorni uvjeti za razvoj gospodarstva,
16. nacionalna sigurnost i obrana Države te zaštita od prirodnih i drugih nesreća.

### Načela prostornog uređenja

Prostorno uređenje temelji se na načelima:

1. integralnog pristupa u prostornom planiranju,
2. uvažavanja znanstveno i stručno utvrđenih činjenica,
3. prostorne održivosti razvitka i vrsnoće gradnje,
4. ostvarivanja i zaštite javnog i pojedinačnog interesa,

5. horizontalne integracije u zaštiti prostora,
6. vertikalne integracije,
7. javnosti i slobodnog pristupa podacima i dokumentima značajnim za prostorno uređenje.

#### Bitni uvjeti za građevinu

Bitni uvjeti za građevinu određeni su ovim zakonom, tehničkim i drugim propisima donesenim temeljem ovog zakona, lokacijskim uvjetima određenim na temelju prostornih odnosno urbanističkih planova i drugih propisa. Bitni uvjeti za građevinu jesu: mehanička otpornost i stabilnost odnosno sprječavanje rušenja, deformacije građevina i sl., zaštita od požara (unutar zgrade i sprječavanje širenja vatre na susjedne građevine), osiguranje održavanja higijenskih uvjeta i zdravlja, zaštita okoliša i zaštita od buke, ušteda energije (energetska svojstva zgrade – certifikat, toplinska zaštita) i dr.

## **2. Prostorno uređenje**

#### Subjekti prostornog uređenja

Subjekti prostornog uređenja su: Hrvatski sabor i Vlada Republike Hrvatske, te predstavnička tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave donošenjem prostornih planova te donošenjem, odnosno prihvaćanjem drugih dokumenata propisanih ovim Zakonom. Stručnu utemeljenost planova i dokumenata osiguravaju tijela državne uprave, stručna upravna tijela, zavodi i druge pravne osobe registrirane za obavljanje stručnih poslova prostornog uređenja te ovlašteni arhitekti koji samostalno obavljaju stručne poslove prostornog planiranja.

#### Informacijski sustav prostornog uređenja

Podaci o prostoru su javni, a središnja tijela koja razvijaju, vode ili održavaju podatke o korištenju zemljišta, prostornim pokazateljima, osnovnoj namjeni prostora, javnoj komunalnoj i drugoj infrastrukturi, planovima i programima su državni zavod za prostorni razvoj i županijski zavodi za prostorno uređenje.

#### Zaštićena područja od posebnog interesa za državu

Zakonom se utvrđuje zaštićeno obalno područje mora odnosno pojasu (daljnjem tekstu: ZOP - ranije utvrđen Uredbom Vlade) je područje od posebnog interesa za Državu. ZOP obuhvaća područje obalnih jedinica lokalne samouprave. Planiranje i korištenje prostora ZOP-a se radi zaštite, ostvarenja ciljeva održivog, svrhovitog i gospodarski učinkovitog razvoja provodi uz ograničenja u pojasu kopna i otoka u širini od 1000 m od obalne crte i pojasu mora u širini od 300 m od obalne crte (u daljnjem tekstu: prostor ograničenja).Granice i područje



prostora ograničenja prikazuju se na Hrvatskoj osnovnoj karti (HOK) dopunjenoj ortofoto kartama.

U ZOP-u se prostornim planiranjem mora:

- očuvati i sanirati ugrožena područja prirodnih, kulturno-povijesnih i tradicijskih vrijednosti obalnog i zaobalnog krajolika te poticati prirodnu obnovu šuma i autohtone vegetacije,
- odrediti mjere zaštite okoliša na kopnu i u moru te osobito zaštititi resurse pitke vode
- osigurati slobodan pristup obali, prolaz uz obalu te javni interes u korištenju, pomorskog dobra
- očuvati nenaseljene otoke i otočiće prvenstveno za poljoprivredne djelatnosti, rekreaciju, organizirano posjećivanje, istraživanje i bez formiranja građevinskih područja
- uvjetovati razvitak infrastrukture zaštitom i očuvanjem vrijednosti krajolika
- ograničiti međusobno povezivanje i duž obalno proširenje postojećih građevinskih područja, odnosno nova građevinska područja planirati izvan površina koje su u naravi šume
- sanirati napuštena eksploatacijska polja mineralnih sirovina i proizvodna područja prvenstveno pejzažnom rekultivacijom ili ugostiteljsko-turističkom i sportsko-rekreacijskom namjenom.

#### Dokumenti prostornog uređenja

**Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske** (u daljnjem tekstu: Strategija) je temeljni državni dokument za usmjerenje razvoja u prostoru. Strategija u svrhu ostvarivanja ciljeva prostornog uređenja u skladu s ukupnim gospodarskim, društvenim i kulturnim razvojem, potrebama i mogućnostima, izraženim u temeljnim državnim razvojnim dokumentima (strategije, planovi, programi i sl.) koji se donose na temelju posebnih propisa, sukladno načelima prostornog uređenja, određuje dugoročne zadaće prostornog razvoja, strateška usmjerenja razvoja djelatnosti u prostoru i polazišta za koordinaciju njihovih razvojnih mjera u prostoru. Prostorni planovi, sektorske strategije, planovi i drugi razvojni dokumenti pojedinih gospodarskih i upravnih područja i djelatnosti ne mogu biti u suprotnosti sa Strategijom.

#### **Prostorni planovi državne razine**

*Državni plan prostornog razvoja* donosi se za područje Države. Državni plan prostornog razvoja propisuje:

- uvjete provedbe zahvata u prostoru za građevine državnog značaja,

- uvjete provedbe zahvata u prostoru državnog značaja koji se prema posebnim propisima koji uređuju gradnju ne smatraju građenjem,
- obvezu donošenja prostornog plana područja posebnih obilježja ako za to postoji potreba,
- smjernice za izradu urbanističkih planova uređenja na izdvojenim građevinskim područjima izvan naselja za gospodarsku namjenu državnog značaja,.

Prostorni plan područja posebnih obilježja donosi se obvezno za područje nacionalnog parka i parka prirode određeno posebnim zakonom te za područja određena Državnim planom prostornog razvoja. Prostorni plan područja posebnih obilježja se izrađuje i donosi ovisno o posebnostima prirodnih, kulturno-povijesnih, gospodarskih i/ili drugih obilježja, odnosno zahtjeva određenog prostora.

Urbanistički plan uređenja državnog značaja donosi se obvezno za područje određeno Državnim planom prostornog razvoja. Urbanistički plan uređenja državnog značaja propisuje uvjete provedbe svih zahvata u prostoru unutar svog obuhvata i uvjete provedbe infrastrukture izvan područja za koje se donosi urbanistički plan uređenja za potrebe tog područja.

**Prostorni planovi područne (regionalne) razine** (Prostorni plan županije i Prostorni plan Grada Zagreba, Urbanistički plan uređenja županijskog značaja)

**Prostorni planovi lokalne razine** (Prostorni plan uređenja grada, odnosno općine, Generalni urbanistički plan, Urbanistički plan uređenja)

#### Provođenje dokumenata prostornog uređenja

Dokumenti prostornog uređenja (prostorni planovi i dr.) provode se donošenjem odnosno izdavanjem lokacijske dozvole koja se temelji na lokacijskim uvjetima odnosno uvjetima građenja određenim prvenstveno u planovima uređenja.

Parcelacija građevinskog zemljišta može se provoditi samo u skladu s lokacijskom dozvolom, rješenjem o uvjetima građenja (za građevine čija je građevinska bruto površina manja od 400 m<sup>2</sup>), a za postojeće građevine rješenjem o utvrđivanju građevinske čestice.

#### Uređivanje građevinskog zemljišta

Uređivanje građevinskog zemljišta obuhvaća osiguranje sredstava JLS za to uređenje, pribavljanje dokumentacije i drugih podataka o prostoru, rješavanje imovinsko - pravnih poslova, građenje u svrhu proširenja i/ili poboljšanja komunalne i druge infrastrukture, sanaciju terena i koordinaciju subjekata i organizacija u čijem je djelokrugu rada građenje prometne, elektroopskrbne i telekomunikacijske mreže, te zdravstvenih, obrazovnih upravnih i drugih javnih građevina.

Lokacijska dozvola se izdaje za:

- eksploatacijsko polje, građenje rudarskih objekata i postrojenja koji su u funkciji izvođenja rudarskih radova, skladištenje ugljikovodika i trajno zbrinjavanje plinova u geološkim strukturama,
- određivanje novih vojnih lokacija i vojnih građevina,
- zahvate u prostoru koji se prema posebnim propisima koji uređuju gradnju ne smatraju građenjem,
- etapno i/ili fazno građenje građevine,
- građenje na zemljištu, odnosno građevini za koje investitor nije riješio imovinsko pravne odnose ili za koje je potrebno provesti postupak izvlaštenja.

Postupak izdavanja lokacijske dozvole pokreće se na zahtjev zainteresirane stranke.

Zahtjevu za izdavanje lokacijske dozvole podnositelj zahtjeva prilaže:

- tri primjerka idejnog projekta,
- izjavu projektanta da je idejni projekt izrađen u skladu s prostornim planom,
- posebne uvjete i/ili dokaz da je podnio zahtjev za utvrđivanje posebnih uvjeta ako isti nisu utvrđeni u roku propisanom ovim Zakonom,
- rješenje o prihvatljivosti zahvata za okoliš ako se radi o zahvatu u prostoru za koji se prema posebnim propisima provodi postupak procjene utjecaja zahvata na okoliš i/ili ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu,
- potvrdu o nostrifikaciji idejnog projekta, ako je projekt izrađen prema stranim propisima.

### **3. Građenje (gradnja)**

#### *Sudionici u gradnji*

Investitor je pravna ili fizička osoba u čije ime se gradi građevina. Investitor je dužan projektiranje i kontrolu projekata kao i stručni nadzor građenja građevine povjeriti za to nadležnim osobama.

Projektant je fizička osoba, tj. ovlašteni arhitekt ili ovlašteni inženjer, koji izrađuje projekte, između ostalog u skladu s lokacijskom dozvolom, bitnim uvjetima za građevinu i drugim propisima, te pravilima struke.

Izvođač je osoba koja gradi ili izvodi pojedine radove na građevini, u skladu s donesenim aktom o građenju (građevinska dozvola, potvrda glavnog projekta, rješenje o uvjetima građenja) i pravilima struke. Izvođač imenuje glavnog inženjera odnosno inženjera gradilišta kao voditelja radova na gradilištu.

Nadzorni inženjer je fizička osoba (ovlašteni arhitekt ili ovlašteni inženjer) koji u ime investitora provodi stručni nadzor građenja, pri čemu osigurava da se građevina i njeni pojedini dijelovi grade sukladno izdanom aktu o građenju odnosno izvedbenom projektu, pravilima struke i drugim propisima. Način otklanjanja nedostataka odnosno nepravilnosti nadzorni inženjer potvrđuje upisom u građevinski dnevnik, a o bitnim nepravilnostima dužan je obavijestiti investitora i građevinsku inspekciju. Nadzorni inženjer dužan je sastaviti završno izvješće o izvedenim radovima.

Revident je fizička osoba ovlaštena za kontrolu projekata odnosno njihovih dijelova. Revident je materijalno i krivično odgovoran za ispravnost projekta ili dijela projekta na koji je dao pozitivno izvješće.

Svi sudionici u gradnji (osim investitora) moraju imati završeno odgovarajuće visokoškolsko obrazovanje, određen broj godina proveden u struci (iskustvo), dokaze o praćenju unapređenja struke i položen državni (stručni) ispit. Primjerice za revidenta, koji je po stručnosti na vrhu te piramide, zahtjeva se da je diplomirani inženjer s najmanje 10 godina radnog iskustva u projektiranju osobito složenih građevina, te mu na njegov zahtjev, a po prethodno pribavljenom mišljenju povjerenstva, ovlaštenje za revidenta izdaje nadležni ministar. Inače se precizni uvjeti koje moraju ispuniti pojedini sudionici u građenju utvrđuju provedbenim propisima, temeljem ovog zakona, a dijelom i drugih propisa. Kontrola glavnog projekta provodi se s obzirom na bitne uvjete za građevinu.

### Projekti

Projekti se razvrstavaju prema namjeni i razini izrade. Idejni projekt izrađuje se u mjerilu 1:200, sastavni je dio rješenja o uvjetima građenja ili lokacijske dozvole, a u naravi je skup međusobno usklađenih nacрта i dokumenata, kojima se daju osnovna oblikovno-funkcionalna i tehnička rješenja građevine, te njen smještaj na građevinskoj čestici. Glavni projekt izrađuje se u mjerilu 1:100, preduvjet je za ishodit građevinske dozvole, a u naravi predstavlja skup međusobno usklađenih projekata, kojima se daje tehničko rješenje građevine, dokazuje ispunjavanje bitnih uvjeta za građevinu, a mora u cijelosti biti usklađen s idejnim projektom. Glavni projekt sadrži sljedeće projekte: arhitektonski, građevinski, elektrotehnički, strojarski, te troškovnik projektiranih radova, a po potrebi druge projekte, npr. geodetski, krajobrazni, projekt temeljenja, projekt zaštite od buke i dr.

Izvedbeni projekt izrađuje se u mjerilu 1:50, njime se razrađuju tehnička rješenja dana glavnim projektom, a izrađuje se samo za složenije građevine te je za iste izvedbeni projekt jedan od uvjeta za početak građenja. Kontrola glavnog projekta od strane revidenta, ovisno o karakteristikama građevine, mora se provesti obzirom na mehaničku otpornost i stabilnost,

uštedu energije i toplinsku zaštitu, higijenu, zdravlje, zaštitu okoliša odnosno zaštitu od buke. Sastavni dijelovi i oprema g. n. projekata uređuju se posebnim pravilnikom, koji se donosi temeljem ovoga zakona.

Zakonom su određeni sastavni dijelovi zahtjeva za izdavanje pojedinih vrsta akata o građenju (dozvola), kao i bitne provjere koje se moraju utvrditi i postupci koje se moraju provesti prije izdavanja predmetnih akata, te obveze investitora glede plaćanja komunalnog i vodnog doprinosa te građevinskih pristojbi kao i rok važenja izdate dozvole.

Tako primjerice zahtjev za izdavanje potvrde glavnog projektatora sadržavati:

- 3. primjerka glavnog projekta,
- presliku lokacijske dozvole,
- parcelacijski elaborat ovjeren od nadležnog tijela odnosno osobe,
- dokaz investitora da ima pravo graditi na građevinskoj čestici (dokument o vlasništvu, koncesiji, služnosti, ortakluku i sl.),
- ostale sastavnice.

*U postupku izdavanja potvrde utvrđuje se*

- da je glavni projekt izrađen u skladu s lokacijskom dozvolom, ovim zakonom i drugim propisima,
- da je građevinska čestica uređena (urbanizirana),
- da su zahtjevu, ovisno o složenosti građevine, priloženi svi dokumenti.

Potvrda glavnog projekta važi dvije godine od dana izdavanja, a može se produžiti za još dvije godine.

*Prijava početka građenja*

Započeti s gradnjom smije se, u ovisnosti o vrsti građevine, temeljem pravomoćnog akta o građenju i Elaborata iskolčenja izrađenog od nadležne osobe. Investitor je dužan u pisanom obliku prijaviti početak radova na građevini barem 8 dana prije početka građenja tijelu koje mu je izdalo akt o građenju, građevinskoj inspekciji i inspekciji rada.

Gradilište je prostor na kome se gradi, kao i ostalo područje koje služi prilikom izgradnje građevine. Gradilište u pravilu mora biti ograđeno i označeno pločom koja obvezno sadrži: podatke o investitoru, projektantu, izvođaču i nadzornom inženjeru, naziv i vrstu građevine, naziv tijela koje je izdalo akt o građenju te bitne podatke iz toga akta – urudžbeni i klasifikacijski broj, datum izdavanja i pravomoćnosti i dr.

**Građevinsko područje**

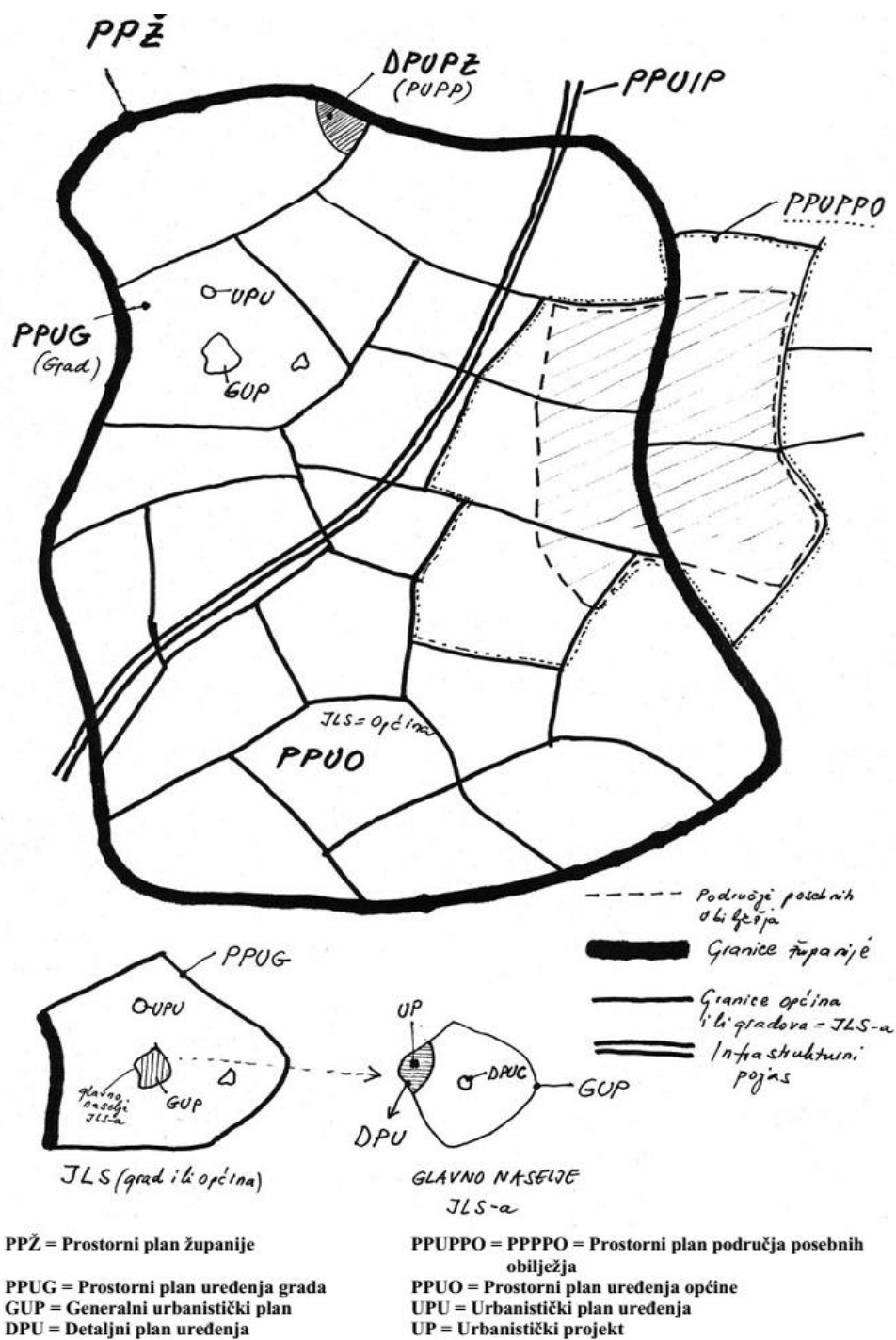
Prostornim planom uređenja općine ili grada utvrđuju se točne granice građevinskog područja naselja (slika 41.), a na temelju kriterija datih Prostornim planom županije. Naselja se

mogu izgrađivati samo na građevinskom području. Građevinsko područje je područje određeno prostornim planom na kojemu je izgrađeno naselje i područje planirano za uređenje, razvoj i proširenje naselja, a sastoji se od građevinskog područja naselja, izdvojenog dijela građevinskog područja naselja i izdvojenog građevinskog područja izvan naselja.

Dokumenti uređenja prostora utvrđeni zakonom (prostorni i urbanistički planovi), donose se Odlukom o donošenju na predstavničkom tijelu, koja sadrži: pregled sastavnih dijelova, popis obveznih priloga, naziv izrađivača, cjelokupne odredbe za provođenje, početak stupanja na snagu i dr. Predmetne odluke o donošenju u cijelosti se moraju objaviti u službenom glasilu: na razini države u "Narodnim novinama", a na razini Županije, Grada ili Općine u Službenim novinama nadležne županije.

Zakon utvrđuje koje dokumente odnosno akte izvođač mora imati na gradilištu, npr. akt o građenju, ovjerene projekte temeljem kojih se gradi, građevinski dnevnik, elaborat iskolčenja građevine, dokument o imenovanju nadzornog inženjera i dr.

Građenju građevine može se pristupiti na temelju pravomoćne građevinske dozvole, a graditi se mora u skladu s tom dozvolom, ako ovim Zakonom ili propisom donesenim na temelju ovoga Zakona nije drukčije propisano. Investitor može na vlastitu odgovornost i rizik pristupiti građenju na temelju izvršne građevinske dozvole.



**Slika 38. Grafički prikaz vrsta prostornih planova i područja na koja se odnose**

Građenju građevine za koju je lokacijskom dozvolom ili građevinskom dozvolom određeno formiranje građevne čestice može se pristupiti pod uvjetom ako je u katastru formirana građevna čestica.

Građevina izgrađena bez građevinske dozvole, kao i građevina za koju se vodi postupak obustave građenja ili uklanjanja građevine prema posebnom zakonu ne smije se priključiti na komunalne vodne građevine. Građevinska dozvola nema pravnih učinaka na vlasništvo i druga stvarna prava na nekretnini za koju je izdana i ne predstavlja pravnu osnovu za ulazak u posjed nekretnine.

Uporabna dozvolaje upravni akt koji, ovisno o vrsti građevine, izdaje nadležno ministarstvo odnosno nadležno županijsko ili tijelo velikog grada. Nakon završetka izgradnje investitor podnosi zahtjev za izdavanje uporabne dozvole nadležnom tijelu i zahtjevu prilaže:

- presliku akta o građenju,
- podatke o sudionicima u gradnji,
- pisanu izjavu izvođača o izvedenim radovima,
- završno izvješće nadzornog inženjera o izvedbi građevine.

Nadležno tijelo osniva povjerenstvo za tehnički pregled građevine. Tehnički pregled obavlja se u pravilu na mjestu građevine u određenom roku od zaprimanja zahtjeva (60 dana ministarstvo, 30 dana ostali). Pri tom investitor mora dati na uvid cjelokupnu dokumentaciju koju je izvođač inače morao imati na gradilištu te geodetski situacijski nacrt za izgrađenu građevinu. Povjerenstvo temeljem obavljenog tehničkog pregleda građevine i uvida u dokumentaciju izrađuje zapisnik (sukladno odrednicama pravilnika kojim se regulira ta materija, a koji se donosi temeljem ovog zakona), koji završava stavom da se izgrađena građevina može koristiti ili stavom da se izgrađena građevina može koristiti ukoliko se otklone ustanovljeni nedostaci - pri čemu je rok za uklanjanje nedostataka u pravilu 90 dana.

Temeljem odgovarajućeg (uporabnog) akta, tj. uporabne dozvole, završnog izvješća nadzornog inženjera i dr., katastarski će ured evidentirati predmetnu građevinu u katastarskom operatoru. Rješenje za obavljanje djelatnosti (npr. gospodarske djelatnosti ugostiteljstva, obavljanja nekog obrta i sl.) za određenu građevinu ili njen dio izdaje se po posebnom zakonu i to samo ako je za tu građevinu izdan akt o uporabi.

Vlasnik građevine odgovoran je za njezino održavanje, te ju održavati na način da se ne naruše bitna svojstva građevine. Održavanje građevine, te poslovi praćenja stanja građevine, u ovisnosti o vrsti građevine, propisuju se posebnim pravilnikom temeljem ovoga zakona.

#### *Uklanjanje građevine*

Građevine se mogu ukloniti samo temeljem dozvole za uklanjanje građevine. Dozvolu izdaje nadležno tijelo temeljem zahtjeva vlasnika odnosno investitora, a zahtjevu se prilažu 3 primjerka projekta uklanjanja građevine, dokumenat vlasništva i ostali prilozi. Ostale vrste građevina vlasnik smije ukloniti bez predmetnog akta. Kod uklanjanja građevine, u ovisnosti



od vrste građevine, valja provesti stručni nadzor u pogledu stabilnosti i otpornosti, zdravlja i zaštite okoliša.

#### **4. Nadzor**

Zakon razlikuje upravni i inspekcijski nadzor. Upravni nadzor odnosi se na nadzor provedbe ovog zakona i propisa donesenih temeljem njega, tako da će po pravu upravnog nadzora ministarstvo poništiti dokument prostornog uređenja, akt lokacije, akt građenja ili akt uporabe građevine, ukoliko utvrdi da su tim dokumentima povrijeđene materijalne odredbe ovoga zakona. Dakle, upravni nadzor se odnosi na postupanje javnih osoba. Inspekcijski nadzor provode u području prostornog uređenja urbanistički, a u području građenja građevinski inspektori, koji su raspoređeni u Upravi za inspekcijske poslove ministarstva i u područnim jedinicama ministarstva u sjedištima i izvan sjedišta statuse glavnog građevinskog i glavnog urbanističkog inspektora, višeg građevinskog i županija. Zakon utvrđuje višeg urbanističkog inspektora i građevinskog i urbanističkog inspektora, te utvrđuje obveznu školsku spremu i broj godina rada u struci.

Zakon dalje utvrđuje ovlasti inspektora, npr. slobodan ulaz u gradilište, uzimanje izjava od stranaka, korištenje policijske zaštite u slučaju potrebe, neometan pregled dokumentacije na gradilištu i u arhivama nadležnih tijela, traženje uzorkovanja i vještačenja, privremeno oduzimanje dokumentacije i dr. Stranke u inspekcijskom postupku mogu biti sudionici u gradnji, nadležna tijela koja provode upravni postupak u svezi prostornog uređenja i gradnje, JLS i županije. Inspektor temeljem inspekcijskog pregleda izrađuje zapisnik, a stranci u hitnim slučajevima može i usmenim rješenjem narediti da smjesta (bez odlaganja) poduzme hitne mjere (sanacija kod opasnosti od urušavanja i sl.), obustavu radova na građevini ili njenom dijelu ili zabraniti korištenje građevine i dr., a pisani otpisak predmetnog rješenja mora otpremiti stranci u roku od 8 dana.

U ostalim slučajevima, ako inspektor u provedbi nadzora utvrdi povredu ovog zakona ili propisa donesenih temeljem njega donosi inspekcijsko rješenje, koje se dostavlja stranci. Stranka koja nije zadovoljna rješenjem može se u zadanom roku žaliti nadležnom ministarstvu kao drugostupanjskom organu odnosno u određenim okolnostima pokrenuti upravni spor.

U zaključku rješenja inspektor ima pravo narediti strankama:

- otklanjanje nepravilnosti – u određenom roku,
- zabranu ugradnje određenog građevinskog proizvoda,
- otklanjanje oštećenja na postojećoj građevini,

- obustavu daljnjeg građenja (u slučaju nepostojanja akta o građenju ili kada se građevina ne gradi sukladno tom aktu odnosno projektu),
- uklanjanje građevine (u slučaju da je građevina izgrađena bez akta o građenju ili nije izgrađena prema glavnom projektu, a osobito ako je izgrađena na način da ugrožava sigurnost susjednih građevina ili ljudi).

U provedbi inspekcijskog nadzora građevinski inspektor u opravdanim okolnostima ima pravo i dužnost na licu mjesta narediti zatvaranje gradilišta, posebnim znakom i onemogućiti korištenje, oruđa, strojeva i drugih sredstava pečaćenjem.

Ukoliko inspektor na terenu utvrdi da su aktima kojima se odobrava građenje, uklanjanje ili uporaba građevine, povrijeđene materijalne odredbe ovoga zakona, predložiti će ministarstvu da se takav akt poništi po pravu upravnog nadzora.

## **5. Kaznene odredbe**

Postupci pravnih i fizičkih osoba odnosno odgovornih osoba u pravnim osobama, koji su suprotni odredbama ovog zakona, propisima donesenim temeljem njega i rješenjima ministarstva odnosno inspekcije kažnjavaju se u pravilu naplatom novčanih kazni, te oduzimanjem ovlasti odnosno dozvole za obavljanje djelatnosti na određeno vrijeme.

Zakonom su izrijekom utvrđene različite vrste prekršaja i za njih pripadajuće visine kazni (5.000, 10.000, 15.000, 25.000, 50.000 i 100.000 kn), te prekršaji koji imaju za posljedicu oduzimanje dozvole na određeno vrijeme - za osobe koje obavljaju poslove prostornog uređenja, osobe ovlaštene za izradu parcelacijskog elaborata, sudionike u građenju (investitor, projektant, izvođač, revident, nadzor) i vlasnike građevina.

## **15.2 OSNOVNI DOKUMENTI PROSTORNOG UREĐENJA RH**

### **15.2.1 Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske**

*- dugoročni dokument*

Utvrdjuje dugoročne ciljeve i zadaće prostornog razvoja i planiranja u skladu s ukupnim gospodarskim, društvenim i kulturnim razvojem države. Strategija se izrađuje se za razdoblje od 20 godina i više, a podliježe reviziji barem jednom u 8 godina.

Strategija, između ostalog, sadrži osnove za usklađivanje organizacije države, planske koncepcije za pojedine važne cjeline u prostoru države i drugo.

### **15.2.2 Program prostornog uređenja Republike Hrvatske**

*- dugoročni dokument*

Rekapitulira ciljeve razvoja u prostoru, utvrđuje prioritete i dinamiku zahvata, zaštitu okoliša, sustav središnjih naselja, razvoj infrastrukture od interesa za državu, i to temeljem

Strategije prostornog uređenja države. Program je dugoročni dokument, ali podliježe reviziji barem jednom u 4 godine.

Odgovorni nositelj Strategije i Programa je ministarstvo nadležno za prostorno uređenje – u daljnjem tekstu – nadležno ministarstvo, a izrađuje ih Hrvatski zavod za prostorni razvoj uz pomoć najvažnijih znanstvenih i stručnih institucija u državi.

Oba ova strateška dokumenta, nakon mišljenja odnosno prijedloga nadležnog ministarstva, Savjeta za prostorno uređenje države i Vlade, donosi Sabor.

### **15.2.3 Izvješće o stanju u prostoru**

*- četverogodišnje izvješće*

Utvrđuje analizu provođenja dosadašnjih dokumenata (prostornih planova, planova uređenja) i daje ocjenu provedenih mjera.

### **15.2.4 Program mjera stanja u prostoru**

*- četverogodišnji program*

Utvrđuje potrebu izrade novih, odnosno izmjenu i dopunu postojećih dokumenata prostornog uređenja, zatim potrebu pribavljanja podataka i izradu određenih stručnih podloga, izvore financiranja, te dinamiku uređenja zemljišta, sukladno donesenim prostornim planovima (“urbanizacija prostora”).

Izvješće o stanju u prostoru i Program mjera unapređenja stanja u prostoru donose se za područje države, županija i sva područja općina i gradova.

Odgovorni nositelji definirani su prema razinama: nadležno ministarstvo, županije, gradovi i općine, a izrađivači su za državnu i županijsku razinu su državni i županijski zavod (Zavod za prostorni razvoj županije), a za gradsku i općinsku razinu najčešće pravne osobe registrirane za obavljanje te djelatnosti (planerske odnosno projektne organizacije). Ove dokumente donose predstavnička tijela države, županija, gradova i općina.

### **Prostorni plan županije – PPŽ**

- dugoročni dokument,
- Prostornim planovima propisuju se
  - uvjeti za građenje građevina i provedbu drugih zahvata u prostoru na određenoj razini i/ili lokaciji u skladu s kojima se izdaje akt za provedbu prostornog plana, smjernice za izradu prostornih planova uži područja kada je to propisano Zakonom i mjere za urbanu sanaciju ako su potrebne,
  - uvjeti provedbe zahvata u prostoru propisuju se odredbama za provedbu prostornog plana i/ili njegovim grafičkim dijelom,

- mjere za urbanu sanaciju propisuju se prostornim planom za područje za koje se tim planom propisuju uvjeti provedbe zahvata u prostoru,
- mjere za urbanu sanaciju propisuju se prostornim planom za područja na kojima pretežu zgrade ozakonjene na temelju posebnog zakona.

#### Sadržaj prostornih planova

Prostorni plan obvezno sadrži tekstualni dio (odredbe za provedbu prostornog plana) i grafički dio. Odredbe za provedbu prostornog plana sadrže u obliku pravne norme odvojeno odredbe kojima se propisuju uvjeti provedbe zahvata u prostoru od smjernica za izradu prostornih planova užih područja u slučajevima propisanim ovim Zakonom i od mjera za urbanu sanaciju, ako su takve mjere potrebne. Grafički dio prostornog plana sastoji se od kartografskih prikaza na koje upućuju odredbe za provedbu prostornog plana.

#### **Prostorni plan područja posebnih obilježja – PPPPO**

Prostorni plan područja posebnih obilježja donosi se obvezno za područje nacionalnog parka i parka prirode određeno posebnim zakonom te za područja određena Državnim planom prostornog razvoja. Prostorni plan područja posebnih obilježja se izrađuje i donosi ovisno o posebnostima prirodnih, kulturno-povijesnih, gospodarskih i/ili drugih obilježja, odnosno zahtjeva određenog prostora.

Prostorni plan područja posebnih obilježja određuje obvezu donošenja urbanističkog plana uređenja državnog značaja i njegov obuhvat.

Prostorni plan područja posebnih obilježja propisuje:

- mjere za unaprjeđenje i zaštitu prirode, okoliša, kulturnih dobara i drugih vrijednosti područja,
- uvjete provedbe svih zahvata u prostoru planiranih na području za koje se ne donosi urbanistički plan uređenja,
- smjernice za izradu urbanističkih planova uređenja.

Prostorni plan područja posebnih obilježja sadrži:

- temeljnu organizaciju i razgraničenje prostora područja prema namjeni, uključujući i građevinsko područje naselja i izdvojeni dio građevinskog područja naselja ako takvo postoji,
- razmještaj funkcija od važnosti za upravljanje područjem,
- sustav infrastrukture i građevina javne i društvene namjene,
- mjere korištenja, uređenja i zaštite tog područja s prioritetnim aktivnostima.

#### **Prostorni plan uređenja općine ili grada – PPUO/G**

- dugoročni dokument,

Prostorni plan uređenja grada, odnosno općine donosi se obvezno za područje grada, odnosno općine.

Prostorni plan uređenja grada, odnosno općine određuje:

1. građevinsko područje naselja, izdvojeno građevinsko područje izvan naselja i izdvojeni dio građevinskog područja naselja,
2. neizgrađeni dio građevinskog područja naselja, izdvojenog građevinskog područja izvan naselja i izdvojenog dijela građevinskog područja naselja, za koje se ne donosi generalni urbanistički plan te neuređeni dio tih područja,
3. dio građevinskog područja naselja, izdvojenog građevinskog područja izvan naselja i izdvojenog dijela građevinskog područja naselja, za koje se ne donosi generalni urbanistički plan, planiran za urbanu preobrazbu i urbanu sanaciju,
4. obuhvat generalnog urbanističkog plana,
5. obuhvat urbanističkih planova uređenja koji se donose u građevinskom području naselja i izdvojenom građevinskom području izvan naselja koje određuje grad, odnosno općina, a za koje se prema ovom Zakonu ne donosi generalni urbanistički plan,
6. koridore infrastrukture značajne za grad, odnosno općinu.

Prostorni plan uređenja grada, odnosno općine propisuje:

- uvjete provedbe svih zahvata u prostoru izvan građevinskog područja, osim zahvata državnog i županijskog značaja,
- uvjete provedbe svih zahvata u prostoru u dijelu građevinskog područja naselja i dijelu izdvojenog građevinskog područja izvan naselja kojeg određuje grad, odnosno općina, a za koje se prema ovom Zakonu ne donosi generalni urbanistički plan ili urbanistički plan uređenja, te u izdvojenom dijelu građevinskog područja naselja,
- smjernice za izradu urbanističkih planova uređenja koji se prema Zakonu donose u građevinskom području naselja i izdvojenom građevinskom području izvan naselja, a za koje se ne donosi generalni urbanistički plan.

Prostorni plan uređenja grada, odnosno općine može za dijelove građevinskog područja, za koje se prema ovom Zakonu obvezno donosi urbanistički plan uređenja, propisivati uvjete provedbe zahvata u prostoru s detaljnošću propisanom za urbanistički plan uređenja.

Poseban oblik prostornog plana je.:

### **Generalni urbanistički plan – GUP**

- srednjoročni dokument,

Generalni urbanistički plan donosi se obvezno za građevinsko područje naselja i izdvojeno građevinsko područje izvan naselja središnjeg naselja velikog grada.

#### Generalni urbanistički plan određuje:

- neizgrađeni dio građevinskog područja naselja i izdvojenog građevinskog područja izvan naselja za koje se donosi generalni urbanistički plan te neuređeni dio tih područja
- dio građevinskog područja naselja i izdvojenog građevinskog područja izvan naselja, planiran za urbanu preobrazbu i urbanu sanaciju
- obuhvat urbanističkih planova uređenja koji se prema ovom Zakonu donose za građevinsko područje naselja i izdvojeno građevinsko područje izvan naselja koje određuje grad, odnosno općina.

#### Generalni urbanistički plan propisuje:

- uvjete provedbe svih zahvata u prostoru unutar dijela svog obuhvata za koji se ne donosi urbanistički plan uređenja
- smjernice za izradu urbanističkih planova uređenja čiji je obuhvat određen generalnim urbanističkim planom.

Generalni urbanistički plan može za dijelove građevinskog područja za koje se prema Zakonu obvezno donosi urbanistički plan uređenja propisivati uvjete provedbe zahvata u prostoru s detaljnošću propisanom za urbanistički plan uređenja.

### **Urbanistički plan uređenja – UPU**

– srednjoročni dokument, 10-20 god.

Urbanistički plan uređenja donosi se obvezno za neuređene dijelove građevinskog područja i za izgrađene dijelove tih područja planiranih za urbanu preobrazbu ili urbanu sanaciju.

Donošenje urbanističkog plana uređenja nije obvezno za područje za koje su prostornim planom uređenja, odnosno generalnim urbanističkim planom propisani uvjeti provedbe zahvata u prostoru s detaljnošću propisanom za urbanistički plan uređenja.

Iznimno, akt za građenje može se izdati za rekonstrukciju postojeće građevine i za građenje nove građevine na mjestu ili u neposrednoj blizini mjesta prethodno uklonjene

postojeće građevine unutar iste građevne čestice, kojom se bitno ne mijenja namjena, izgled, veličina i utjecaj na okoliš dotadašnje građevine. Urbanistički plan uređenja propisuje uvjete provedbe svih zahvata u prostoru unutar svog obuhvata.

U svrhu propisivanja uvjeta urbanistički plan uređenja, uz ostale propisane dijelove, obvezno sadrži:

- detaljnu podjelu područja na posebne prostorne cjeline s obzirom na njihovu namjenu
- prikaz građevnih čestica namijenjenih za građenje, odnosno uređenje površina javne namjene
- druge detaljne uvjete korištenja i uređenja prostora te građenja građevina.

## **15.3 OSTALI DOKUMENTI UREĐENJA PROSTORA**

### **Plan infrastrukturnog pojasa (koridora)**

Izrađuje se za pojas temeljnih infrastrukturnih uređaja (cesta, željeznica, plinovod, naftovod). Donosi se temeljem odluka na državnoj i županijskim razinama, prije svega temeljem SPR i PPU, te odredbenog dijela PPŽ. Izuzetno se može donijeti i temeljem odredaba za provođenje drugih prostornih planova i Programa za unapređenje stanja u prostoru.

Najvažniji cilj izrade ovoga plana je uštedana prostoru (infrastrukturni vodovi ne vode se neovisno jedan od drugoga čime se nekoliko puta smanjuje potrebna površina), te ostali ciljevi od kojih ističemo smanjenje troškova izgradnje i održavanja infrastrukturnih vodova, povećanje pristupačnosti kod izgradnje i lakši nadzor nakon izgradnje (otklanjanje kvarova, saniranje havarija odnosno čuvanje vodova od terorističkih napada).

Naši pozitivni zakoni ne određuju izrijeком izradu Plana infrastrukturnog pojasa, te se on izrađuje pod naslovom, odnosno u okviru Prostornog plana uređenja područja posebnih obilježja.

### **Prostorni plan urbane regije (gradska regija, metropolsko područje)**

Izrađuje se za područja polarizirane regije oko velikih gradova, tj. za prostore koji su snažno urbanizirani i prožeti zajedničkim odnosima, a često i interesima, te koriste zajedničke sustave ili njihove dijelove (prometni sustavi, infrastruktura i usluge zdravstva, školstva, komunalni servisi). Ovaj plan nije izrijeком utvrđen našim zakonima, može se izrađivati u okviru Prostornog plana uređenja područja posebnih obilježja.

### **Urbanistički projekt**

Izrađuje se za manji dio naselja gradskog karaktera odnosno za manja područja, kvart, niz zgrada, urbanistički kompleks (idejno urbanističko-arhitektonsko rješenje i idejni urbanističko-arhitektonski projekt).

## **16. STANDARDIZIRANI POSTUPCI I MJERE U SVEZI ODRŽIVOG RAZVOJA I ZAŠTITE OKOLIŠA**

Najvažnije standardizirane postupke i mjere odnosno predmetne dokumente kojima se osigurava održivi razvoj i zaštita okoliša možemo po njihovoj prirodi podijeliti u četiri područja:

- standardizirani postupci glede utjecaja na okoliš i javna rasprava
- planovi intervencija i ostali postupci
- prijevoz i rukovanje opasnim tvarima
- prostorni planovi

### **16.1 Standardizirani postupci glede utjecaja na okoliš i javna rasprava**

Najvažniji standardizirani postupci kojima se osigurava OR i ZO u RH jesu:

- Procjena utjecaja na okoliš (pojedinačnih zahvata),
- Strateška procjena utjecaja na okoliš,
- Ocjena prihvatljivosti zahvata u prirodu,
- Javna rasprava u postupku donošenja prostornih planova, PUO, SPUO i dr.
- Objedinjeni uvjeti zaštite okoliša (jedinstvena dozvola za okoliš).

#### **1. Procjena utjecaja na okoliš**

(za pojedinačne zahvate i radnje u prostoru, okolišu)

##### **Općenito**

Procjena utjecaja zahvata na okoliš (u daljnjem tekstu PUO) je postupak ocjenjivanja prihvatljivosti planiranih građevina odnosno pojedinih zahvata u prostoru, koji bi mogli imati znakoviti učinak na kvalitetu budućeg okoliša (nova izgradnja ili rekonstrukcija postojećeg).

PUO se provodi prije izdavanja lokacijske dozvole (ili drugog odobrenja za zahvat za koji izdavanje lokacijske dozvole nije obvezno), a Odluka o prihvatanju Studije utjecaja na okoliš odnosno Rješenje nadležnog tijela o prihvatljivosti zahvata, jedan je od bitnih uvjeta za izdavanje lokacijske dozvole. PUO je određen Zakonom o zaštiti okoliša.

##### **Studija utjecaja zahvata na okoliš**



Stručna podloga za PUO je Studija utjecaja na okoliš (u daljnjem tekstu SUO). SUO izrađuje pravna (stručna) osoba registrirana za izradu dokumentacije o zaštiti okoliša (projektna ili slična organizacija, prema novom zakonu - ovlaštenik), a po nalogu i za račun nositelja zahvata u prostoru odnosno građevine (investitora).

Nositelj zahvata može, prije izrade SUO, pisanim zahtjevom od ministarstva ili nadležnog županijskog tijela, zatražiti da mu se, obzirom na namjeravani zahvat, izda Uputa o sadržaju SUO.

### **SUO sadrži sljedeće dijelove:**

#### A Opis zahvata i lokacije

- svrha zahvata (izgradnje građevine);
- podaci iz dokumenata prostornog uređenja;
- opis okoliša lokacije i područja utjecaja zahvata;
- obilježja okoliša: meteorološki odnosno klimatološki podatci, hidrološki, geološki, geotehnički, seizmološki, pedološki, bioekološki, krajobrazni, zdravstveni, sociološki, urbani, ruralni, prometni i sl.;
- opis zahvata (građevine, tehnologija);
- procjena troškova realizacije i troškova kod uobičajenog pogona (rada) zahvata (građevine);
- opis odnosa nositelja zahvata s javnošću prije izrade SUO.

#### B Ocjena prihvatljivosti zahvata

- pregled mogućih utjecaja zahvata na okoliš tijekom njegove pripreme, građenja, rada – tj. funkcioniranja (proizvodnje, prometa), te nakon prestanka korištenja;
- utjecaji na klimu, krajobraz, ljude (zdravlje i dr.) – prema gore navedenim obilježjima okoliša,
- analiza koristi i troškova (cost-benefit analiza) zahvata,
- usklađenost zahvata s međunarodnim obvezama RH;
- odabir i prijedlog varijante zahvata obzirom na utjecaj na okoliš.

#### C Mjere zaštite okoliša– u daljnjem tekstu: MZO i Plan provedbe MZO

- prijedlog MZO tijekom pripreme i izvođenja zahvata, kod normalnog rada, kod akcidentnih stanja, te kod prestanka rada;
- prijedlog “Praćenja stanja okoliša”«monitoring»;
- procjena troškova MZO i monitoriga i udio tih troškova u ukupnim troškovima zahvata.

#### D Zaključak SUO– u skraćenom obliku

- obrazloženje najprikladnije varijante zahvata;

- prikaz utjecaja te varijante na okoliš;
- MZO sukladno C; monitoring.

#### E Sažetak SUO za javni uvid

#### F Izvori podataka

- dokumenti prostornog uređenja i ZO i drugi planski dokumenti;
- propisi;
- statistički pregledi;
- stručni i znanstveni radovi i sl

Nakon izrade SUO, nositelj zahvata podnosi nadležnom tijelu pisani zahtjev za PUO, kome prilaže SUO i drugu potrebnu dokumentaciju. SUO ocjenjuje Savjetodavno stručno povjerenstvo za ocjenu SUO (u daljnjem tekstu Povjerenstvo).

Ministarstvo imenuje Povjerenstvo za zahvate u prostoru od državnog značaja (u pravilu za građevine za koje ministarstvo izdaje lokacijsku dozvolu), a nadležno županijsko tijelo za poslove zaštite okoliša za ostale zahvate u prostoru za koje valja provesti PUO.

Sastav i broj članova Povjerenstva nadležno tijelo imenuje iz redova djelatnika tijela državne uprave (ministarstva, županijski uredi državne uprave, nadležnih tijela prema posebnom propisu), iz redova znanstvenika i drugih stručnjaka za određena područja (zaštita voda, zaštita od buke, ekonomsko vrednovanje i sl.), te predstavnika županija i jedinica lokalne samouprave s područja na kome se namjerava poduzeti zahvat u prostoru (izgraditi građevina).

### **Rad Savjetodavnog stručnog povjerenstva za ocjenu SUO**

Povjerenstvo radi u sjednicama sastajući se na sjednicama (uobičajene su dvije sjednice – jedna prije, a jedna nakon javnog uvida odnosno javne rasprave).

Na prvoj sjednici, Povjerenstvo, nakon ranijeg uvida u SUO i analize na samoj sjednici, može donijeti jednu od sljedeće tri odluke:

- ocijeniti da SUO sadrži bitne nedostatke koje nije moguće otkloniti u zakonom propisanom roku, te u tom slučaju donosi zaključak da se uskrati odobrenje za zahvat;
- ocijeniti da SUO sadrži nedostatke koje je moguće otkloniti u zakonom propisanom roku, te tada od nositelja zahvata traži da u primjerenom roku osigura: dopunska obrazloženja odnosno dopunu i/ili izmjenu SUO odnosno dodatna stručna mišljenja potrebna za ocjenu SUO i sl.;
- ocijeniti da je SUO cjelovita i stručno utemeljena.

Povjerenstvo donosi odluku o stavljanju SUO na javni uvid kada ocjeni da je SUO cjelovita i stručno utemeljena. SUO se stavlja na javni uvid najmanje u trajanju od 14, a najviše 21 dan. Javni uvid obavlja se identično kao i javni uvid kod Javne rasprave.

Javni uvid koordinira upravno tijelo nadležno za poslove zaštite okoliša županije na čijem je području predviđena lokacija zahvata. To tijelo dostavlja Povjerenstvu mišljenja, prijedloge i primjedbe s javnog uvida u roku od 8 dana po proteku javnog uvida.

Nakon javnog uvida (i provedene javne rasprave za vrlo složene zahvate u prostoru), Povjerenstvo donosi zaključak kojim se predlaže: odobrenje ili uskraćenje za predmetni zahvat u prostoru.

Zaključku Povjerenstva prilažu se obrazloženja i odgovori Povjerenstva na mišljenja, prijedloge i primjedbe s javnog uvida koje Povjerenstvo nije prihvatilo. Povjerenstvo može predložiti dodatne mjere zaštite okoliša i dodatni program praćenja stanja okoliša vezano za zahvat. Povjerenstvo je dužno u roku od 8 dana nakon donošenja zaključka, dostaviti cjelokupnu dokumentaciju Ministarstvu odnosno nadležnom tijelu županije ako ono provodi PUO.

Odluke Povjerenstva donose se natpolovičnom većinom nazočnih. Glasa se javno. O radu Povjerenstva vodi se zapisnik. Odluke odnosno zaključci Povjerenstva obvezno potpisuju nazočni članovi Povjerenstva. Član Povjerenstva koji se ne slaže sa zaključkom Povjerenstva dužan je u pisanom obliku obrazložiti razloge svoga neslaganja.

Konačnu odluku o prihvatljivosti zahvata za okoliš donosi nadležno tijelo (ministarstvo, županijsko tijelo). Rješenjem o prihvatljivosti zahvata, kojim utvrđuje da je namjeravani zahvat prihvatljiv za okoliš uz primjenu utvrđenih mjera zaštite okoliša i da sadrži potrebne mjere zaštite okoliša koje proizlaze iz zakona, propisa, standarda i mjera koji doprinose smanjenju onečišćenja okoliša, a ukoliko to nije slučaj Rješenjem se utvrđuje da namjeravani zahvat nije prihvatljiv za okoliš.

Temelj za donošenje rješenja je zaključak Povjerenstva za ocjenu SUO, mišljenje nadležnih tijela određenih posebnim propisom, rezultati s javnog uvida (rezultati prekograničnih konzultacija – ako namjeravani zahvat može imati utjecaj na prostore susjednih država).

### **Zahvati u prostoru (građevine) za koje se provodi PUO**

PUO se provodi za zahvate u prostoru (građevine) koji su određeni Pravilnikom o procjeni utjecaja na okoliš pri čemu izdvajamo:

Prometne građevine, Energetske građevine, Vodne građevine, Proizvodne građevine, Građevine za postupanje s otpadom, Sportske građevine, Građevne cjeline, Eksploatacija mineralnih sirovina itd.

## **2. Strateška procjena utjecaja na okoliš**

Strateška procjena utjecaja na okoliš - *Strategic Environmental Assessment (SEA)*– u daljnjem tekstu: SPUO sustavni je postupak procjene potencijalnih utjecaja na okoliš planova i programa) s ciljem donošenja konačne odluke o predmetnom planu odnosno programu.

Sukladno zakonu, strateškom procjenom valja ostvariti osnovu za promicanje održiva razvitka odnosno omogućiti da se mjerodavne odluke o prihvatanju plana i programa donose uz poznavanje mogućih značajnih utjecaja koje bi plani program svojom provedbom mogao imati na okoliš, a nositeljima zahvata pružiti okvir djelovanja i dati im mogućnost uključenja bitnih elemenata zaštite okoliša u donošenje odluka.

Pod planovima i programima – u daljnjem tekstu: PiP (isključujući njihove izmjene i dopune) ovdje podrazumijevamo prvenstveno:

a) Strateške dokumente koji se doneseni na državnoj razini iz područja prostornog planiranja, industrije, prometa, energetike, gospodarenja otpadom, gospodarenja vodama, te poljoprivrede, šumarstva i rudarstva, primjerice:

- Strategija prometnog razvitka RH
- Program prometnog razvitka RH
- Strategija prostornog razvoja RH
- Program prostornog uređenja RH
- Strategija gospodarenja otpadom RH
- Strategija razvitka energetike i sl.;

b) izmjene i dopune navedenih dokumenata za koje se mjerodavnim postupkom utvrdilo da SPUO valja sprovesti;

c) strateške dokumente koji se donose na regionalnog razini iz područja prostornog planiranja, industrije, prometa, energetike, gospodarenja otpadom, gospodarenja vodama, te poljoprivrede, šumarstva i rudarstva, primjerice:

- Prostorni plan županije
- Prostorni plan grada Zagreba
- Prometni plan županije
- Županijski plan gospodarenja vodama i sl.;
- Ostale dokumente na razini države, županije ili JLS, npr.:
- Prostorni plan područja posebnih obilježja infrastrukturnog koridora
- Prostorni plan uređenja općine ili grada za JLS s više od 5.000 ekvivalentnih stanovnika;

d) ostale dokumente za područja više JLS u kojima se umnožavaju različiti utjecaji na okoliš a temeljni principi SPUO su (održivi razvitak):

- očuvanje primjerenog i stabilnog gospodarskog rasta

- društveni razvoj koji prepoznaje potrebe svih sudionika na predmetnom prostoru
- učinkovita zaštita okoliša
- obazrivo korištenje prirodnih resursa.

SPUO se provodi u 5 temeljnih koraka:

1. «Screening» – odluka nadležnog tijela (ministarstvo) o potrebi izrade SPUO.
2. «Scoping» - dio izrade koji se odnosi na utvrđivanje osnovnih ciljeva, utvrđivanje osnovnih indikatora za ocjenu ciljeva, utvrđivanje sadržaja studije u okviru postupka SPU i dr.
3. «Impact Assessment» - dio izrade koji se odnosi na ocjenu utjecaja predloženih aktivnosti na okoliš, nakon čega slijede konzultacije (ministarstvo, susjedne države, stručna javnost, ostali) i javna rasprava.
4. «Integration into Decision-making» - dorada PiP sukladno točki 3 konzultacijama odnosno sudjelovanju javnosti i donošenje Odluke o PiP s određenjem «mjera provedbi za niže planove odnosno pojedinačne zahvate u prostoru».
5. «Reviewing» - određenje monitoringa – za praćenje procesa utjecaja na okoliš «programom intervencija u određenim utvrđenim okolnostima» (feedback on success).

Prema propisima RH SPUO za PiP na državnoj razini provodi ministarstvo nadležno za područje za koje se PiP donosi. SPUO za PiP na regionalnoj razini provodi nadležno upravno tijelo nadležno za poslove zaštite okoliša u županiji.

Temeljni sastavni dijelovi Studije u okviru SPUO, tj. strateške studije:

1. Temeljna svrha, ciljevi i odrednice studije.
2. Postojeće stanje predmetnog područja:
  - opće karakteristike, posebice kod dijelova prostora na koje bi plan mogao imati bitnog utjecaja
  - postojeći problemi okoliša, zaštićena područja
  - temeljne odrednice PiP.
3. Određenje temeljnih i specifičnih ciljeva u okolišu, određenje indikatora za ocjenu postizanja (ispunjenja) ciljeva u okolišu i razmatranje metoda u svezi ocjena utjecaja
4. Ocjena budućeg stanja (okoliša)
  - ocjena utjecaja predloženih aktivnosti PiP na okoliš
  - ocjena ispunjenja ciljeva zaštite okoliša
  - moguće intervencije u cilju smanjenja negativnih učinaka (ograničenja u korištenju dijelova prostora.)
5. Izbor i razlozi izbora optimalne varijante (varijanti) PiP.

- 6 Mjere provedbe PiP i Mjere očuvanja okoliša.
- 7 Monitoring (s Programom intervencija).

#### Metode za ocjenu (točka 4. sadržaja Studije)

Postoji nekoliko metoda koje se pritom koriste

- Metoda troškova i koristi (cost-benefit, Kosten-Nutzen)
- Metoda učinkovitosti troškova (cost-effectiveness, Kosten-Wirksamkeit)
- Delphy metoda i razne druge „brainstorming“ metode
- Ostale više kriterijske metode, a rijeđe:
- Harald-Domanova metoda
- Input–output metoda – resursi koji ulaze i izlaze iz područja obuhvata
- Metoda graničnih troškova i metoda marginalne produktivnosti
- Metoda centrifugalnosti i centripetalnosti

Pritom valja imati na umu da primjena samo jedne od navedenih metoda ne može dati apsolutno znakovitu procjenu, već se, u pravilu, kod ocjene povoljnosti, a u cilju signifikantnosti, mora primjenjivati (razmatrati) više navedenih metoda.

#### Vrste učinaka na okoliš koji se obrađuju u postupku SPUO

- kratkoročni, srednjeročni, dugoročni
- stalni i povremeni
- neposredni, posredni, sekundarni
- pozitivni i negativni
- kumulativni odnosno sinergijski.

Prije nego što je utvrđen prijedlog PiP koji se daje na JR, nacrt prijedloga PiP razmatra, a rezultate strateške studije ocjenjuje Savjetodavno stručno povjerenstvo za ocjenu strateške studije. Sastav i broj članova toga povjerenstva određuje čelnik tijela nadležnog za provedbu SPUO. Sukladno Zakonu, postupak strateške procjene završava izvješćem tijela nadležnog za provedbu SPUO.

Izvješće sadrži podatke o načinu na koji su pitanja zaštite okoliša integrirana u PiP, rezultate postupka strateške procjene (strateška studija, njena ocjena od strane povjerenstva, rezultati javne rasprave), mišljenja tijela određenih posebnim propisom, (rezultati prekograničnih konzultacija – ako namjeravani zahvat može imati utjecaj na prostore susjednih država), odrednice praćenja primjene mjera koje su postale sadržajem PiP kao i način praćenja

značajnijih utjecaja na okoliš PiP, kao i ostale podatke nužne za daljnji proces usvajanja PiP na izvršnim i predstavničkim tijelima.

### **3. Javna rasprava (u postupku donošenja prostornih planova, PUO i SPUO)**

Provođenje javne rasprave (u daljnjem tekstu: JR) obvezno je kod prijedloga prostornog plana odnosno plana uređenja prostora - u daljnjem tekstu: Pp, prijedloga izmjena ili dopuna Pp, kao i kod stavljanja Pp izvan snage, te kod postupka procjene utjecaja na okoliš i strateške procjene utjecaja na okoliš.

Izvršno tijelo (općine, grada, županije) utvrđuje prijedlog Pp za javnu raspravu. Nositelj izrade Pp objavljuje JR u dnevnom tisku najmanje 8 dana prije početka JR. Objava JR sadrži mjesto, datum početka i trajanje javnog uvida u prijedlog Pp, mjesto i datume javnih izlaganja te rok u kome se nositelju Pp mogu dostaviti pisana očitovanja, prijedlozi i primjedbe na Pp.

Nositelj PP obvezno dostavlja i posebnu obavijest o JR tijelima državne uprave odnosno tijelima i osobama određenim posebnim propisima koja su dala zahtjeve za izradu prostornog plana iz područja svoga rada (u daljnjem tekstu nadležna službena tijela), upravnim tijelima županije, općina i gradova, ali i mjesnim odborima →kada se radi o UPU u, te vlasnicima upisanim u zemljišne knjige i katastar na području obuhvata plana.

Javni uvid (prezentacija plana putem tekstova, grafika, filmova i sl. odnosno javnih izlaganja) za Pp županije traje 60 dana, za ostale Pp 30 dana (kada se radi o izmjenama, dopunama ili stavljanju izvan snage Pp, tada je rok od 15 do 30 dana), a za Studiju utjecaja na okoliš najmanje 15 dana, a najviše 21 dan.

Javno izlaganje odnosno javna izlaganja organizira i provodi nositelj Pp, zajedno sa stručnim izrađivačima Pp i o njima se vodi zapisnik.

U JR sudjeluju predstavnici nadležnih službenih tijela, upravnih tijela županije, gradova i županija, koji dostavljaju svoja pisana očitovanja na prijedlog Pp. Ostale osobe sudjeluju u javnoj raspravi kao pojedinci ili kao predstavnici raznih proizvodnih i drugih organizacija, stanara, mjesnih odbora, različitih trgovačkih društava, raznih drugih institucija i sl. Oni se tijekom JR mogu izjašnjavati tako da:

- traže dodatna objašnjenja u svezi PP;
- daju prijedloge izmjena ili dopuna Pp i to upisom u Knjigu primjedbi koja se mora nalaziti uz prijedlog Pp o kome se provodi rasprava;
- sudjelovanjem na Javnom izlaganju;
- upućivanjem pisanih prijedloga i primjedaba na adresu nositelja Pp.

Nositelj izrade Pp dužan je sve dane primjedbe, prijedloge i sl. zajedno sa stručnim izrađivačima plana, obraditi u roku od 90 dana za novi plan, odnosno 30 dana kod izmjene i

dopune plana nakon proteka JR na način da: ili prihvata primjedbe ili ih odbacuje (odbija) → ali tada uz odgovarajuće i argumentirano obrazloženje i sve u pisanom obliku prezentirati kao “Izvješće o javnoj raspravi”.

Nositelj Pp zajedno sa stručnim izrađivačima plana dužan je doraditi Pp sukladno Izvješću o JR i uputiti ga zajedno s Izvješćem o JR izvršnom tijelu (općina, grad, županija), koje ga razmatra i utvrđuje konačan prijedlog Pp.

Ako se u novom prijedlogu Pp bitno mijenjaju vlasnički odnosi u odnosu na prijedlog upućen na JR, tada valja ponovo provesti JR, pri čemu javni uvid može trajati najmanje 8 dana, ali samo u svezi s prihvaćenim izmjenama u novom prijedlogu Pp.

Prije upućivanja konačnog prijedloga Pp predstavničkom tijelu, izvršno tijelo sukladno novom zakonu pribavlja potrebne suglasnosti od nadležnih tijela (npr. za PPUO/G to je mišljenje Županijskog zavoda za prostorno uređenje o usklađenosti prijedloga Pp s Prostornim planom županije i suglasnost župana odnosno tijela koje župan ovlasti o usklađenosti prijedloga Pp. Nositelj Pp također je dužan je dostaviti svim sudionicima u javnoj raspravi pisanu obavijest s razlozima neprihvatanja ili djelomičnog prihvatanja njihovih očitovanja, prijedloga, primjedbi.

Konačan prijedlog Pp (zajedno s Izvješćem o JR), nakon usvajanja, upućuje na razmatranje i usvajanje predstavničkom tijelu (općina, grad, županija).

Nositelj izrade dužan je u roku od 9 mjeseci od završetka JR donijeti prostorni plan, a nakon proteka tog roka JR se mora ponoviti.

#### **4. Objedinjeni uvjeti zaštite okoliša – OUZO**

Novim Zakonom o ZO utvrđena je obveza ishođenja jedinstvene odnosno integralne dozvole za okoliš, tzv. objedinjenih uvjeta zaštite okoliša (u daljnjem tekstu: OUZO) za pogone i postrojenja (dio pogona) koji su namijenjeni proizvodnji energije, preradi metala, gospodarenju otpadom, intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji, ako je njihov kapacitet proizvodnje iznad određene veličine odnosno za pogone i postrojenja koji su po svojoj prirodi mogući izvori velikih onečišćenja (različitih sastavnica okoliša i kod kojih su mogući događaji koji uzrokuju ekološke nesreće i ekološke katastrofe).

Odrednicama Zakona o ZO utvrđeni su neki postupci i obveze u vezi novih pogona, a provedbenim propisima koji su u izradi točnije će se utvrditi obveze nositelja novih, a osobito postojećih pogona.

Nakon ishođene uporabne dozvole odgovorni voditelj pogona ili postrojenja dužan je izvijestiti ministarstvo o početku rada. Nakon puštanja u rad, u predmetnom pogonu ili postrojenju, mora se provoditi praćenje emisija i stanja okoliša u gravitacijskom području



pogona, voditi očevidnik emisija i o tome barem jednom godišnje dostavljati podatke Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu.

Odgovorni voditelj pogona dužan je inspekciji ZO prijaviti svaki nepredviđeni ili izvanredni događaj u pogonu koji bitno utječe na okoliš. Ministarstvo zaštite okoliša za sve ovakve pogone i prirode izdaje lokacijsku dozvolu, građevinsku dozvolu, uporabnu dozvolu, rješenje o PUO i dr.

IPPC pristup zahtjeva da svaki pogon radi u skladu s najboljim dostupnim tehnikama (*BAT* = *Best Available Techniques*), pri čemu BAT ima značenje:

- Best (najbolje) u smislu postizanja visoke opće razine ZO u cjelini,
- Available (dostupne) glede tehnika koje su razvijene prema odgovarajućem kapacitetu pogona i koje po svojim troškovima omogućuju primjenu u predmetnom pogonu,
- Techniques (tehlike) predstavlja primjenu tehnologiju i način na koji se ona koristi.

## 16.2 Planovi intervencija i ostali postupci

Planovi intervencija izrađuju se sa svrhom da se u slučaju iznenadnih onečišćenja okoliša, uzrokovanih poremećajem u radu industrijskih i drugih postrojenja, nepredviđenih okolnosti kod rukovanja opasnim tvarima ili drugog izvanrednog događaja ili elementarnih katastrofa, spriječi ugroza i posljedice na zdravlje i život ljudi, onečišćenje ili uništenje dijela okoliša odnosno biljnog i životinjskog svijeta.

### Najvažniji planovi intervencija u ZO u RH jesu:

- *Plan intervencija kod iznenadnog onečišćenja Jadranskog mora*– odnosi se na morske prostore RH (unutrašnje morske vode i teritorijalno more RH), a izrađuje se kao državni i županijski plan, tj. na dvije razine,
- *Plan intervencija u zaštiti okoliša*– odnosi se na područje kopna (zrak, tlo, prirodna i kulturna baština), a izrađuje se kao državni i županijski plan, s tim da su u obvezi izraditi ga i jedinice lokalne samouprave kada je to određeno županijskim planom,
- *Državni plan za zaštitu voda*– odnosno njegov dio koji se odnosi na iznenadna onečišćenja kopnenih voda i dijela mora kada onečišćenje potječe s kopna, a izrađuju se i županijski planovi za zaštitu voda,
- *Plan zaštite i spašavanja RH*– odnosi se na zaštitu i spašavanje građana i dobara u katastrofama i većim nesrećama,
- *Nacionalni plan traganja i spašavanja na moru* - odnosi se na traganje i spašavanje osoba i plovila na moru,

Za ostale slučajeve intervencija na kopnu i u lukama primjenjuju se propisi RH koji se odnose na prijevoz, utovar, istovar i rukovanje s opasnim tvarima odnosno predmetni međunarodni sporazumi kojih je RH stranka. (Na primjeru Plana intervencija kod iznenadnog onečišćenja mora u RH prikazane su bitne sastavnice koje moraju sadržavati svi planovi intervencija, osobito glede subjekata plana - stožera i drugih osoba koje sudjeluju u provedbi plana, dojave iznenadnog događaja, osiguranja mjesta događaja, procjene nastalog onečišćenja i ocjene daljnjih opasnosti, donošenja odluke o načinu sprječavanja širenja onečišćenja i načinu saniranja onečišćenja).

### **Plan intervencija u zaštiti okoliša**

Plan sadrži sve sastavnice plana intervencija odnosi se na moguće ekološke nesreće ili izvanredne događaje koji mogu ugroziti okoliš, te izazvati opasnost za zdravlje i živote ljudi. Plan se primjenjuje na cijelo kopneno područje RH, osim za vojne objekte i skladišta, onečišćenje kopnenih voda - koje je regulirano planovima zaštite voda i transport opasnih tvari. Plan se temelji na utvrđivanju rizika i opasnosti koja nastaje radi proizvodnje, skladištenja, skupljanja, korištenja ili obavljanja drugih radnji s opasnim i rizičnim (štetnim) tvarima, te isto, na određenim lokacijama, predstavlja ugrozu za onečišćenje okoliša, a u izvanrednim okolnostima može imati vrlo štetne ili katastrofalne učinke za okoliš, ali i na zdravlje i živote ljudi.

U Prilogu plana su utvrđene opasne tvari (amonijev nitrat, arsen, brom, etilen, fluor, klor, ukapljeni jako zapaljivi plinovi, sumporni spojevi, goriva i sl.) i rizične tvari i količine tih tvari, koje ukoliko su prekoračene uzrokuju obvezu izrade tzv. Operativnih planova intervencija u ZO, koje moraju izraditi tvrtke koje proizvode ili rukuju tim tvarima. Prema novim propisima ti planovi nazivaju se tzv. unutarnjim planovima.

Operativni (unutarnji) plan intervencija u zaštiti okoliša tvrtke mora sadržavati:

- popis opasnih i rizičnih tvari i njihove najveće moguće očekivane količine,
- popis mogućih izvora opasnosti i njihove lokacije,
- procjenu mogućih uzroka i opasnosti kod izvanrednog događaja,
- mjere za sprječavanje izvanrednog događaja,
- vjerojatnost nastupanja izvanrednog događaja,
- ocjenu posljedica izvanrednog događaja, uključujući i analizu procjene najgoreg mogućeg događaja ("worse case"),
- proračun zona ugroženosti obzirom na karakteristike lokacije tvrtke odnosno pogona,

- mjere i opremu za identifikaciju stupnja opasnosti kod izvanrednog događaja i sukladno tome ustroj i odgovarajuću provedbu mjera intervencija kod predmetnog događaja,
- odgovorne osobe i potrebni stručni djelatnici za provedbu mjera intervencija,
- načine uklanjanja onečišćenja i potpune sanacije onečišćenja,
- programe osposobljavanja osoba za primjenu plana,
- način informiranja javnosti, a osobito okolnog stanovništva,
- prilozi (odluke o usvajanju plana, provedenoj reviziji, tabele, grafički prilozi, adresari, propisi, procedure i veze s drugim planovima).

### **Državni plan za zaštitu voda**

Državni plan za zaštitu voda sadrži i Plan intervencija odnosno Interventni plan za slučajeve izvanrednih i iznenadnih onečišćenja voda. Plan utvrđuje kriterije kod kojih se primijenjuje Plan intervencija (granična vrijednost otopljenog kisika u vodi, pogoršanje kakvoće vode koje ugrožava ekološku funkciju vode, uporabu vode i sl.).

Plan utvrđuje obvezu donošenja državnih Operativnih planova intervencija za pojedine lokacije (odsječke i površine) na državnim vodama, te iste planove na županijskoj razini koji se odnose na županijske vode.

Plan utvrđuje obvezu prijave onečišćenja vode, obvezu ustanovljenja stupnja ugroženosti od strane vodopravnog inspektora i donošenja predmetnog rješenja, te provedbu sprječavanja većeg i uklanjanja postojećeg onečišćenja putem aktiviranja operativnih planova.

Plan također utvrđuje da su Operativne planove za provedbu mjera dužne izraditi sve fizičke i pravne osobe koje svojom djelatnošću mogu izazvati iznenadno zagađenje površinskih i podzemnih voda ili zagađenje mora s kopna, te pravne osobe koje obavljaju djelatnosti odvodnje otpadnih voda.

### **Plan zaštite i spašavanja**

Plan zaštite i spašavanja RH temelji se na Zakonu o zaštiti i spašavanju. Plan se prvenstveno odnosi na procjenu ugroženosti, te zaštitu i spašavanje građana, materijalnih drugih dobara u katastrofama i većim nesrećama. Pri tome se katastrofa definira kao svaki prirodni ili tehničko-tehnološki događaj, koji na području RH, opsegom, intenzitetom i neočekivanošću ugrozi zdravlje i živote većeg broja ljudi ili imovinu veće vrijednosti ili okoliš, a čiji nastanak nije moguće spriječiti ili posljedice otkloniti redovitim djelovanjem nadležnih tijela, institucija i pravnih osoba, a velika nesreća je događaj koji svojim mogućim razvojem može poprimiti značajke katastrofe.

## 16.3 Prijevoz i rukovanje opasnim tvarima

Obzirom da prijevoz i rukovanje opasnim tvarima na prometnim terminalima nije obuhvaćeno do sada iznijetim standardnim postupcima i predmetnim dokumentima, kojima se osigurava održiv razvoj i zaštita okoliša, a isti predstavlja ozbiljan problem za okoliš. Rukovanje i prijevoz opasnih tvari predstavlja s jedne strane potencijalnu opasnost za zdravlje i ljudske živote i uništenje dijela životinjskog i biljnog svijeta odnosno sastavnica okoliša (tlo, zrak, more, vodeni tokovi i ostale vode) odnosno staništa, te radi toga s druge strane može imati dugoročan negativan utjecaj na kvalitetu života uopće.

Stoga su za rukovanje na prometnim terminalima (utovar, istovar, privremeno skladištenje i dr.), kao i za prijevoz opasnih tvari utvrđeni strogi standardi, isprave (dokumenti, obrasci, deklaracije, prateći listovi) i mjere i to međunarodnim propisima osobito međunarodnim konvencijama, te odrednicama Europske unije.

## 16.4 Značaj prostornih planova za održivi razvoj i zaštitu okoliša

Dokumenti prostornog planiranja i uređenja predstavljaju, uz osnovne dokumente održivog razvoja i zaštite okoliša jedan od najvažnijih instrumenata za svaku zemlju, regiju, županiju, i lokalnu zajednicu. Njima se s jedne strane utvrđuje osnovna namjena prostora i osnovni razmještaj većih industrijskih, prometnih i drugih infrastrukturnih sadržaja te razmještaj sadržaja stanovanja, turizma i drugih djelatnosti, prirodno vrijednih prostora, vodozaštitnih zona itd. s druge strane, te se na taj način može preventivno djelovati na sprječavanje neposredne ugroze onečišćenja okoliša i slijednih negativnih utjecaja na stanovništvo.

Svaki prostorni plan, osim gore rečenog, ima propisom utvrđene obvezne sastavne dijelove koji se odnose na zaštitu okoliša i u programskom i u provedbenom dijelu plana, a koji ovise o veličini područja i karakteru plana.

### Mjere zaštite i sanacije

#### *Mjere očuvanja krajobraznih vrijednosti*

Planom su utvrđena područja i lokaliteti osobite krajobrazne vrijednosti, osjetljivosti i ljepote krajolika, kojima treba posvetiti posebnu pažnju kod izrade prostornih planova užih područja.

#### *Mjere očuvanja prirodnih vrijednosti i posebnosti kulturno-povijesnih cjelina*

Planom su utvrđena područja, cjeline, odgovarajuće mjere, postupci očuvanja, zaštite prirodnih vrijednosti i posebnosti kulturno-povijesnih cjelina. Plan daje pregled postojećih

prirodno vrijednih područja i područja koja su dodatno planom predviđena za zaštitu i to prema kategorijama zaštićenih dijelova prirode. To su zaštićena područja koja su Prostornim planom županije određena da budu od županijskog značenja. Nadalje plan utvrđuje da se prostornim planovima uređenja općina ili gradova mogu odrediti i drugi vrijedni dijelovi za zaštitu;

- Kulturno-povijesno naslijeđe
- Arheološki lokaliteti,
- Povijesno-graditeljske cjeline,
- Pojedinačne građevine
- Etnološka baština

*Mjere sprječavanja nepovoljnih utjecaja na okoliš*

- Zaštita tla (šumsko tlo, poljoprivredno tlo, tlo za građenje) – određene su mjere, postupci i dokumenti glede zaštite
- Zaštita zraka (praćenje i mjere zaštite) – određene su mjere, postupci i dokumenti glede zaštite
- Zaštita izvorišta i nalazišta pitke vode
- Zaštita od buke:
- Mjere posebne zaštite glede elementarnih nepogoda i ratnih opasnosti,

*Postupanje s otpadom*

## 17. LITERATURA

- 1 BENAC, Č., ARBANAS, Ž. & PAVLOVEC, E. (1991): Postanak i geotehničke osobitosti doline i zaljeva Raše. Pomorski zbornik, 29, 475-492, Rijeka.
  - 2 BENAC, Č., JURAK .V., OŠTRIĆ, M., HOLJEVIĆ, D. & PETROVIĆ, G. (2005): Pojava prekomjerne erozije u području Slanog potoka (Vinodolska dolina). –In:
  - 3 ČRNJAR, M.: Ekonomika i politika zaštite okoliša. Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Glosa Rijeka, Rijeka, 2002.
  - 4 GLAVAČ, V.: Uvod u globalnu ekologiju. Hrvatska sveučilišna naknada, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2001.
  - 5 HERAK, M. Geologija. Postanak, tektonika i dinamika Zemlje. Razvojni put zemlje i života. Geološka građa kontinenata i oceana. Školska knjiga, IV izdanje, Zagreb 1984.
  - 6 KOVACH, R. & McGUIRE, B. Guide to Global Hazards. Philip's, 2003.
  - 7 LOVELOCK, J.: Taj živi planet Geja. Izvori, Zagreb, 1999.
  - 8 MARTINOVIĆ, J., Tla u Hrvatskoj, Zagreb 2000.)
  - 9 PROHIĆ, E.: Geokemija. Targa Zagreb, Zagreb, 1998.
  - 10 SPRINGER, O.P. (1998): Ekološki leksikon. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Barbat Zagreb, Zagreb, 2001.
  - 11 STIPETIĆ, V. (ed.): Strategija zaštite okoliša i održivog razvitka u jadranskom području Republike Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnost, Zagreb, 1996.
- INGV ([www.ingv.it](http://www.ingv.it))

### STRATEGIJE I ZAKONI REPUBLIKE HRVATSKE,

- 1 Nacionalna strategija zaštite okoliša (NN 46/02)
- 2 Plan intervencija u zaštiti okoliša (NN 82/99, 86/99, 12/01)
- 3 Nacionalni plan djelovanja na okoliš (NN 46/02)
- 4 Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05)
- 5 Plan gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2017-2022. (NN 3/17)
- 6 Strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti Republike Hrvatske (NN 143/08)
- 7 Strategija i akcijski plan zaštite prirode Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2025.godine (NN 72/17)

### ZAKONI REPUBLIKE HRVATKE

1. Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13).
2. Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15).

3. Zakon o prostornom uređenju (NN 53/13, 65/17)
4. Zakon o gradnji (NN 53/13, 20/17)
5. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14)
6. Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14, 61/17)
7. Zakon o vodama (NN 153/09; 130/11; 56/13)
8. Zakon o poljoprivrednom zemljištu (NN 39/13)
9. Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama (NN 158/03; 141/06; 38/09)
10. Zakon o rudarstvu (NN 56/13, 14/14)
11. Zakon o šumama (NN 140/05, 82/06; 129/08; 124/10; 25/12)
12. Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17)
13. Zakon o kemikalijama (NN 18/2013)
14. Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16)

#### **DIREKTIVE EUROPSKE UNIJE**

1. Direktiva 2003/4/EZ Europskog parlamenta (EP) i Vijeća od 28. siječnja 2003. o pristupu javnosti informacijama o okolišu kojom se ukida Direktiva Vijeća 90/313/EK
2. Direktiva 2003/35/EZ EP-a i Vijeća od 26. svibnja 2003. kojom se osigurava sudjelovanje javnosti u vezi s izradom određenih planova i programa koji se odnose na okoliš i dopunjuje u odnosu na sudjelovanje javnosti i pristup pravosuđu Direktive Vijeća 85/337/EEZ i 96/61/
3. Direktiva 2004/35/EZ EP-a i Vijeća od 21. travnja 2004. o odgovornosti za okoliš u pogledu sprečavanja i otklanjanja šteta u okolišu
4. Direktiva 2001/42/EZ EP-a i Vijeća od 27. lipnja 2001. o procjeni učinaka pojedinih planova i programa na okoliš
5. Direktiva Vijeća 85/337/EEZ od 27. lipnja 1985. o procjeni učinaka određenih javnih i privatnih projekata na okoliš
6. Direktiva Vijeća 91/692/EEZ koja standardizira i racionalizira izvješća o provedbi određenih direktiva koje se odnose na okoliš
7. Direktiva 2007/2/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 14. ožujka 2007. kojom se ustrojava infrastruktura za informiranje o prostoru u Europskoj zajednici (INSPIRE)
8. Uredba Vijeća (EEZ) br. 1210/90 od 7. svibnja 1990. o osnutku Europske agencije za zaštitu okoliša i Europske informacijske i promatračke mreže okoliša.

#### **Područje zaštite zraka i kakvoće proizvoda**

1. Direktiva 2008/50/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. svibnja 2008. o kakvoći okolnog zraka i čistom zraku za Europu kojom se od 11. lipnja 2010. stavljaju van snage direktive: Okvirna direktiva 96/62/EZ o procjeni i upravljanju kakvoćom okolnog zraka,
2. Direktiva 2000/69/EZ koja se odnosi na granične vrijednosti za benzen i ugljikov monoksid u vanjskom zraku
3. Direktiva 2004/107/EZ koja se odnosi na arsen, kadmij, živu, nikal i policikličke aromatske ugljikovodike u vanjskom zraku.
4. Direktiva 98/70/EZ o kakvoći benzina i dizel goriva kojom se izmjenjuje i dopunjuje Direktiva Vijeća 93/12/EEZ i dopunjena Direktivom 2000/71/EZ i Direktivom 2003/17/EZ
5. Uredba (EZ) 2037/2000 EP-a i Vijeća od 29. lipnja 2000. o tvarima koje oštećuju ozonski sloj Direktiva 1999/32/EZ koja se odnosi na smanjenje sadržaja sumpora u određenim tekućim naftnim gorivima kojom se izmjenjuje
6. Direktiva 93/12/EEZ i koja je dopunjena Direktivom 2005/33/EZ
7. Direktiva 2004/42/EZ o ograničavanju emisija hlapivih organskih spojeva koje proizlaze iz upotrebe organskih otapala u nekim bojama i lakovima i proizvodima za završnu obradu vozila kojom se izmjenjuje i dopunjuje Direktiva 1999/13/EZ.

#### **Područje gospodarenja otpadom**

1. Direktiva 96/61/EZ o integriranoj prevenciji i kontroli onečišćenja i skup uredbi o nadzoru i kontroli prekograničnog prometa otpadom.
2. Direktive o specifičnim tokovima govore o hijerarhiji politike gospodarenja otpadom: izbjegavanje, uporaba, i recikliranje te sigurno zbrinjavanje. Zakonodavstvo EU-a sastoji se od sljedećih ključnih direktiva i uredbi:
3. Okvirna direktiva 2006/12/EZ o otpadu
4. Direktiva 91/689/EEZ o opasnom otpadu izmijenjena direktivom 94/31/EZ
5. Direktiva 2006/66/EZ o baterijama i akumulatorima
6. Direktiva 94/62/EZ o ambalaži i ambalažnom otpadu izmijenjena i dopunjena Uredbom 2003/1882, Direktivom 2004/12, Direktivom 2005/20
7. Direktiva 2002/96 o otpadnoj električnoj i elektroničkoj opremi
8. Direktiva 99/31/EZ o odlagalištu otpad
9. Direktiva 2000/76/EZ o spaljivanju otpada

#### **Područje zaštite voda**

1. Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EZ
2. Direktiva 2006/7/EZ o kvaliteti vode za kupanje



3. Direktiva 98/83/EZ o kvaliteti vode za piće
4. Direktiva 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla
5. Direktiva 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda
6. Direktiva 2006/118/EZ o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kakvoće
7. Direktiva 2007/60/EZ o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima

#### **Područje kontrole industrijskog onečišćenja i upravljanje rizicima**

1. Direktiva 2008/1/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 15. siječnja 2008. o integriranom sprečavanju i nadzoru onečišćenja (IPPC)
2. Direktiva 96/82/EZ o kontroli opasnosti od velikih nesreća koje uključuju opasne tvari
3. Direktiva 1999/13/EZ o ograničenju emisija hlapivih organskih spojeva zbog upotrebe organskih otapala prilikom određenih aktivnosti i u određenim postrojenjima, koja je nadopunjena Uredbama EKC No 1882/2003 i direktivom 2004/42/EC o sprečavanju emisija hlapljivih organskih tvari iz organskih otapala pri proizvodnji boja i poluproizvoda automobilske industrije
4. Direktiva 94/63/EZ o kontroli emisija hlapivih organskih spojeva koji nastaju skladištenjem i distribucijom benzina od terminala do benzinskih postaja
5. Direktiva 2001/81/EZ o gornjim granicama emisija pojedinih onečišćujućih tvari u atmosferi
6. Direktiva 2003/87/EZ o trgovanju kvotama emisija stakleničkih plinova
7. Direktiva 2004/101/EZ kojom je dopunjena Direktiva 2003/87/EZ vezano za mehanizme Kyotskog protokola
8. Direktiva 2001/80/EZ o ograničenju emisija nekih onečišćujućih tvari u zrak velikih uređaja za loženje
9. Uredba (EZ) br. 761/2001 Europskog parlamenta i Vijeća od 19. ožujka 2001. kojom se dopušta dragovoljno sudjelovanje organizacija u programu gospodarenja okolišem i revizije okoliša zajednice (EMAS)
10. Uredba (EZ) br. 166/2006 EP-a i Vijeća o uspostavi Europskog registra ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari
11. Uredba (EZ) br. 1980/2000 EP-a i Vijeća o revidiranom programu dodjele znaka zaštite okoliša.

#### **Područje kontrole kemikalija**

1. Direktiva 67/548/EZ o razvrstavanju, pakiranju i obilježavanju opasnih tvari
2. Direktiva 98/8/EEZ o stavljanju biocidnih proizvoda na tržište

3. Direktiva 2001/18/EZ o namjernom ispuštanju genetički modificiranih organizama u okoliš
4. Direktiva 90/219/EEZ o ograničenoj uporabi genetički modificiranih organizama, izmijenjena direktivama 94/51/EZ i 98/81/EZ
5. Direktiva 86/609/EEZ o pokusima na životinjama, izmijenjena Direktivom 2003/65/EZ
6. Uredba EZ 2037/2000 o tvarima koje oštećuju ozonski omotač
7. Uredba EZ 304/2003 o uvozu i izvozu opasnih tvari.

**Područje kontrole izloženosti buci**

1. Direktiva 79/409/EEZ o zaštiti divljih ptica
2. Direktiva 92/43/EEZ o očuvanju prirodnih staništa i divljih životinjskih i biljnih vrsta
3. Direktiva 1999/22/EZ o držanju divljih životinja u zoološkim vrtovima
4. Uredba Vijeća (EZ) br. 338/97 od 9. prosinca 1996. o zaštiti divljih biljnih i životinjskih vrsta putem reguliranja trgovine tim vrstama (CITES)
5. Uredba Vijeća (EEZ) br. 3254/91 o zabrani upotrebe stupica na području Zajednice

## 18. POPIS SLIKA I TABLICA

### 18.1 Slike

**Slika 1.** Kemijski sastav litosfere

(Izvor: Brozović., I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),

**Slika 2.** Prikaz globalne cirkulacije morskih struja u oceanima

(Izvor: Brozović., I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),

**Slika 3.** Atmosfera zemlje – strukturalni prikaz

(Izvor: Glavač, V. Uvod u globalnu ekologiju 2001.),

**Slika 4.** Širenje onečišćenja iz stacionarnih izvora u različitim vremenskim prilikama

(Izvor: Matas, M. Geografski pristup okolišu, 2001.),

**Slika 5.** Prikaz proces fotosinteze

(Izvor: Brozović., I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),

**Slika 6.** Utjecaj čovjeka na kopnene ekosustave

(Izvor: Glavač, V. Uvod u globalnu ekologiju, 2001.),

**Slika 7.** Razvoj broja stanovnika prema kontinentima - u razdoblju od 1950. do 2000 procjenom do 2050.g.

(Izvor: Brozović., I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),

**Slika 8.** Broj stanovnika svjetskih mega-gradova -1995. g. i procjena za 2015.

(Izvor: Brozović., I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),

**Slika 9.** Razvoj potrošnje energije u pojedinim regijama svijeta-izražen (preračunato milijunima tona nafte u razdoblju 1971.-2010.

(Izvor: Brozović., I. Promet, prostor okoliš, 2010.),

**Slika 10.** Godišnja količina kućnog smeća i industrijskog otpada u zemljama EU (podatak za 1990. g.)

(Izvor: Brozović., I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),

**Slika 11.** Porast količina putničkih i teretnih kilometara u zemljama EU razdoblje 1985.-1997.g.

(Izvor: Brozović., I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),

**Slika 12.** Satelitska snimka Arktika iz 2003. godine

(Izvor: T. Flannery, 2007.

**Slika 13.** Shematski prikaz ekosfere i međusobne povezanosti ovisnosti subsfera

(Izvor: Glavač, V. Uvod u globalnu ekologiju, 2001.),

**Slika 14.** Pojednostavljen prikaz biosfere (Izvor: Martinović, J., Tla u Hrvatskoj, Zagreb 2000.)

**Slika 15.** Profil tla u kojemu su uočljivi različiti genetski horizonti koji služe za identifikaciju tipa tla (Izvor: Kisić, I.; Sanacija onečišćenog tla, Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 2011.)

**Slika 16.** Shematski prikaz pedološkog profila,

(Izvor: <http://soils.usda.gov/education/resources/lessons/profile/>),

- Slika 17.** Atterbergov trokut za određivanje mehaničkog sastava tla  
(Izvor:<http://www.soiltestpro.com/soil-texture-components>),
- Slika 18.** Različiti oblici strukturnih agregata  
(Izvor:[http://vro.dpi.vic.gov.au/dpi/vro/vrosite.nsf/pages/soilhealth\\_soil\\_structure](http://vro.dpi.vic.gov.au/dpi/vro/vrosite.nsf/pages/soilhealth_soil_structure)),
- Slika 19.** Živi svijet na tlu i u tlu  
(Izvor:[http://www.chicagowilderness.org/CW\\_Archives/issues/summer2008/bo\\_revie](http://www.chicagowilderness.org/CW_Archives/issues/summer2008/bo_revie)  
ew)
- Slika 20.** Tlo kao "kolijevka" organske tvari-života na Zemlji  
(Izvor: Bašić, F., Oštećenja i Tehnologije zaštita tala hrvatske otvorena pitanja, rukopis pisanih predavanja studentima Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2009.)
- Slika 21.** Globalni biogeokemijski ciklus ugljika  
(Izvor: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/consumer/quickref/soil/soillife.html>)
- Slika 22.** Neki od izvora onečišćenja tla  
(Izvor: Špoljar, A., Tloznanstvo i popravak tla, I dio, Visokogospodarsko učilište u Križevcima, Križevci, 2007.),
- Slika 23.** Shematski prikaz razgradnje organskih ostataka tla  
(Izvor: [http://www.chicagowilderness.org/CW\\_Archives/issues/summer2008/book\\_reviews.html](http://www.chicagowilderness.org/CW_Archives/issues/summer2008/book_reviews.html))
- Slika 24.** Shematski prikaz filtriranja oborinskih voda u sloju tla  
(Izvor: <http://extension.missouri.edu/p/WQ24>),
- Slika 25.** Shematski prikaz adsorpcijskog kapaciteta  
(Izvor : [http://landresources.montana.edu/SWM/PDF/Final\\_proof\\_SW1.pdf](http://landresources.montana.edu/SWM/PDF/Final_proof_SW1.pdf)),
- Slika 26.** Neki od živih organizama u tlu  
(Izvor: <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/spi/soil-biodiversity/what-is-soil-biodiversity/en>),
- Slika 27.** Raspored zemljišta kontinentalnog dijela Republike Hrvatske prema kategorijama (Izvor: Pregled podataka o korištenju zemljišta i promjenama u korištenju zemljišta u Republici Hrvatskoj, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb 2012.),
- Slika 28.** Neki iz niza različitih krajobrazu u Republici Hrvatskoj  
(Izvor: T. Sofilić: Onečišćenje i zaštita tla, 2014),
- Slika 29.** Onečišćeno tlo u neposrednoj blizini industrije  
(Izvor: <http://sehatwalafiatsehatteer.us.blogspot.com/2013/04/soil-pollution.html>),
- Slika 30.** Bilanca energije Zemlje  
(Izvor: Brozović, I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),
- Slika 31.** Efekt staklenika  
(Izvor: Brozović, I. Promet, prostor i okoliš, 2010.),
- Slika 32.** Izvori zagađenja podzemnih voda  
(Izvor: modificirano prema Zaporozec & Miller 2000.),
- Slika 33.** Vremenski slijed čimbenika koji su uzrokovali onečišćenje slatkih voda u industrijskim zemljama  
(Izvor: Glavač, V., Uvodu globalnu ekologiju, Zagreb 2001.),
- Slika 34.** Gibanje gustih organskih zagađivala u podzemnoj vodi  
(Izvor: modificirano s [www.wfdvisual.com](http://www.wfdvisual.com)),
- Slika 35.** Temeljne odredbe nove Direktive za podzemne vode EU  
(Izvor: Glavač, V Uvod u globalnu ekologiju, Zagreb 2001.),
- Slika 36.** Odras dugotrajnoga sušnog razdoblja na bukove sastojine na Velebitu  
(Izvor: Kisić, I., Vihovanec M., NAP-a, MZOPUG, Zagreb 2008.),
- Slika 37.** Masovno sušenje jelena obroncima Male Kapele  
(Izvor: Kisić, I., Vihovanec M., NAP-a, MZOPUG, Zagreb 2008.),

**Slika 38.** Manifestacija napada potkornjaka naobičnoj smreki.

(Izvor: Kisić, I., Vihovanec M., NAP-a, MZOPUG, Zagreb 2008.),

**Slika 39.** a) Most Golden Gate, San Francisco, b) Idejno rješenje mosta u Bakru

(Izvor: Bjegović D, Štirmer N, Serdar M., Održiva gradnja i odabir materijala, 2010.),

**Slika 40.** Okolišno održiva industrija betona

(Izvor: Bjegović D, Štirmer N, Serdar M., Održiva gradnja i odabir materijala, 2010.),

**Slika 41.** Grafički prikaz vrsta prostornih planova i područja na koja se odnose

(Izvor: Brozović, I. Promet, prostor i okoliš, 2010.).

## 18.2 Tablice

**Tablica 1.** Onečišćenje zraka od antropogenih djelatnosti– udio u % (primarne emisije)

(Izvor: Valić., F, Cingula M. 2001 i drugi izvori.),

**Tablica 2.** Glavni kemijski onečišćivači zraka %

(Izvor: O.P. Springer, D.Springer, 2008.),

**Tablica 3.** Aero onečišćivači s učinkom staklenika danas i 2050.godine

(Izvor: iz O.P.Springer,D. Springer, 2008.),

**Tablica 4.** Količina godišnje potrošnje vode na pojedinim kontinentima, ustanovniku i kućanstvu

(Izvor: Glavač, V. Uvod u globalnu ekologiju, 2001.),

**Tablica 5.** Površine i raspored šumskog zemljišta

(Izvor: Šumskogospodarska osnova područja,1996.),

**Tablica 6.** Podjela šuma u Hrvatskoj prema gospodarskom obliku i načinu gospodarenja

(Izvor: Šumskogospodarska osnova područja, 1996.),

**Tablica 7.** Šume po načinu postanka (Izvor: Šumskogospodarska osnova područja, 1996.),

**Tablica 8.** Površine šuma po namjeni

(Izvor: Šumskogospodarska osnova područja, 1996.)

**Tablica 9.** Pregled šuma posebne namjene kojima gospodare Hrvatske šume

(Izvor: Šumskogospodarska osnova područja, 1996.).