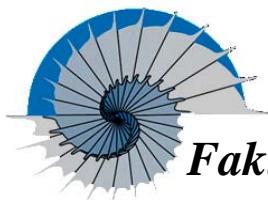


**UNIVERZITET „SINGIDUNUM“**



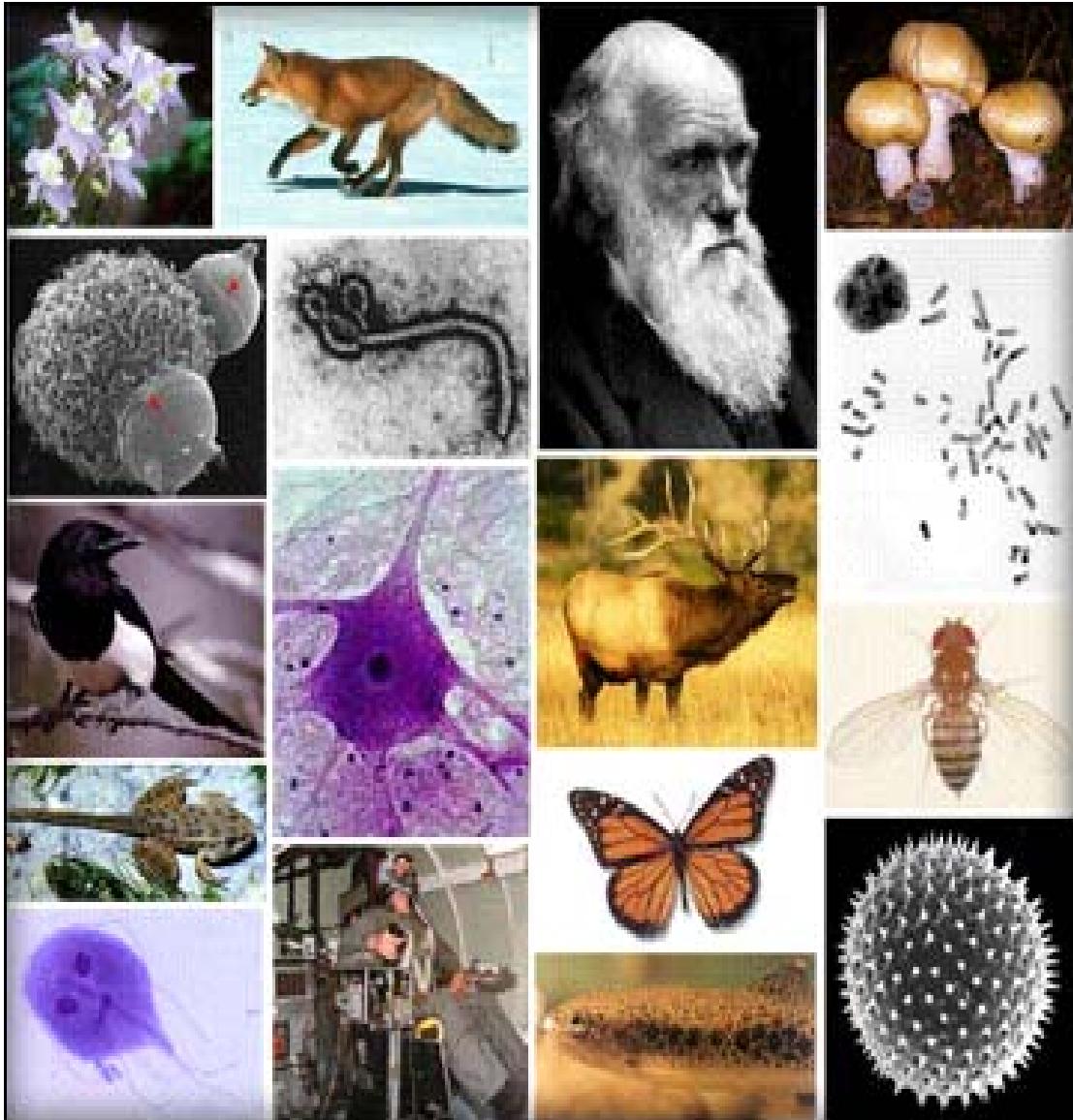
**PRIRUČNIK ZA  
POLAGANJE PRIJEMNOG ISPITA**



*Fakultet za primenjenu ekologiju „Futura“*

**Beograd, 2011.**

# PRIRODNE NAUKE



# **BIOLOGIJA: nauka o živom**

## **Definicija**

Biologija je nauka o životu, a to znači da proučava karakteristike i ponašanje organizama sa aspekta preživljavanja (opstanka) vrsta i individual kao i interakcije izmedju živih bića medjusobno i živih bića i spoljašnje sredine. Biologija je sistem integrisanih proučavanja mnogobrojnih akademskih disciplina koje omogućavaju razumevanje fenomena života sa svih aspekata i kroz široku skalu veličina.

Nauka je objektivan, logičan i ponovljiv način razumevanja principa koji deluju u prirodi. Ona nije dogma već dinamični process istraživanja i potvrđivanja. Da bi se neko bavio naukom mora poznavati "pravila igre" odnosno metode istraživanja, koja su takodje podložna promenama u vremenu (na primer razvojem noivih tehnologija). U nekim naučnim disciplinama (taksonomija) laboratorijski eksperimenti nisu neophodni već se nakon formiranja hipoteze vrše dodatna posmatranja i sakupljanja materijala sa raznih lokacija i na osnovu njihove obrade dolazi do zaključaka.

Svaki naučni metod, pa i biološki, sadrži odredjene elemente:

1. Posmatranje kojim se uočava problem
2. Hipoteza koja predstavlja jedno ili više mogućih tumačenja uočene pojave
3. Eksperiment provera hipoteze pod kontrolisanim uslovima tj. uz što manji broj promenljivih
4. Zaključak kojim se hipoteza potvrđuje ili odbacuje ili se modifikuje (što zahteva ponavljanje prethodnih koraka).

Kada je hipoteza više (mnogo) puta testirana i potvrđena sa neznatnim odstupanjima postaje teorija, npr Teorija evolucije. Zakon predstavlja viši nivo na kojem se utvrđuju principi na kojima se zasniva univerzum, na primer zakoni termodinamike, Njutnov zakon gravitacije.

## **Biološke discipline**

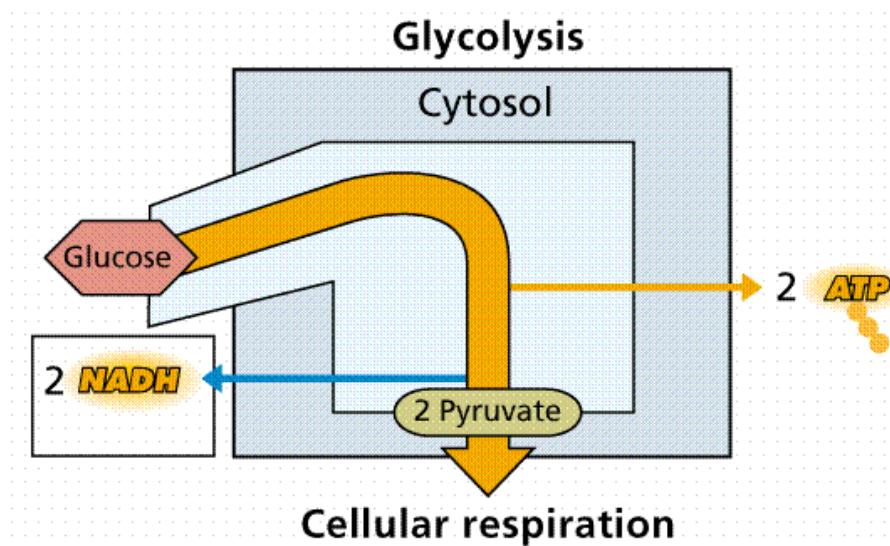
Fenomen života se proučava od nivoa atoma i molekula (gde je u osnovi veza biologije sa fizikom i hemijom), do nivoa kosmičkih prostranstava gde je veza sa astrobiologijom (ksenobiologijom) koja spekulise o mogućnostima nastanka i razvitka života izvan planete Zemlje. Osim biologije kao fundamentalne nauke koja se bavi principima i mehanizmima, snažno je razvijena primenjena biologija kroz širok spektar disciplina i ljudskih delatnosti (medicina, farmacija, proizvodnja hrane, arhitektura...i gotovo sve što se može sresti u čovekovom okruženju). Poredjane po rastućoj skali veličine objekata proučavanja osnovne biološke discipline su: molekularna biologija, biohemija i molekularna genetika, na nivou molekula; citologija, na nivou ćelije; fiziologija anatomija i histologija, na multicelularnom nivou; biologija razvića, na nivou individue (organizma); genetika proučava prenošenje osobina sa roditelja na potomke; etiologija proučava ponašanje grupa organizama; sistematika grupiše organizme a njihovo razviće evoluciona biologija na multi-species nivou, dok se odnosi živih organizama na svim nivoima organizacije sa životnom sredinom proučavaju u okviru ekologije.

## Principi biologije

Za razliku od, recimo, fizike, biologija kao nauka proučava fenomene koji se često ne mogu objasniti matematičkim zakonitostima. U biologiji su zato prihvaćeni osnovni principi i koncepti koji omogućavaju razumevanje fenomena života. Ovi principi, baš kao i zakoni fizike deluju i onda kada ljudi ne znaju za njih i kada pokušavaju da živi svet prilagode svojim potrebama kao i kada je ugrožavaju svojom nepažnjom.

Osnovni principi biologije su:

1. univerzalnost (slika 1)
2. evolucija
3. diverzitet (raznolikost)
4. kontinuitet
5. homeostaze
6. interakcije



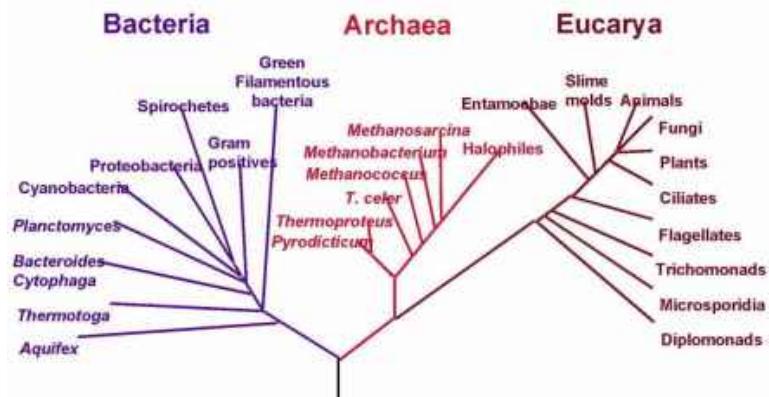
Slika. 1. Primer biološki univerzalnog procesa – glikoliza

Ovi principi su osnova opštih teorija na kojima se zasniva moderna biologija:

1. Teorija o ćeliji
2. Teorija evolucije putem prirodne selekcije
3. Teorija o genima
4. Teorija o homeostazama

Robert Huk (1635-1703), je prvi koristeći mikroskop otkrio ćeliju. Mattias Schleiden (1838) zaključio je da se sva biljna tkiva sastoje iz ćelija. 1839, Theodore Schwann je došao do istog zaključka za animalnu ćeliju. Rudolf Virchow, 1858, je kombinovao ove zaključke sa svojim da svaka ćelija nastaje od prethodne ćelije i na taj način formulisao teoriju o ćeliji. Tako se može pretpostaviti neprekidni lanac ćelija unazad od naših do prvobitnih ćelija pre oko 3,5 milijardi godina. Ćelijska teorija glasi da se sva živa bića sastoje od ćelija koje nastaju od prethodnih ćelija.

## Phylogenetic Tree of Life

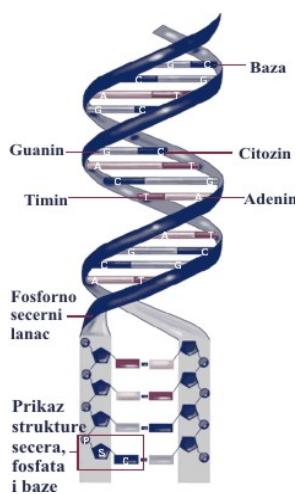
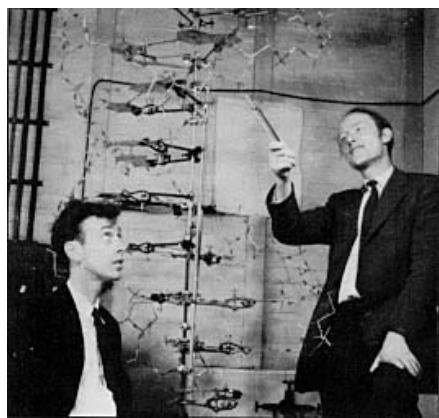


Slika 2. Drvo života

Ovo čini vezu sa Teorijom Evolucije jer znači da se celokupni život na Zemlji razvio od zajedničkog pretka u procesu prirodne selekcije (Charles Darwin 1859. u knjizi Poreklo vrsta). Prirodna selekcija znači da se slučajno nastale mutacije genetskog materijala u toku istorije prenose na potomke. Kako istovremeno dolazi i do promena u okruženju, samo neke od njih dovode do uspešnog preživljavanja i ostavljanja fertilnog potomstva (adaptacije) i dalje se mogu diferencirati u nove vrste (specijacija) (slika 2).

1953. James Watson and Francis Crick su razvili model DNA (dezoksiribonukleinske kiseline) hemijski molekul koji je fizički prenosilac gena. Prepostavili su mehanizam replikacije DNA i njegovu vezu sa sintezom proteina. Ovo predstavlja centralnu dogmu molekularne biologije. Informacija se sa DNA prepisuje na RNA (ribonukleinsku kiselinu) a sa ove na protein (slika 3).

Homeostaza predstavlja dinamičku ravnotežu uslova pri kojima organizam može da funkcioniše. Najznačajniji uslovi su temperatura, pH i transfer energije. Zakoni termodinamike objašnjavaju transfer energije koji je osnova života na Zemlji. To su zakon o održanju materije i energije i zakon o entropiji.



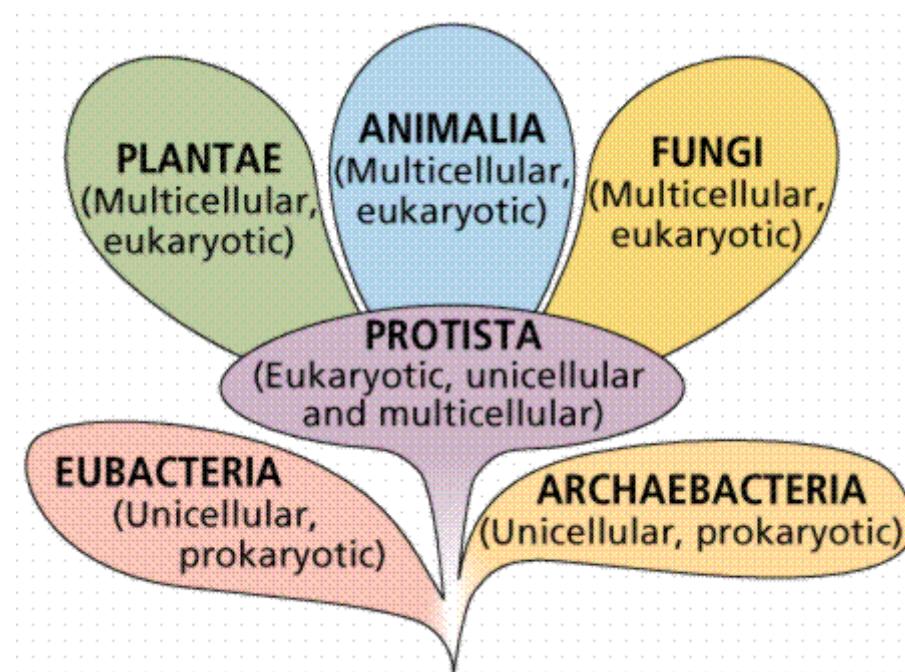
Slika 3. Votson (levo) i Krik (desno), pored modela DNA (levo) i šematski prikaz molekula DNA (Desno)

## BIODIVERZITET

Teorija evolucije i teorija o ćeliji su dale osnovne karakteristike živih bića. Koristeći Lineov hijerarhijski klasifikacioni sistem dolazi se do pet carstava živih organizama. Pri tome nećemo u ovom momentu razmatrati virus je oni nemaju sve karakteristike živih bića. Po nekim klasifikacijama postoji i 6. carstvo Archea.

Prema nivou biološke organizacije mogu se razlikovati: Protobionti – acelularni oblici života, prokarioti- imaju ćelijsku organizaciju ali nemaju diferencirano jedro i organele i eukarioti koji su celularni organizmi. Protobionti obuhvataju grupe virusa, rikecija i arheje koji nemaju ćelijsku gradju ali imaju nasledni materijal i koji su obligatni intracelularni paraziti i postoje polemike da li su uopšte živi organizmi. Arheje su morfološki slične bakterijama ali su molekulski slične eukariotima pa se mogu smatrati njihovim direktnim pretkom.

MONERA je najprimitivnije carstvo koje obuhvata žive organizme najsličnije izumrlim fosilima. Organizmi iz ove grupe ne poseduju membranama okružene organele - to su prokarioti: bakterije - eubakterije i modrozelene alge (modrozelene bakterije) cijanobakterije. Najprimitivnija grupa, arheobakterija je danas ograničena na mali broj staništa kao sto su vrući potoci i uopšte staništa sa malom koncentracijom kiseonika. (slika 4).



Slika 4. Jednostavna šema drveta života

PROTISTA su najstarije carstvo eukariota (eukarioti sadrže organele ograničene membranama koje omogućavaju kompartmentalizaciju i odvajanje funkcija na odvojenim mestima). Najznačajnija osobina im je što su iz ove grupe diferencirala ostala carstva biljke, životinje i gljive. Najveće grupe protista su alge, euglene, ciliati, protozoe i bičari.

FUNGI (GLJIVE) obuhvataju višećelijske, jednoćelijske heterotrofe (energiju uzimaju od drugih organizama, živih ili mrtvih = hrane se organskom materijom), često imaju multinuklearne ćelije. Ekološki značaj gljiva se ogleda u razgradnji organske materije, što

čine zajedno sa nekim bakterijama i tako učestvuju u recikliranju nutrijenata. Ekonomski, gljive se koriste kao hrana, proizvode antibiotike a takođe su i vrlo značajni paraziti.

PLANTA (BILJKE) obuhvataju višećelijske organizme koji su autotrofni (proizvode hranu u procesu fotosinteze konverzijom sunčeve energije u hemijsku). Ekološki to su producenti organske materije (zajedno sa fotosintetičkim predstavnicima Monera i Protista) i baza lanaca i mreža ishrane (FOOD VEBS). Ekološki su producenti organske materije, ekonomski obezbeđuju hranu, gradjevinski materijal, papir, droge...

ANIMALIA (ŽIVOTINJE) obuhvataju višećelijske heterotrofe koji se bar u nekom periodu života kreću. Ekološki to su konzumenti koji se dele na herbivore (biljojede) i carnivore (mesojede), a čovek i još neke vrste su omnivore. Ekonomski obezbeđuju hranu, transport, zabavu, industriju.

## KAKTERISTIKE ŽIVIH BIĆA

1. **Organizacija** Sistem je organizovan tako da se sva živa bića sastoje od ćelija koje sadrže organele, organele sadrže molekule.....
2. **Homeostaza** označava održavanje ravnoteže unutrašnje sredine u pogledu temperature, reakcije pH, sadržaja vode.
3. **Adaptabilnost** je prilagodjavanje živih organizama uslovima spoljašnje sredine i osnova je Darwinove teorije evolucije
4. **Reprodukcijski i nasleđivanje** svaka ćelija nastaje od ćelije u procesu aseksualnog (bez rekombinacije genetskog materijala) ili seksualnog (uz rekombinaciju genetskog materijala) razmnožavanja. Najveći broj živih organizama koristi dezoksiribonukleinsku kiselinu DNA kao fizički nosač genetske informacije. Samo poneki organizmi, recimo retrovirusi u koje spada i HIV, za to koriste ribonukleinsku kiselinu RNA.
5. **Rast i razviće** Svi živi organizmi rastu, čak i jednoćelijski. Čim se formira u procesu deobe ćelija je mala, zatim raste i diferencira se u zrelu ćeliju. Višećelijski organizmi prolaze kroz komplikovan proces diferencijacije i organogeneze. Organizam raste sve dok su procesi anabolizma dominantni nad procesima katabolizma. Intenzitet rasta opada se starenjem. Rast se inhibira nepovoljnim uslovima kao što je nedostatak hrane, vode, prisustvo otrovnih materija ili prekomerne radijacije. Starenje je lagani tok ćeljske degradacije koji redovno dovodi smrti kao prestanka intracelularne aktivnosti.
6. **Promet energije** sa sastoji od anabolizma (sinteza organske materije) i katabolizma (razgradnja) svi organizmi koriste energiju adenosin tri fosfata za svoje potrebe bez obzira na njeno poreklo (sunčeva energija, hemijska ili biohemijska)
7. **Nadražljivost** obuhvata detekciju i odgovor na stimuluse (signale) koji mogu biti različite po prirodi, a spoljašnji i unutrašnji po mestu nastanka.
8. **Interakcije** se javljaju izmedju živih bića medjusobno ili sa spoljašnjom sredinom.

## NIVOI ORGANIZACIJE ŽIVOG SVETA

**Biosfera** obuhvata sva živa bića u interakciji sa njihovim okruženjem. Prostire se svuda gde ima života od najviših slojeva atmosfere do najdubljih predela okeana, površine zemljišta. Planeta Zemlja se dakle deli na atmosferu, litosferu hidrosferu i biosferu.

**Ekosistem** pretstavlja interakciju najmanjih grupa organizama kako medjusobno tako i sa spoljašnjom sredinom. Biolozi uvek govore o medjusobnim odnosima živih bića. Po

Darvinovoj teoriji organizmi se adaptiraju na uslove životne sredine a takodje se moraju adaptirati i na adaptacije ostalih organizama. Ekosistem se karakteriše protokom materije i energije o kojima će biti više reči kasnije.

**Zajednice** su odnosi izmedju grupa razlicitih vrsta. Na primer: zajednica pustinje sa sastoji od zečeva, kojota, zmija, ptica, sitnih glodara i kaktusolikih biljaka... Neke vrste zajednica su tundre, listopadne šume, četinarske šume, livade i pašnjaci, tropске kišne šume, stepе, savane, sve su terestrične. Primer vodenih biocenoza su slatkvodne, zajednica na primer potoka, obala jezera, dna jezera i druge, morske (priobalje, dno, pučina).

**Vrste** predstavljaju grupe sličnih individua koja mogu da ostave fertilno potomstvo. Dešava se da se ova karakteristika ne uzima u obzir već samo morfologija, što nije dopustivo. (Slika 5)

**Populacije** grupa organizama iste vrste koje su u mogućnosti medjusobnog parenja jer se razvijaju na istom mestu.

**Individue** predstavljaju jednu ili više ćelija okarakterisanih jedinstvenom DNA informacijom. Individue se dakle jednoćelijske ili multićelijske. Multicelularne individue sadrže specijalizovane tipove ćelija, tkiva, organa i organskih sistema koji vrše specijalizovane funkcije.

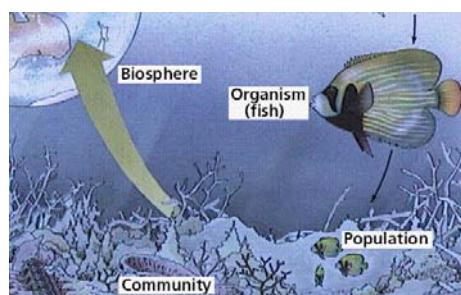
**Organski sistemi** vrše zajedničku funkciju. Na primer sistem organa za varenje, ili za reprodukciju.

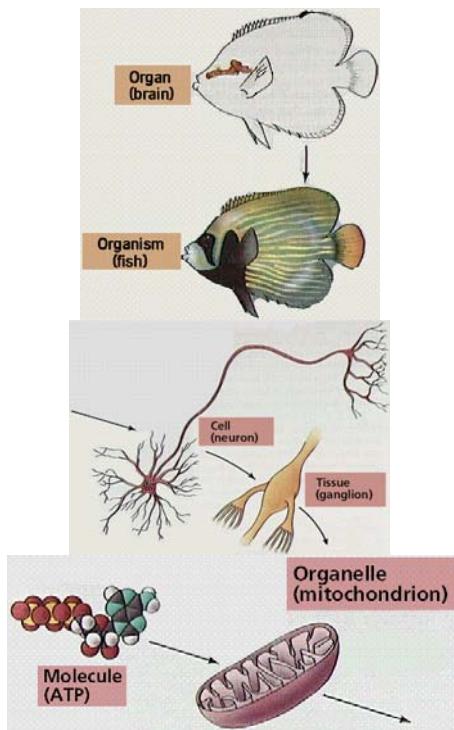
**Organi** multicelularnih organizama su grupe ćelija i tkiva koje zajedno vrše neku funkciju (primer srce)

**Tkivo** multicelularnih organizama je grupa ćelija koje vrše određenu funkciju, na primer mišićno tkivo životinja, ili sprovodno tkivo biljaka.

**Ćelija** je jedinica gradje živih bića. Svaka se karakteriše naslednjim materijalom (DNA ili ređe RNA), energetskim sistemom, strukturon okruženom membranom.

**Organele** su delovi ćelije koji obavljaju specifične funkcije. Na primer ribozomi su mesta sinteze proteina, mitohondrije se energetska mesta.





Slika 5. Nivoi organizacije života

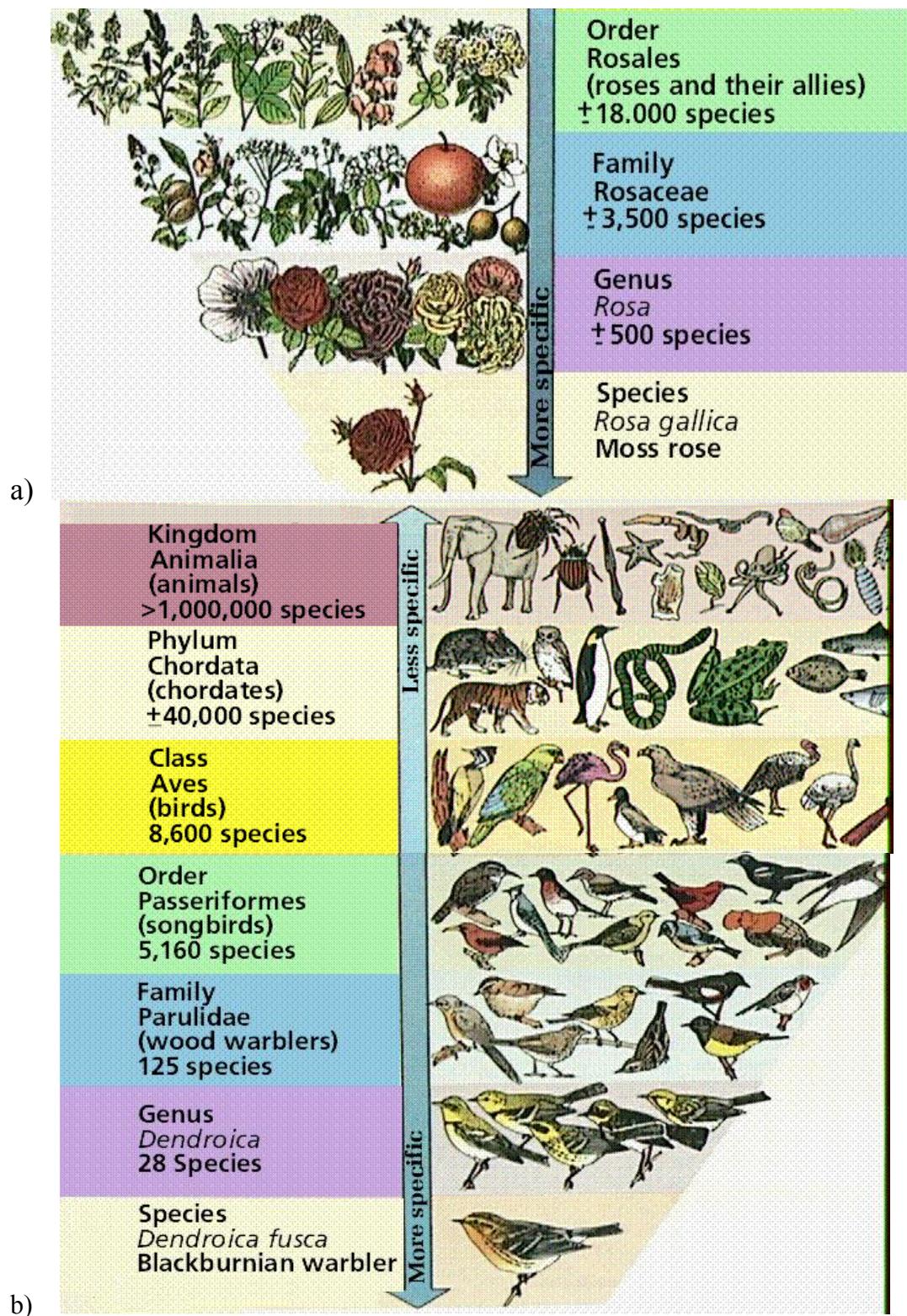
## KLASIFIKACIJA ŽIVIH BIĆA

Sistematika je biološka disciplina koja opisuje organizme i klasificuje ih u određene sisteme na osnovu sličnosti i razlika. Upoređivanje odlika može se odnositi na morfološke, anatomske, fiziološke, biohemijske, genetičke, ekološke i biogeografske karakteristike. Danas najzastupljeniji kodeks klasifikacije je binarna nomenklatura koju je osmislio Karl Line sa ciljem omogućavanja komunikacije naučnika koji inače govore različitim jezicima. Line je svakoj vrsti dao latinsko i jedinstveno binominalno ime koje čine dve reči: prva uvek označava rod kome vrsta pripada, a druga reč označava ime same vrste (*Viola silvestris*, *Viola* označava ime roda ljubičica, dok je *silvestris* vlastito ime te vrste – šumska). Osim isticanja različitosti i specifičnosti svake vrste, binominalni sistem nomenklature istovremeno ukazuje i na sličnost i srodnost, odnosno filogenetsku bliskost sa nekim drugim vrstama. Prva reč u nazivu vrste uvek ukazuje na srodnost, a druga ukazuje na različitost.

Taksonomija je deo šire discipline – sistematike koja se bavi određivanjem filogenetske povezanosti organizama. Taksonomske kategorije obuhvataju određenu grupu organizama na osnovu međusobnih srodničkih odnosa. Grupe organizama sa karakterističnim odlikama po kojima se odvajaju od drugih grupa označeni su kao **taksoni**. Taksoni koji imaju zajednička svojstva, grapišu se u taksone višeg reda. Klasifikacija je upravo svrstavanje organizama u taksone različitih hijerarhijskih nivoa. Sistematska kategorija je rang ili nivo koji takson ima u klasifikaciji.

Osnovna taksonomska kategorija u sistematici je **vrsta** (species). Više vrsta koje imaju zajedničko poreklo grapišu se u **rodove** (genus). Srodnii rodovi se dalje grapišu u **porodice** (familia), bliske porodice formiraju **redove** (ordo). Redovi su grupisani u klase (classis), a klase u **tipove** (phylum) (kod životinja) ili **razdele** (kod biljka). Na vrhu hijerarhije nalaze se **carstva** (regnum) (slika 6).

Hijerarhijske grupe svih živih bića počinju vrstama, a završavaju se carstvima. Danas razlikujemo 5 carstava živih organizama (prema američkom ekologu Robertu Vitakeru): carstvo **Monera**, carstvo **Protista**, carstvo **Fungi**, carstvo **Plantae** i carstvo **Animalia** (videti na strani 4 i 5).



Slika 6. Primeri sistematizacije i klasifikacije biljne(a) i životinjske vrste (b).

Imenovanje vrsta i viših taksona se vrši prema usvojenim pravilima:

1. Svi taksoni pripadaju višim taksonomskim kategorijama (svaki novootkriveni organizam pripada jednoj vrsti, koja pripada jednom rodu...)
2. Prvo ime koje je dato uvek ima prioritet
3. Svi taksoni moraju imati autora.

## OSNOVNI POJMOVI I PRINCIPI EKOLOGIJE

### **Ekologija kao nauka – osnovni pojmovi**

Reč ekologija potiče od grčke reči *oikos* - dom, stanište. Izučavanje “prirodnog doma”, obuhvata istovremeno proučavanje svih živih organizama u okviru staništa, svih elemenata koji čine taj dom, kao i svih funkcionalnih procesa u okviru njega; i od reci *logos* – znanje, pojam, učenje, nauka. Dakle, ekologija je nauka koja proučava međusobne odnose živih bića i životne sredine, ili tačnije - to je nauka koja izučava odnose živih bića prema sredini u kojoj žive, odnos sredine prema živim bićima i međusobni odnos živih bića u određenoj sredini. Osnovni predmeti ekologije kao nauke su: živo biće, životna sredina i odnosi između Živog bića i životne sredine.

Naziv ekologija prvi je uveo nemački biolog Ernest Hekel 1866. godine. Međutim osnivačem ekologije kao biološke discipline može se smatrati čuveni engleski biolog Čarls Darwin, rodonačelnik nauke o organskoj evoluciji. U svom poznatom delu „Poreklo vrsta“ iz 1859. Godine, Darwin pored pojmove adaptacije i prirodnog odabiranja uključuje i pojam borbe za opstanak, koji obuhvata splet uzajamnih odnosa između živih bića i između živih bića i okolne nežive sredine. Kako je predmet izučavanja ekologije životna sredina, to se ekologija može shvatiti i kao nauka o oblicima borbe za opstanak u najširem smislu.

Ekologija je multidisciplinarna oblast nauke – nauka o domaćinstvu (ekonomiji) živih bića. Ona je osnova i pristup nauci o životnoj sredini.

Savremena ekologija pri rešavanju problema kojima se bavi polazi od činjenice da je priroda organizovana stupnjevito – hijerarhijski. Zato se živi sistemi mogu izučavati na različitim nivoima organizacije i složenosti: *biomolekuli – organele – ćelije – tkiva – organi – organski sistemi – jedinke – populacije – životne zajednice – ekosistemi – biom – biosfera*. Ekologija pre svega proučava složenije biološke sisteme koji postoje kao realne celine u prirodi.

### **Podela ekologije**

#### **U odnosu na nivo organizacije bioloških sistema:**

1. Sinekologija proučava životne zajednice (Biocenologija, Fitocenologija, Zoocenologija) i ekosisteme (Ekosistemologija);
2. Demekologija (o preživljivanju) – Populaciona ekologija;
3. Idioekologija (o odnosima, adaptacijama) – Autekologija, ekologija vrste.

#### **Po prirodi životne sredine:**

- terestrična,
- marinska,
- slatkovodna i
- kosmička.

#### **Po objektu istraživanja:**

- fitoekologija (ekologija biljaka)

- zooekologija (ekologija životinja)
- ekologija čoveka
- mikrobijalna ekologija (ekologija mikroorganizama)
- ekologija gljiva i
- socijalna ekologija.

**Po nameni:**

- fundamentalna (sve predhodne) i
- aplikativna (primenjena).

## A. ODNOSI IZMEĐU ORGANIZAMA I SPOLJAŠNJE SREDINE

Svako živo biće vezano je za svoju bližu ili dalju okolinu. Ono ne bi moglo da opstane izdvojeno iz sredine kojoj pripada i bez onih životnih uslova koji mu omogućavaju opstanak.

Životna sredina obuhvata sve ono što okružuje organizam i neposredno ili posredno deluje na njegov rast, razviće, razmnožavanje i dužinu života. Životna sredina organizma podrzumeva skup raznovrsnih ekoloških faktora spoljašnje sredine u odgovarajućem prostoru. U životnoj sredini organizmi nalaze osnovne uslove za život: energiju, hranu, vodu i mineralne elmente.

Ekološki faktori predstavljaju skup različitih uticaja koji dolaze iz spoljašnje sredine i mogu biti: **abiotički i biotički**. U novije vreme se od biotičkih, kao posebna grupa poznačaju izdvaja i **antropogeni faktor**, odnosno uticaj čoveka. Osnovne osobine ekoloških faktora su:

- deluju kompleksno (kao celina),
- neprekidno se menjaju u vremenu i prostoru,
- međusobno su uslovljeni.

**Abiotički faktori** predstavljaju kompleks svih fizičko-hemijskih uslova sredine (skup faktora neorganske sredine) i mogu biti:

- klimatski (svetlost, toploća, vlažnost, vazduh (vetar)),
- edafski – karakteristike zemljišta (fizičke, hemijske i biološke), stene i pedološka podloga,
- orografski – karakteristike reljefa (nadmorska visina, nagib terena, stepen razuđenosti reljefa, itd.)

**Biotički faktori** obuhvataju kompleks međusobnih dejstava svih živih organizama. To su organski faktori žive prirode čije dejstvo može da bude veoma složeno, i podrazumevaju međusobne interakcije i uticaje živih bića (biljke, životinje i čovek) koje oni vrše na datu jedinku, odnosno organizam. Sve biljke i životinje uslovljene su životnom delatnošću drugih organizama. Na taj način očigledno je da biljke mogu delovati jedne na druge – uzajamni odnosi biljaka kao što su simbioza, parazitizam idr. Među životinjama postoje uzajamni odnosi koji se najjasnije ogledaju u lancima ishrane, mada su prisutni i drugi odnosi kao što su simbioza, komensalizam (jedan organizam ima koristi, a drugi je neutralan) i parazitizam. Sa druge strane, biljke mogu delovati na životinje, a životinje na biljke.

Efekat delovanja ekoloških faktora zavisi ne samo od vrste već i od intenziteta njihovog dejstva na organizam (visoka ili niska temperature, jaka svetlost ili mrak). Svi organizmi su se tokom evolucije prilagođavali (adaptirali) na određeni opseg (dijapazon) dejstva pojedinih faktora. Ipak, za svaki organizam, bilo da je to biljka, životinja ili mikroorganizam, postoji

tačno određen intenzitet optimalnog dejstva ekološkog faktora. Smanjivanje ili pojačavanje delovanja faktora sredine u odnosu na ovaj optimalni opseg dejstva smanjuje životnu aktivnost organizma. Kada dejstvo faktora dostigne minimalne vrednosti, nestaju neophodni uslovi opstanka i nije moguća dalja egzistencija organizma. Granice izvan kojih više nije moguć opstanak organizma nazivaju se donja (**minimum**) i gornja (**maksimum**) granica izdržljivosti. Najpovoljnije dejstvo ekološkog faktora na životnu aktivnost organizma označava se kao **optimum**, a najnepovoljnije dejstvo kao **pesimum**. Svojstvo, odnosno sposobnost prilagođavanja vrste na određeni opseg (dijapazon) dejstva faktora sredine naziva se **ekološka valenca**, odnosno ekološka plastičnost ili tolerancija vrste. Minimum, maksimum i optimum predstavljaju kardinalne tačke ekološke valence.

Što je širi opseg kolebanja dejstva ekološkog faktora u čijem okviru data vrsta može da opstane, to je šira i njena ekološka valenca. Prema širini ekološke valence organizmi se dele na:

- eurivalentne i
- stenovalentne.

**Eurivalentni** (gr. eurys = širok) su organizmi sa širokom ekološkom valencom i opstaju u uslovima širokog variranja ekološkog faktora, dok **stenovalentni** (gr. stenos = uzak) imaju usku ekološku valencu, i kod njih je izražena specifičnost na određene uslove sredine. Eurivalentni organizmi poseduju široke mogućnosti prilagođavanja što im omogućava opstanak u vrlo različitim sredinama. Nasuprot njima su više ili manje specijalizovani stenovalentni organizmi.

U spoljašnjoj sredini, gde se ekološki faktori uzajamno uslovljavaju; nijedan pojedinačni faktor ne postiže svoje optimalno dejstvo nezavisno od ostalih faktora. Najčešća situacija u prirodi jeste veće ili manje odstupanje od optimalnih uslova života. Što je odstupanje veće, to su uslovi za opstanak neke vrste manje povoljni. Samo jedan jedini ekološki faktor, čije se dejstvo približava maksimumu ili minimumu, može da onemogući opstanak nekog organizma na određenom mestu. Ekološki faktor tada postaje ograničavajući (limitirajući) faktor koji uslovljava opstanak iako su svi drugi faktori optimalni.

## 1) Adaptacije i životna forma

Postoji tesna veza između prirode spoljašnjih faktora i građe organizama, odnosno između specifičnih tipova životne sredine i odgovarajućih životnih oblika, tj. Njihove spoljašnje i unutrašnje građe. Sve prilagođenosti organizama za opstanak u različitim uslovima sredine nastale su tokom evolucije. Ekološko prilagođavanje je reakcija živih bića na promenljive uticaje sredine što im omogućava opstanak.

Karakteristike vrste nastale tokom evolucije a uslovljene naslednom osnovom nazivaju se adaptacije (prilagodenosti). Proces prilagođavanja je postepen i adaptivne osobine se razvijaju u skladu sa uslovima sredine. Adaptacije su uvek u skladu sa staništem u kome žive i odražavaju karakter samog staništa. **Životno stanište ili biotop** je deo naseljenog prostora na Zemlji koji se odlikuje specifičnom kombinacijom životnih uslova (ekoloških faktora). Životna forma (ekološka forma) nastaje kao skup svih adaptivnih odlika na određene uslove sredine koje se javljaju kod organizma jedne vrste kao odgovor na uticaje ekoloških faktora. Životna forma već na prvi pogled ukazuje na uslove sredine na koje su organizmi prilagođeni. Ona se ostvaruje na osnovu genetskih mogućnosti vrste u toku dugotrajnog prilagođavanja na uslove spoljašnje sredine. Pojava da međusobno veoma udaljene vrste imaju slične morfološke i fiziološke osobine, ukazuje da su se one na sličan način prilagođavale istim uslovima sredine, pa su ostvarile istu ekološku formu. Nasuprot tome,

često se u okviru srodnih vrsta sreću sasvim različite životne forme jer te vrste žive u različitim uslovima sredine (dabar, veverica, slepo kuće (glodari) žive u različitim uslovima sredine i prilagođavanjem su dobili posebne morfološke i fiziološke odlike, posebne životne forme).

Bogatstvo i raznovrsnost živog sveta u pogledu različitih tipova životnih formi može se ilustrovati mnogobrojnim primerima:

- kod biljaka su to životne forme drveća, žbunova, trava itd.;
- kod životinja slatkovodne, podzemne, šumske, pustinjske itd. forme

## B. POJAM POPULACIJE I NJENE ODLIKE

**Populacija** je grupa jedinki iste vrste koje naseljavaju određeni prostor i mogu međusobno da se razmnožavaju dajući potomstvo.

U prirodnim uslovima retko se mogu naći jedinke koje čitav život provode izolovano. Sve jedinke jedne vrste, koje naseljavaju jedno stanište, uspostavljaju određene međusobne odnose i odnose sa spoljašnjom sredinom. Tako čine biološki sistem koji se naziva populacija. Sve biološke vrste postoje u prirodi u obliku populacija, pri čemu je svaka vrsta predstavljena određenim brojem populacija. Tako npr., populaciju predstavljaju sve jedinke maslačka na jednoj livadi, divlje svinje u jednoj šumi ili slepi miševi u jednoj pećini.

### **Osobine populacije**

Svaka populacija je vrlo pokretan, dinamičan sistem. Ona je u stalnom kretanju, kako u prostoru tako i u vremenu. Zato se i može govoriti o dinamici populacije, pri kojoj se pod uticajem spoljašnjih i unutrašnjih (tj. u populaciji) faktora menjaju mnoge bitne osobine same populacije.

Populacija svake organske vrste odlikuje se i odgovarajućom strukturu. Odlike svake populacije su:

- gustina (veličina),
- prostorni raspored,
- natalitet,
- mortalitet,
- uzrasna struktura i
- rastenje.

### **Gustina populacije**

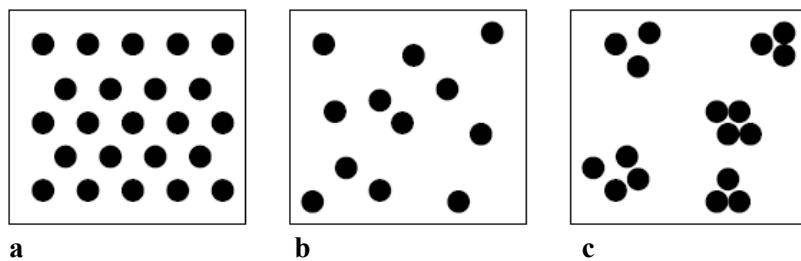
Broj jedinki (ili njihova biomasa) po jedinici površine ili zapremine koju naseljavaju predstavlja gustinu populacije. Brojnost se izrazito menja tokom vremena, zavisno od uslova spoljašnje sredine. U nekim uslovima mnogi organizmi postižu ogromnu brojnost i mogu izazvati pustoš u prirodi, kakav je slučaj, npr., sa najjezdama skakavaca, gubara ili leptira kupusara. **Apsolutna gustina populacije** predstavlja ukupan broj jedinki u jednom prostoru, a **relativna** srednju vrednost broja ili biomase izračunata na jedinicu stvarno naseljenog prostora.

### **Prostorni raspored jedinki u populaciji**

Jedinke jedne populacije su na određeni način raspoređene u staništu koje naseljavaju. Taj raspored zavisi od ponašanja jedinki i od uslova koji vladaju u staništu. Tako raspored jedinki u određenom prostoru može biti:

- neravnomerni (slučajni),
- ravnomerni i
- grupni.

Slučajan raspored je prisutan ako su uslovi u staništu ujednačeno povoljni. Ravnomerni raspored se retko sreće i javlja se samo ako su uslovi u staništu ujednačeno oskudni. Pošto su uslovi u staništu uglavnom povoljni samo na pojedinim mestima, jedinke se na njima okupljaju u najvećem broju. To dovodi do grupnog rasporeda, koji se u prirodi najčešće sreće (slika 7).



Slika 7. Prostorni raspored jedinki u populaciji. a) ravnomerni, b) neravnomerni (slučajni), c) grupni

## Natalitet i mortalitet

Natalitet (rađanje) je produkcija novih jedinki u populaciji (rođenih, ispilelih, isklijalih, postalih deobom ili na drugi način), koje se pridodaju već postojećim putem razmnožavanja. On je pozitivan faktor rasta populacije. Kapacitet produkovanja novih jedinki specifičan je za vrstu i zavisi od uslova sredine. Neki organizmi se razmnožavaju jednom godišnje (kao npr. vilin konjic), neki više puta (npr. glodari), a neki neprekidno (npr. bakterije u povoljnim uslovima sredine).

Mortalitet (smrtnost) predstavlja smanjenje broja jedinki u populaciji zbog uginuća ili umiranja u određenom vremenskom periodu. Smrtnost jedinki uslovljena je delovanjem ekoloških faktora (nedostatak vode, kiseonika, pojava grabljivica, bolesti i mnogi drugi), ali i genetičkim osnovama organizma.

## Uzrasna struktura i brojnost populacije

Uzrasna struktura obuhvata brojčani odnos između jedinki koje se nalaze na različitim stupnjevima razvića. Kada u populaciji ima više mlađih jedinki, onda ona raste. Populacija stagnira ili opada (negativan rast) kada su najzastupljenije starije jedinke.

Promena brojnosti jedne populacije u određenom vremenskom periodu je rastenje populacije. Rastenje populacije zavisi od promenljivosti ekoloških faktora, potencijala razmnožavanja kao i odnosa nataliteta i mortaliteta. Potencijalu razmnožavanja se suprostavlja otpor sredine.

## **Humana populacija**

Ukoliko vrsta zauzima veća prostranstva i naseljava različita staništa, kao što je to slučaj sa ljudskom vrstom (*Homo sapiens*), onda je vrsta sastavljena od velikog broja populacija. Kada govorimo o humanim populacijama, onda možemo da mislimo na stanovnike jednog sela, jednog grada, jedne ulice, na jednu generaciju đaka i sl. Današnji čovek potiče iz male grupe ljudi koja se još pre 1-2 miliona godina pojavila negde na afričkom tlu. Savlađujući prirodne neprijatelje, prilagođavajući se na različite uslove sredine humana populacija je doživela eksplozivan razvoj u poslednja tri veka (broj ljudi se preterano mnogo povećao). Čovek utiče i na populacije drugih vrsta: povećava brojnost jednih, smanjuje ili čak potpuno uništava druge.

Menjajući odnose u prirodi, čovek postepeno ugrožava i svoj sopstveni opstanak.

## **C. ŽIVOTNA ZAJEDNICA – BIOCENOZA**

Životnu zajednicu ili biocenuzu čine populacije različitih vrsta biljak, životinja, gljiva i mikroorganizama koji žive na istom staništu. Životna zajednica se obrazuje tokom dugog vremenskog procesa pri kome dolazi do prilagođavanja vrsta i njihove evolucije.

Kao što jedinke jedne vrste ne žive izolovano, već u populacijama, tako i populacije različitih vrsta na istom staništu ne žive izolovano već u zajednicama. Između članova biocenoze uspostavlja se čitav splet različitih odnosa. Sastav populacija različitih vrsta u životnoj zajednici veoma je specifičan. U staništima u kojima vladaju slični ekološki uslovi uvek se pojavljuje ista životna zajednica (npr. biocenoza jedne bare, planinskog vrha, potoka i dr.).

### **Osobine biocenoze**

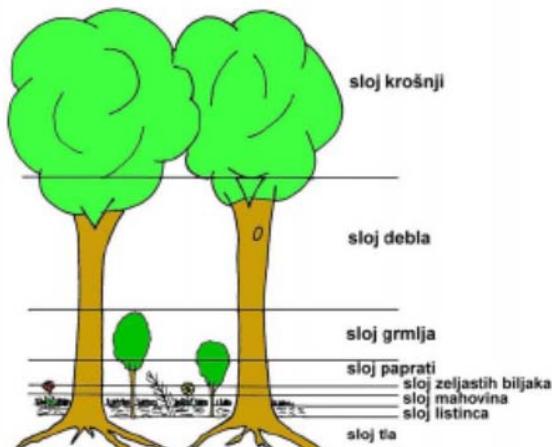
Svaka biocenoza se odlikuje određenim grupnim osobinama :

- kvalitativan i kvantitativan sastav
- struktura organizacija biocenoze
- vremenske promene
- određeni odnosi ishrane
- vremenska organizacija biocenoze.

### **Kvalitativan i kvantitativan sastav**

Kvalitativni sastav biocenoze predstavlja prisustvo i karakteristična kombinacija zastupljenih vrsta. U svakoj biocenozi pojedine vrste se odlikuju svojom brojnošću ili biomasom. Vrste koje su najbrojnije daju obeležje biocenozi I označene su kao dominantne. One su najbolje prilagođene, imaju pogodnu životnu formu, otporne su i jači su konkurenti u borbi za opstanak. U bukovoj šumi dominantna vrsta je bukva, a u hrastovoj hrast.

**Struktura organizacija biocenoze** ogleda se u prostornom rasporedu pojedinih vrsta koje je čine a ispoljava se spratovnošću i to pre svega u vertiklanom a manje u horizontalnom pravcu. Spratovnost je prisutna u svim životnim sredinama (slika 8).



Slika 8. Vertikalna slojevitost biocenoza (spratovnost vegetacije u šumama umerenog tipa)

### Vremenske promene

U strukturi životnih zajednica vremenske promene mogu biti:

- periodične i
- sukcesivne.

**Periodične promene** su one koje prate ritam dnevno-noćnih i sezonskih kolebanja uslova u staništu. Periodične promene se dešavaju neprestano svake sezone i one ne remete odnose u biocenozi. Zato se javlja periodizam u životnim aktivnostima organizama: većina biljaka i životinja se razmnožava u isto godišnje doba; neke životinje su aktivne noću, a druge danju; biljke vrše fotosintezu samo danju itd.

Nasuprot ovako kratkotrajnim promenama, u prirodi se dešavaju korenite promene i uslova sredine i biocenoza. **Sukcesije** (ili vekovne promene) su smenjivanje jedne populacije drugom u okviru jedne biocenoze, kao i smenjivanje čitavih biocenoza na jednom biotopu.

### Odnosi ishrane (trofička struktura)

Osnovni način uzajamnog povezivanja članova jedne životne zajednice predstavlja metabolizam biocenoze. On čini osnovu organizacije njenog života, tj. njenu trofičku strukturu. Odnosi ishrane čvrsto povezuju sve vrste članova biocenoze.

**Autotrofni članovi biocenoza** su proizvođači organskih materija, koji neposredno ili posredno služe kao hrana za potrošače. Autotrofni organizmi mogu biti fototrofni (vrše fotosintezu) ili hemotrofni (vrše hemosintezu). *Fotosinteza je proces u kome se stvaraju organska jedinjenja iz neorganskih pri čemu se svetlosna energija – energija Sunca pretvara u hemijsku energiju koja se vezuje u organska jedinjenja.* Ovaj proces je svojstven samo biljkama koje poseduju hlorofil – zeleni biljni pigment. Zelene biljke – biljke sa hlorofilom same sebi stvaraju organske materije, odnosno hranu i označene su kao autotrofni organizmi (sve alge, više biljke i neke bakterije).

Hemosintetički organizmi razlažu neorganska jedinjenja pri čemu dobijaju potrebnu energiju za sintezu ATP-a koji predstavlja izvor energije za odvijanje životnih procesa. To je svojstveno samo nekim bakterijama koje imaju sposobnost da oksiduju neorganske supstance i na taj način dobijaju energiju, a prema vrsti supstrata na kome žive dele se na: nitrifikacione, sumporne, gvožđevite, vodonične.

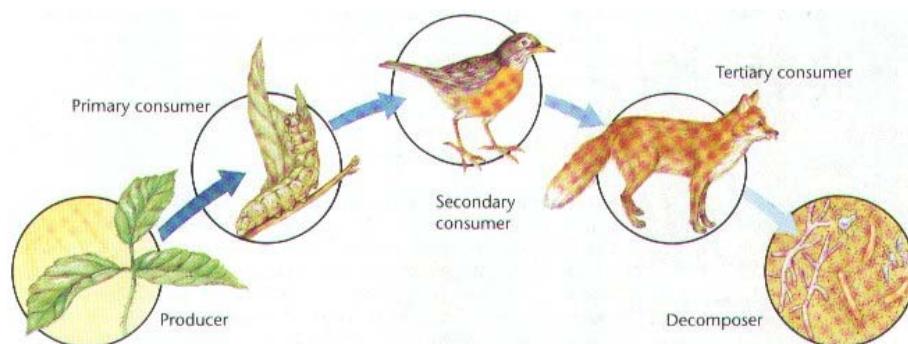
**Heterotrofni organizmi** uzimaju gotove organske materije koje su proizveli autotrofni organizmi. Tu spadaju sve životinje, biljke bez hlorofila, sve gljive i većina mikroorganizama.

Postoji više kategorija potrošača :

- biljojeni (koji se hrane neposredno biljkama),
- mesojeni (posredni potrošači jer se hrane životinjama) i
- različiti saprofiti koji se hrane ostacima uginulih organizama.

Posebnu grupu saprofita čine heterotrofne bakterije i gljive koje razlažu ostatke organskih supstanci do neorganskih sastojaka (vrše mineralizaciju), vraćajući ih na taj način u prirodu u obliku koji je upotrebljiv za biljke. Od tih materija biljke, fotosintezom, ponovo stvaraju organske materije bogate energijom. Svi saprofiti čine grupu razлагаča.

U biocenozi postoje trofički lanci (trofičke piramide ili lanci ishrane). Svi organizmi su povezani odnosima ishrane i kroz te trofičke strukture materija kruži a energija jednosmerno protiče. Pri tome se menja oblik materije i energije. Deo energije izlazi iz sistema u obliku toplotne energije. Transfer energije hrane iz izvora u biljkama kroz seriju organizama iz grupe potrošača predstavlja **lanac ishrane** (slika 9).. Prva karika u lancu je najčešće proizvođač, ali mogu biti i organski otpaci. Poslednju kariku u lancu čini potrošač koji u životnoj zajednici nema direktnih prirodnih neprijatelja. Broj karika u tom lancu je obično 4 - 5, i u svakom transferu se 80 – 90 % potencijalne energije gubi u vidu toplote, dok se jedan deo energije zadržava u živim sistemima u funkciji održavanja osnovnih fizioloških procesa. Nakon ugušenja životinja, daljom dekompozicijom (razlaganjem) organske materije do neorganske, koju vrše mikroorganizmi opet se oslobođa toplota i kao takva napušta prostor Planete. Dobijena neorganska materija u formi dostupnoj producentima ponovo se uključuje u proces kruženja.



Slika 9. Primer jednog lanca ishrane

Životinje potrošači su obično istovremeno članovi više lanaca ishrane jer se retko hrane samo jednom vrstom biljne ili životinske hrane. Isto tako, biljka proizvođač skoro redovno predstavlja početnu kariku za veći broj lanaca ishrane. To znači da različiti lanci ishrane imaju zajedničke karike pomoću kojih se međusobno ukrštaju i čine splet lanaca ishrane.

#### D. EKOSISTEM

Biocenoza (životna zajenica) i biotop (životno stanište) neraskidivo su povezani i čine složenu celinu – **ekosistem**. U ekosistemu se ostvaruje jedinstvo žive (biocenoza) i nežive (biotope) prirode. **Ekosistem = biogeocenoza** ( *bios* = život, *geos* = zemlja, *koinos* = zajednički) je beskrajno složen i izrazito dinamičan sistem u kome sve uzajamno deluje jedno

na drugo, posredno ili neposredno. Između njegove žive i nežive komponente vrši se stalna razmena materije i energije. Na bazi tih uzajamnih odnosa ekosistem nastaje, održava se i evoluira. Odlike ekosistema su njegova struktura i dinamika. Strukturu određuju brojnost, raspored i sastav populacija organizama raspoređenih u skladu sa uslovima spoljašnje sredine. Dinamika ekosistema odnosi se na sezonsku promenljivost biocenoza u ekosistemu ili pak na sukcesije.

### Odnosi između komponenata u ekosistemu

Budući da je ekosistem integralna celina koja obuhvata životno stanište, sa svim faktorima koji ga čine i životne zajednice, on nastaje, održava se i evoluira na bazi složenog spleta odnosa između njegovih komponenti. Postoje tri kategorije odnosa između komponenata u ekosistemu:

1. **akcije** obuhvataju sva dejstva koja biotope, kao kompleks ekoloških faktora vrši na biocenozu;
2. **reakcije** – uticaji živih bića na biotop; živa bića se prilagođavaju na promene uslova u biotopu i istovremeno menjaju tu sredinu;
3. **koakcije** – uzajamni uticaji između samih organizama; njima pripadaju svi odnosi ishrane u biocenozi i čitav niz konkurenčkih odnosa (za prostor, za hranu idr.).

### Kruženje materije i proticanje energije

Biocenoza i biotop predstavljaju zajedno ekološki sistem u kome energija protiče, a materija kruži između obe komponente sistema i unutar svake od njih. Ukupna količina matreije nije se bitno menjala na Zemlji tokom evolucije. Matreija kruži, menja oblik, ali ne napušta biosferu. Energija protiče jednosmerno, transformiše se iz jednog oblika u drugi, koristi se u mnogim životnim procesima i jedan deo energije (toplotna) se nepovratno gubi. Zato se u ekosistem mora uvek unositi nova energija. Sunce je neiscrpni izvor energije na Zemlji.

**Organska produktivnost** ekosistema predstavlja ukupnu količinu obrazovane organske materije koju svi organizmi, na različitim trofičkim nivoima, proizvode u određenom vremenskom periodu na jedinicu površine ili zapremine. Nju čine:

- **primarna produktivnost** – ukupna količina organske materije koju stvore proizvođači; najveću primarnu produkciju imaju tropске kišne šume, vlažne livade i plitka jezera, a najmanju imaju pustinje i otvorene morske pučine, gde ima malo mineralnih elemenata;
- **sekundarna produktivnost** – ukupna količina organske materije koju stvaraju potrošači ili razлагаči i podrazumeva stvaranje rezervi organskih materija.

Najveća primarna produkcija organskih materija je karakteristična za tropске kišne šume, vlažne livadske ekosisteme, plitke jezerske ekosisteme, a najmanja za pustinje i morske pučine (malo mineralnih elemenata).

Ekosistemi nisu izolovani jedni od drugih, teško im je odrediti granice, jer su međusobno vezani različitim uzajamnim uticajima. Manji ekosistemi podređeni su višim, a zatim se u njih uklapaju, integrišu se u složene komplekse višeg reda.

Grupisanje i klasifikacija ekosistema se može izvršiti na različite načine, na osnovu:

- tipova vegetacije – tip vegetacije na vlažnim, umereno vlažnim i suvim staništima
- tipa zemljišta – glinovito, peskovo, stenovito
- prirode staništa – podzemno, nadzemno, suvozemno, morsko, jezersko

- biljne zajednice – biocenoza bukove šume (bukva dominantna)

Ekosistem je osnovna strukturalna jedinica biosfere. Jedinstvo žive i nežive prirode ne ograničava se na ekosisteme, već se proteže i na čitavu planetu Zemlju.

**Biosfera (sfera života)** predstavlja jedinstven sistem sa uzajamno povezanim i uslovljenim delovima, ekosistemima. To je vrhunsko jedinstvo žive i nežive prirode na Zemlji i obuhvata čitav prostor naseljen živim svetom, odnosno spoljašnji omotač Zemlje, oblast u kojoj je rasprostranjen život.

Biosfera je dinamičan i složen ekosistem – lice Planete Zemlje. U energetskom pogledu je otvoren sistem, a u pogledu materije sistem zatvorenog tipa. To je vrlo tanka opna u odnosu na čitavu planetu, koja prožima sve Zemljine sfere: atmosferu, litosferu, hidrosferu i pedosferu.

U atmosferi živih bića ima prosečno do nekih 12km visine, a najviše na nekoliko desetina m, mada se spore nekih gljiva i bakterija mogu naći i na visini od 20 km.

U litosferi se organizmi mogu naći na dubini do 100 m, a neke bakterije žive i na dubini od 2 – 3 km, u naftnim slojevima.

U hidrosferi se ta granica poklapa sa granicom prodiranja svetlosti (200 m), ali života ima i u neosvetljenom delu (biosfera je najdeblja u ovoj oblasti).

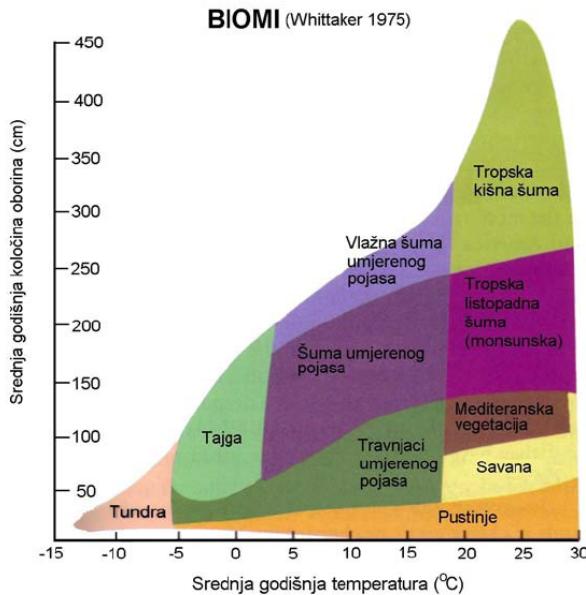
### **Biomi – životne oblasti**

Grupacije ekosistema u okviru određenih klimatskih oblasti koje karakteriše određeni tip ekosistema i odgovarajuće životne forme čine biom. Idući od ekvatora ka polovima, može se uočiti izvesna pravilnost u rasporedu različitih bioma na obe Zemljine polulopte. Zonalni raspored ekosistema uslovljen je manje – više pravilnim promenama klimatskih uslova u dva pravca:

➤ po horizontali na svakih 100 km temperatura opada za  $0,5^{\circ}\text{C}$ , od ekvatora ka polovima – **zonobiomi**.

➤ po vertikali na svakih 100 m temperatura opada za  $0,5^{\circ}\text{C}$  – **orobiomi** (visokoplaninske oblasti). Vertikalni raspored ekosistema na kopnu u skladu je sa horizontalnim rasporedom bioma od ekvatora ka polovima. Od podnožja do planinskih vrhova temperatura opada i menja se klima pa se u skladu sa tim smenjuju i ekosistemi. Tako se lišćarske i četinarske šume smenjuju livadama i pašnjacima, a planinske tundre i zona večnog leda nalaze se na vrhovima planina

Zonobiomi su: tundra, tajga, listopadne šume umerene zone, stepa, savane, večnozelene šume mediteranskog tipa, pustinje, sezonske tropске šume jugoistočne Azije, tropске kišne šume (slika 10).



Slika 10. Pregled osnovnih bioma na Zemlji

Biomi se dalje grupišu u tri glavne celine, odnosno u tri osnovne životne oblasti na Zemlji::

1. Oblast mora i okeana – samo jedan biom ( morski ekosistemi )
2. Oblast kopnenih voda – samo jedan biom ( slatkovodni ekosistemi)
3. Suvozemna oblast života – zonobiomi.

#### E. BIOGEOHEMIJSKI CIKLUSI

Materija neprekidno kruži kroz živu i neživu prirodu. Živa bića bezbroj puta koriste jednu istu količinu materije. Osnovne elemente C, O, H, N, S organizmi ugrađuju u organska jedinjenja i prema količini koja im je potrebna elementi se mogu podeliti na:

- makroelemente: C, N, O, H, P, S koji su neophodni za odvijanje osnovnih životnih procesa i,
- mikroelemente: Fe, Mn, Cl, Cu koji su organizmima potrebni u vrlo malim količinama. Ovaj put osnovnih elemenata predstavlja biogeohemijske cikluse materije na Zemlji, koji se mogu utvrditi za svaki element posebno.

#### Kruženje ugljenika (C)

U atmosferi, ugljenik se nalazi u obliku ugljen-dioksida i u hidrosferi, rastvoren u vodi. U procesu fotosinteze biljke sa hlorofilom vezuju CO<sub>2</sub> i ugljenik iz CO<sub>2</sub> ugrađuju u organska jedinjenja. Jedan deo ugljenika vraća se u atmosferu i vodu u toku disanja organizama. Najveći deo ugljenika vraća se u spoljašnju sredinu procesima truljenja i vrenja, koje vrše gljive i bakterije.

Znatna količina ugljenika ostaje duže ili kraće vreme van kruženja. Ponekad ostaci uginulih organizama, zbog posebnih uslova u kojima se nađu (na dnu okeana, duboko pod zemljom, u uslovima niskih temperatura gde su procesi raspadanja usporeni) ne mogu biti potpuno razloženi. Od takvih ostataka nastaju: treset, lignit, kameni ugalj i nafta koje čovek koristi kao gorivo pa ih tako ponovo uključuje u proces kruženja.

## Kruženje kiseonika (O)

Kiseonik je nastao biogenim procesima u dalekoj prošlosti Zemlje (OTOSINTEZA). Njegova zastupljenost u atmosferi iznosi iznosi oko 21% a određena količina kiseonika rastvorena je u vodi. Koristi se za procese disanja organizama, a vraća se u spoljašnju sredinu procesom fotosinteze.

## Kruženje azota (N)

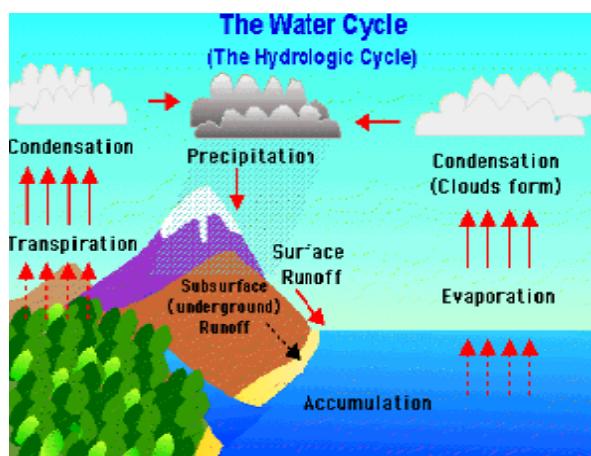
Azot je neophodan mikroelement i biljke ga uzimaju i ugrađuju u proteine, aminokiseline, azotne baze. Azot se nalazi u atmosferi, ali ga većina organizama ne uzima direktno iz atmosfere. Biljke uzimaju azot iz zemljišta a samo mali broj organizama uzima azot iz vazduha (azotofiksatorne bakterije). Truljenjem i razlaganjem ovih bakterija jedinjenja azota prelaze u neorganski oblik (nitrati) i dospevaju u zemljište, odakle biljke mogu da ih koriste. Tako se azot ugrađuje u organska jedinjenja (aminokiseline, proteini, nukleinske kiseline, pigmenti) prvo u telu proizvođača, a zatim potrošača i razlagača. Razlaganjem uginulih organizama ponovo se u spoljašnju sredinu oslobađaju različite neorganske soli azota.

## Kruženje vode

Kruženje vode počinje njenim isparavanjem sa površine mora, okeana i drugih vodenih basena koji predstavljaju rezervoare vode na Zemlji. Vodena para se u višim slojevima atmosfere kondenzuje, nastaju mase oblaka koji odlaze prema kopnu gde u obliku padavina voda stiže do površine Zemlje. Sa te površine ona se različitim vodotokovima ponovo vraća u mora i okeane. Deo vode sa površine zemlje ulazi u sastav živih bića, a zatim, isparavanjem i izlučivanjem, ponovo napušta ove organizme. Sva voda se na kraju vraća u mora i okeane (slika 11).

Aktivno učešće organizama omogućuje tok biogeohemijskih procesa u biosferi. Kruženje materije značajno je zbog toga što se jedna te ista količina materije može koristiti bezbroj puta. Osim toga, u biosferi jedan oblik jedinjenja se neprestano smenjuje drugim na račun energije koja neprekidno jednosmerno protiče.

Na principima kruženja materije i proticanja energije zasniva se život.



Slika 11. Kruženje vode u prirodi

## **ČOVEK I NJEGOV ODNOS PREMA PRIRODI**

Od pojave razumnog čoveka (*Homo sapiens*) otpočinje nagla i burna evolucija čoveka kao biološkog i društvenog bića. Čovek je svojom delatnošću izmenio izgled Zemlje i prouzrokovao ozbiljne teškoće u funkcionalanju biosfere. Za čoveka, kao i za svako drugo živo biće, životna sredina predstavlja prostor u kome on zadovoljava svoje životne potrebe. Čovek je kosmopolitska vrsta i u biogeografskom pogledu se razlikuje od ostalih živih bića koja su uglavno rasprostranjena na ograničenim prostorima na Zemlji. Mali broj vrsta su kosmopoliti, to su uglavnom oni organizmi koji neposredno prate čoveka. Brojnost i gustina ljudskih populacija uglavnom se povećavala što je dovodilo do prekokomernog iskorišćavanja prirodnih bogatstava. Čovek je svojim aktivnostima doveo do velikih promena u prirodi – biosferi, uništavanjem vegetacije, zagađivanjem kopnenih i vodenih ekosistema, uništavanjem pojedinih biljnih i životinjskih vrsta i iskorišćavanjem mineralnih i energetskih resursa. Na ogromnim površinama planete potpuno su uništeni prirodni ekosistemi (šume, stepi, močvare) ili su zamenjeni veštačkim (plantaže, farme, naselja).

Ono malo prirode, koja još postoji kao netaknuta, polako nestaje pod pritiskom čoveka. Najpre je ugrozio šume kao najsloženije i najproduktivnije ekosisteme. I danas se to nastavlja u tropskim šumama Amazona, zapadne Afrike i jugoistočne Azije. Čitavo Sredozemlje bilo je nekada pokriveno tvrdolisnom, slaborastućom šumom, a sada je ta oblast, sečom šuma, pretvorena u antropogenu pustinju i kamenjar. Slično je sa Saharom i drugim pustinjama.

### **Promene fizičkih i hemijskih uslova sredine**

Najveće promene u hemijskom sastavu pretrpela je atmosfera. Sastav vazdušne sredine se menja kvalitativno i kvantitativno zbog prisustva zagadujućih supstanci: CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, kao i mnogih sastojaka koje je čovek proizveo, u prirodi nepoznatih (fluoridi, hidrokarbonati, ketoni, azbest, teški metali). Promenjena vazdušna sredina dovodi indirektno do promena u sastavu zemljišta i vode. Smog, fotosmog i kisele kiše su najznačajnije promene koje su zadesile atmosferu u poslednjih 150 godina. Značajno je i povećanje količine CO<sub>2</sub>, poznato kao efekat staklene bašte, čija je posledica povećano zagrevanje Zemljine površine što može dovesti do promene klime na Zemlji. Ne manje značajna, je i pojava rupa u ozonskom omotaču Planete koja se javlja kao posledica emisije različitih gasova antropogenog porekla (freoni, gasovi supersoničnih aviona, eksplozija nuklearnih bombi).

Vodena sredina je takođe izložena različitim vidovima zagađivanja. Pod direktnim uticajem pesticida, veštačkih đubriva i zemljište menja svoja fizička i hemijska svojstva ili biva indirektno kontaminirano zagađivačima koji iz zagađene atmosfere putem kiše dospevaju u zemljište.

### **Promene u sastavu živog sveta**

Nagle i velike promene uslova u staništu dovode do nestanka brojnih vrsta koje su bile prilagođene na ranije uslove sredine. Pod uticajem izmenjenih srdeinskih uslova, one ili uginjavaju ili odlaze u ona staništa koje karakterišu još neizmenjeni uslovi. Samo mali broj organizama im sposobnost da se prilagodi tim naglo izmenjenim uslovima. Predstavnike takvih vrsta uglavnom nalazimo među čovekovim pratiocima kao što su korovi, neke ptice, mnogi glodari, mnogi insekti i drugi beskičmenjaci. Oni istovremeno predstavljaju prirodne indikatore stanja životne sredine. Pravilan odnos čoveka prema prirodi počeo je još u periodu pripitomljavanja životinja i kultivisanja biljaka (domestifikacija). Tako, većina današnjih

propitomljenih životinja i kultivisanih biljaka vodi poreklo iz perioda između 11.000 i 2.500 godina pre naše ere.

### Procesi urbanizacije i industrijalizacije

Ubrzan razvoj urbanih sredina i industrije je još jedan snažan uticaj čoveka na prirodu. Kao najveći zagađivači današnjice izdvajaju se gradovi koji broje preko 5 miliona stanovnika (megalopoli), ali i ogromne kilometrima dugačke industrijske zone. Gradovi su "paraziti biosfere" i zbog toga životna sredina postaje sve ugroženija.

## F. IZVORI ZAGADJIVANJA ŽIVOTNE SREDINE I MOGUĆNOSTI ZAŠTITE

Zagađivanje je svaka izmena sastava fizičkih, hemijskih i bioloških komponenata životne sredine koje dovode do poremećaja u funkcionisanju ekosistema. Do zagađivanja dolazi kada se štetne materije oslobođe u okolinu u tolikim količinama da ugrožavaju ljude, životinje, biljke i njihova staništa. Kontrola zagađivanja je najveći problem s kojim je suočen savremeni svet.

Ljudske delatnosti koje dovode do promena u životnoj sredini i zagađivanja su:

- industrija (hemijska, metaloprerađivačka, prehrambena, drvna itd.)
- poljoprivreda
- energetika
- komunalne delatnosti
- saobraćaj
- vojne aktivnosti

Sve navedene delatnosti spadaju u grupu zagađivača a supstance koje oslobađaju u spoljašnju sredinu predstavljaju zagađujuće materije. Po svojoj prirodi, zagađivanje može biti:

- hemijsko
- fizičko
- radioaktivno
- biološko

### 1) Zagadivanje vode, vazduha, zemljišta i hrane

Zagađivanje najčešće nije jednostrano već je kompleksno jer više zagađujućih materija deluje istovremeno što je naročito izraženo u gradskim i industrijskim područjima.

**Hemijsko zagađivanje** predstavlja svaku promenu hemijskog sastava medijuma životne sredine, vazduha, vode, zemljišta i hrane. Organske materije kao organski otpad u obliku otpadnih voda dospevaju u vodenu sredinu iz industrije (klanice, stočarstvo, hemijska industrija, industrija šećera i kože). Organski otpad se uglavnom razgrađuje prirodnim putem i ne predstavlja veću opasnost. Problem se javlja kod manjih vodotokova koji nisu u stanju da prečiste ogromne količine organskog otpada što može dovesti do potpunog uništenja ekosistema. Neki zagađivači se teško razgrađuju i dovode do dugotrajne kontaminacije životne sredine što za posledicu ima štetne efekte po zdravlje ljudi (pesticide, teški metali, deterdženti).

Uzroci **fizičkog zagađivanja** životne sredine su mnogobrojni. Čađ i prašina su poseban oblik fizičkog zagađivanja sa hemijskim dejstvom. Prašinu čine sitne čestice nastale razgrdanjom različitih materijala i raspršene u atmosferi. Posebno opasnu grupu čine čestice azbesta, stakla, kreča, cementa kao i prašine organskog porekla: vuna, pamuk, brašno. Čađ nastaje nepotpunim sagorevanjem fosilnih goriva (ugalj i nafta), i ima kancerogeno dejstvo.

Poseban oblik fizičkog zagađivanja je termičko zagađivanje koje predstavlja svako povišenje temperature izazvano ljudskom delatnošću. Ispuštanje pregrejanih voda iz nuklearnih i termoelektrana u prirodne vodotokove dovodi do zagrevanja tih voda što ima za posledicu smanjenje ukupne količine kiseonika. Takođe, povećan intenzitet saobraćaja na gradskim ulicama tokom letnjih meseci utiče na to da je temperature i do 10 °C viša u odnosu na temperature okoline.

Buka je još jedan oblik fizičkog zagađenja jer je to zvučno-talasno kretanje, i izaziva štetne efekte na čulo sluha i na psihu, izaziva glavobolju, uznemirenost i kardiovaskularne tegobe. Različiti su izvori buke, prirodni i veštački, pri čemu su prirodni uglavnom manjeg intenziteta.

**Radioaktivno zagađivanje** se može shvatiti kao svako povećanje stepena radioaktivnosti iznad vrednosti prirodne radioaktivnosti. Izvori mogu biti prirodni i veštački. Prirodni izvori su najčešće kosmičkog i zemaljskog porekla i ne predstavljaju jaka zagađenja. Veštački su poreklom iz vojnih (probe nuklearnog oružja koje se po međunarodnom sporazumu mogu vršiti samo u velikim dubinama) i mirnodopskih izvora (nuklearne elektrane, primena radioizotopa u industriji i poljoprivredi, nauci i medicine). Nuklerni otpad je najveća opasnost za čovečanstvo. Sagorevanjem jedne tone nuklearnog goriva ostaje jedna trećina radioaktivnog otpada koji sadrži radionuklide sa dugim vremenskim poluraspadom. Ovaj otpad se pakuje u specijalne kontejnere koji moraju biti dobro izolovani, odlaže se u napuštene rudnike ili skladišti u dubokim slojevima Zemljine kore ili u okeanskim dubinama. Radioaktivno zagađivanje je najopasniji oblik zagađivanja sa trajnim posledicama na nivou genotipa. Radioaktivni zraci imaju snažno negativno dejstvo, dovode do promena u strukturi naslednog matrejala, odnosno DNK a mogu izazvati i smrt. Posledice ozračenosti su velika stopa smrtnosti kao i pojava kancerogenih i terataogenih efekata (Hirošima i Nagasaki). Tolerantnost živih organizama prema radioaktivnosti zavisi od složenosti njihove građe. Organizmi na nižem stupnju razvoja su tolerantniji od onih na višem stupnju razvoja (škorpije, insekti i bakterije mogu podneti nekoliko stotina puta veće doze od čoveka). Radioaktivno zračenje ne deluje podjednako čak ni na sve organe jednog organizma. Najosetljiviji su reproduktivni organi, limfni, koštano tkivo i kardiovaskularni sistem.

Teški metali (živa, olovo, kadmijum, cink, bakar i njihova jedinjenja) mogu takođe izazvati negativne genetičke i zdravstvene efekte. Mnogi od njih su kancerogeni a isto dejstvo imaju i fenoli, izopren, neki aromatični ugljovodonici.

**Biološko zagađivanje** se javlja kao posledica povećanja brojnosti populacija različitih patogenih organizama što izaziva poremećaje u funkcionisanju ekosistema.

## 2) Sistem praćenja stanja životne sredine

Kontinuirani sistem praćenja stanja spoljašnje sredine naziva se monitoring sistem imože biti fizičko-hemijski i biološki. Posebnu vrednost ima monitoring radioaktivnog zračenja kao i hemijski monitoring. U svim velikim gradovima stepen zagađenja se kontinuirano prati i građani se upozoravaju ukoliko dođe do povećanja koncentracija nekih zagađujućih materija.

Biološki monitoring je praćenje stanja u ekosistemu pomoću organizama (bioindikatora) koji su posebno osetljivi na određen nivo zagađenja (lišajevi – indikatori čistog vazduha).

Danas se posvećuje i posebna pažnja procesu rekultivacije i revitalizacije zapuštenih ili narušenih ekosistema. Kakva će biti efikasnost ovih procesa zavisi od toga koliko je sam ekosistem uništen a rad na tome zahteva mnogo strpljenja i velika ulaganja. Jednom uništeni ekosistemi se teško vraćaju u prvobitno stanje.

#### G. ZAŠTITA PRIRODE

Svojim aktivnostima, čovek je izmenio lice Planete i u znatnoj meri oštetio biosferu. Na ogromnim površinama potuno su uništeni prirodni ekosistemi i zamjenjeni brojnim poljoprivrednim površinama, farmama i naseljima. Najuočljivije su promene u ekosistemima u pogledu njihovog florističkog i faunističkog sastava. Veliki broj vrsta je potpuno iščezao a mogima preti opasnost od iščezavanja.

Prvi i veoma značajan korak u ostvarivanju zaštite jeste evidentiranje ugroženih vrsta flore i faune. Naučno-stručne publikacije u kojima su navedene sve vrste koje podležu zaštiti prema međunarodnoj klasifikaciji ugroženosti (vrste pred istrebljenjem, vrste u opasnosti od istrebljenja, osetljive ili ranjive vrste i retke vrste) jesu takozvane **Crvene knjige**.

Za svaku vrstu u crvenoj knjizi daju se sledeći podaci: fotografija ili crtež predstavnika vrste, opis staništa, osnovne ekološke odlike, rasprostranjenost vrste, prikaz faktora koji dovode do ugroženosti.

Retke i ugrožene vrste su zaštićene zakonom. Proglašavanjem njihovih staništa za stroge prirodne rezervate, u kojima vlada poseban režim i u kojima je aktivnost ljudi svedena na najmanju meru, predstavlja najefikasniji način zaštite ugroženih vrsta. Najsloženiji, ali i najobuhvatniji oblik zaštite prirode su nacionalni parkovi, u čijem se okviru nalazi veći broj rezervata. Najstariji nacionalni park je Jelouston u SAD i Krigerov u Južnoafričkoj republici. U svetu je takođe formirana i Crna knjiga u kojoj je popis više hiljada vrsta biljaka i životinja koje je čovek, nažalost, istrebio svojim bahatim, pohlepnim i nemarnim ponašanjem.

Zaštita prirode i njenih pojedinih delova je jedan od načina da se sačuva biološka raznovrsnost ionako malih preostalih delova izvorne prirode. U svetu je zaštićeno oko 30.000 područja, što je oko 12.8 miliona km<sup>2</sup> ili 9.5% površine kopna. Namene zaštićenih delova prirode su sledeće:

- očuvanje izvornih ekosistema
- naučna istraživanja
- zaštita specifičnih prirodnih i kulturnih odlika (geološki ili paleontološki fenomeni, spomenici, manastiri...)
- turizam i rekreacija
- održavanje kulturnih i tradicionalnih vrednosti i još mnoge druge namene
- i stanovanja uključujući i turističku izgradnju.

Pod zaštitom zakona nalaze se i izuzetno retki delovi nežive prirode: neobični oblici reljefa, pećine, naslage sedre i geološke tvorevine sa fosilnom florom i faunom.

Balkansko poluostrvo i Srbija odlikuju se mnogobrojnim reliktnim i endemičnim vrstama. Reliktne vrste (relicum – ostatak) su one biljne i životinjske vrste koje predstavljaju ostatak nedašnje drevne flore i faune i zauzimaju male prostore iako su nekada bili široko rasprostranjeni. Relikti mogu biti tercijarni, glacijalni. Endemične vrste (endemos – lokalni) su biljne i životinjske vrste rasprostranjene samo na jednoj ograničenoj teritoriji, imaju mali areal. Endemiti mogu biti: paleoendemiti (predstavnici drevnih vrsta) i neoendemiti (mlade vrste, nove vrste koje još uvek nisu proširile svoje areale).

Biljke koje predstavljaju prirodne retkosti zaštićene su posebnim Zakonom o zaštiti prirode pa uništavanje ili berba ovih biljaka, osim što nanosi neprocenjivu štetu biodiverzitetu, istovremeno i krivično delo koje se može kazniti po Zakonu. Zaštićene biljke ne treba brati ni skupljati! Neke od ugroženih i istovremeno i zaštićenih biljaka Srbije, koje su pod zaštitom prvog stepena, su: pančićeva omorika, runolist, rosulja, stepski božur, gorocvet, sasa, tisa, molika i dr. Najznačajnije zaštićene životinjske vrste u Srbiji su: beloglavi sup, veliki tetreb, vidra, šareni tvor, crni daždevnjak, lipljan, apolonov leptir i dr.

U Srbiji je zaštićeno 464 prirodnih dobara: 5 nacionalnih parkova (Fruška Gora, Đerdap, Tara, Kopaonik i Šar-planina), 72 rezervata prirode (opštih i specijalnih), 14 parkova prirode, 43 područja od kulturnog i istorijskog značaja, 17 predela izuzetnih odlika, 313 spomenika prirode. Zaštitom su obuhvaćene 642 prirodne retkosti (215 biljnih vrsta i 427 životinjskih), dok je pod kontrolom korišćenja i prometa 179 biljnih, životinjskih vrsta i gljiva. Ukupna površina zaštićenih prirodnih dobara iznosi 6,16% teritorije Srbije, što je nedovoljan procenat po planu da do kraja 2010. godine bude najmanje 10% teritorije pod zakonskom zaštitom.

## VODA I NJEN ZNAČAJ U PRIRODI

Voda predstavlja najzastupljeniju supstancu u prirodi i u proseku oko 70% težinskog sastava živog sveta čini voda.

Voda je:

- neophodna životna potreba za svu biocenuzu, uključujući i čoveka,
- ona je univerzalan rastvarač,
- ona je izvor hrane i minerala,
- životna sredina za mnoge žive organizme,
- bitan klimatski faktor,
- prirodan estetski element,
- predmet rada i sredstvo za rad,
- izvor energetskih resursa,
- mesto rekreacije,
- opštedruštveno dobro.

Voda u tečnom stanju pokriva 71% ukupne površine Zemlje. Ukupna količina vode na Zemlji iznosi oko  $1,4 \cdot 10^9 \text{ km}^3$  (1,4 milijardi kubnih kilometara) vode, od čega na slane vode otpada 97,4% a na slatke vode svega 2,6%. Ukupna raspodela vodenih resursa na Zemlji data je u tabeli 1.

Tabela 1: Ukupna raspodela vodenih resursa na Zemlji

VODA	KOLIČINA(km <sup>3</sup> )	UDEO(%)
Morska voda	1.348.000.000	97,39
Led (lednici)	27.820.000	2,01
Podzemne vode	8.062.000	0,58
Jezera i reke	225.000	0,02
Atmosfera	130.000	0,001
Ukupno	1.384.237.000	100,00

Slatke vode nisu ravnomerno rasporedjene na Zemljinoj površini, tako da 60% kopna spada u sušna područja. Od ukupne količine slatke vode preko 77% je zamrznuto u polarnom ledu i u planinskim glečerima. U podzemnim vodama nalazi se oko 22% količine slatke vode, a za korišćenje ostaje svega oko 1% od čega je veći deo zagađen i nije za piće. To znači da Zemlja kao planeta ima velike rezerve vode, računajući i vodu koja se nalazi u atmosferi, ali ne i dovoljno pitke vode.

Potrebe za vodom se stalno povećavaju i to kako zbog rasta stanovništva na našoj planeti tako i zbog razvoja privrede u mnogim zemljama sveta. Prema nekim podacima potrebna količina vode po stanovniku se kreće u intervalu od 100 do 1000 litara na dan.

Ukupna količina isparene vode i vode u obliku padavina je jednaka, s tim što više vode ispari iz okeana nego što u njih dospe sa padavinama, dok je u slučaju kontinenta situacija obrnuta. Naime, 83% od vode koja ispari potiče iz okeana, dok samo 76% od padavina (kiša i sneg) dospeva u okeane. Količina vode koja padne na kontinent je za oko 43% veća od količine vode koja se isparava sa kontinenata. Pošto je nivo okeana praktično konstantan, razlika se nadoknadije rečnim i podzemnim vodama, koje se ulivaju u okeane. Pored isparavanja sa vodenih površina, važno je i isparavanje vode sa zemljišta, sa vegetacije posle padavina i preko listova biljaka (transpiracija). Isparena voda se u atmosferi kondenzuje i u vidu padavina (kiše, snega i leda) vraća na Zemlju.

Voda je jedini resurs na Zemlji čija se količina ne smanjuje ali se njen kvalitet stalno pogoršava. Voda mora i okeana, kopna i atmosfere se pod uticajem toplotne energije Sunca i Zemljine teže nalazi u stalnom kruženju. Usled isparavanja sa površine mora, okeana, jezera, reka, tla, biljaka itd. u atmosferu prelazi velika količina vode. U gornjim, hladnjim, slojevima troposfere vodena para se kondenzuje u sitne kapljice (prečnika 0,001 do 0,01mm) i stvara oblak. Vazdušnim strujanjima oblaci odnose vodu daleko od mesta isparavanja i ona se vraća na zemlju u obliku atmosferskih padavina. Jedan deo padavina dospeva direktno u okeane, jezera i reke, drugi deo na površinu kopna i procesom filtracije kroz zemlju, obogaćuje se mineralnim i organskim supstancijama i obrazuje podzemne vode. Zajedno sa oticanjem površinskih voda i podzemne vode dospevaju u reke a odatle u mora i okeane.

Nauka koja izučava vodeni omotač Zemlje (**hidrosferu**) i kruženje vode u prirodi (**hidrološki ciklus**) naziva se **hidrologija**.

Prirodne vode imaju sposobnost da donekle neutrališu zagađenje jer teže da uspostave prvobitnu ravnotežu. Ta sposobnost je poznata kao **samoprečišćavanje**. Ako je zagađenje veliko onda je, pri upotrebi takvih voda, potrebno pristupiti prečišćavanju sa posebnim uređajima i postrojenjima.

Voda se u prirodi ne pojavljuje u hemijski čistom obliku, zbog toga što rastvara različite neorganske i organske materije, čija količina u vodi znatno varira. Od količine ovih sastojaka zavise i karakteristike vode. Voda se prema svom poreklu može podeliti na:

- atmosfersku vodu
- površinsku vodu i
- podzemnu vodu.

Atmosferska voda potiče od padavina kao što su kiša, sneg, led, inje i rosa. Ova voda sadrži rastvorene gasove iz atmosfere sa kojima dolazi u dodir: N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> i dr. Atmosferska voda može sadržati i malu količinu rastvorenih soli. Sadrži čvrste materije kao što su: čestice prašine, čađi, a u blizini mora i nešto soli, najviše hloride.

Površinska voda je voda koja se nalazi na površini Zemlje (potoci, reke, jezera, mora i okeani). Ona je u kontaktu sa zemljишtem zbog čega je obogaćena suspendovanim i rastvorenim organskim i neorganskim materijama. Sadržaj soli je mali u kopnenim vodama (reke, jezera) jer se površinska voda stalno razblažuje atmosferskom vodom, a satav i sadržaj soli zavisi od geološkog sastava terena na kojima se te vode nalaze.

Podzemne vode nastaju infiltracijom atmosferskih padavina i površinskih voda do vodoootpornog sloja gline, gde se nastavlja lagano kretanje vode u pravcu terena. Podzemni slojevi zasićeni vodom nazivani su vodonosnim. Podzemne vode se sporo kreću i pri filtraciji kroz sloj zemlje snižavaju se sadržaji supstancija koji daju boju a smanjuje se sadržaj mikroorganizma, dok se povećava sadržaj mineralnih materija-rastvorenih soli i voda postaje mineralizovana. Voda je obično obogaćena solima magnezijuma, kalcijuma, natrijuma, ima konstantan sastav, nižu temperaturu, bistra je i bezbojna, bez mikroorganizama pa je pogodna za piće i najčešće ne zahteva prečišćavanje. Konstantovano je da podzemne vode mogu sadržati preko 60 elemenata. Podzemne vode se dele na gornje ili plitke vode (one ispod same površine u zoni aeracije), na vode nad vodonepropustnim slojevima (freatski izvori) i između nepropustnih slojeva - arterske vode.

### **Voda kao rastvarač**

U vodi mogu da se rastvaraju čvrste, tečne i gasovite supstance. Prema rastvorljivosti u vodi sve materije se dele u tri grupe:

- 1) dobro rastvorljive,
- 2) slabo rastvorljive, i
- 3) praktično nerastvorljive.

Neophodno je da se istakne da potpuno nerastvorljivih materija nema. Tako staklo, srebro, zlato – predstavljaju primere praktično nerastvorljivih materija. Ipak, i one se u vrlo malim količinama rastvaraju u vodi.

Visoka polarnost molekula vode jeste jedan od najvažnijih razloga visoke aktivnosti vode pri mnogim hemijskim reakcijama. Ona je i uzrok elektrolitičke disocijacije soli, baza i kiselina u vodi. Sa njom je vezana takodje i rastvorljivost elektrolita u vodi. Rastvaranje je ne samo fizički, već i hemijski proces. Rastvori se obrazuju kao rezultat međusobnog delovanja čestica rastvarača i rastvorene supstance. Voda ima sposobnost da rastvara mnoge supstance, tj. da sa njima daje jednorodne fizičkohemijske sisteme promenljivog sastava (rastvori). Soli rastvorene u prirodnim vodama nalaze se u disosovanom stanju, u obliku jona.

### **Ukupna tvrdoća vode**

Ukupnu tvrdoću vode čine sve kalcijumove i magnezijumove soli prisutne u vodi. Najčešća jedinica u upotrebi za ukupnu tvrdoću je nemački stepen ( $1^{\circ}\text{N} = 10 \text{ mg CaO/L}$ ). UT se određuje titracijom dinatrijumove soli etilendiamintetrasirćetne kiseline EDTA (trgovačka imena: Komplexon III, Komplexal III, Titriplex III) u prisustvu indikatora EriochromcrnoT pri pH  $10^{+/-}0,1$ .

Helatni kompleks kalcijuma sa EDTA jači je od istog kompleksa magnezijuma. Zbog toga pri titraciji prvo nastaje kalcijumov kompleks, a zatim magnezijumov. Pošto EriochromcrnoT daje obojeni kompleks samo s magnezijumom promena boje titrisane vode označava potpuno vezivanje svih  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  jona prisutnih u vodi.

Razlikuju se karbonatna (KT) i nekarbonatna (NT) tvrdoća vode, kao i prolazna i stalna tvrdoća. Ukupna tvrdoća (UT), jednaka je zbiru karbonatne i nekarbonatne tvrdoće:  $UT=KT+NT$ , odnosno zbiru prolazne i stalne tvrdoće:  $UT=PT+ST$ .

KT predstavlja sadržaj  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ -jona koji su u ravnoteži sa  $\text{HCO}_3^-$ -jonima. KT vode naziva se i prolazna tvrdoća vode (PT), jer se pri dužem zagrevanju vode uklanja, usled izdvajanja teško rastvornih karbonata:



NT predstavlja sadržaj  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ -jona u ravnoteži sa svim drugim anjonima u vodi. NT potiče od soli kalcijuma i magnezijuma kao što su:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{MgSiO}_3$  i dr. Posle kuvanja vode i izdvajanja teško rastvornih karbonata, u vodi preostaje minimalna količina  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ -jona koji su u ravnoteži sa drugim anjonima koji čine stalnu tvrdoću (ST) vode, pa NT predstavlja ST.

Tvrdoća vode izražava se u nemačkim, engleskim ili francuskim stepenima ili u miligramima  $\text{CaCO}_3$  u litri vode.

1 stepen nemački ( ${}^{\circ}\text{N}$ ) =  $10 \text{ mg CaO/litar}$

1 stepen francuski ( ${}^{\circ}\text{F}$ ) =  $10 \text{ mg CaCO}_3/\text{litar}$

1 stepen engleski ( ${}^{\circ}\text{E}$ ) =  $10 \text{ mg CaCO}_3/0,7\text{litar}$

Prema ukupnoj tvrdoći vode se mogu klasifikovati kao:

0 -  $4 {}^{\circ}\text{N}$  - vrlo meke vode,

$4 - 8 {}^{\circ}\text{N}$  - meke vode,

$8 - 12 {}^{\circ}\text{N}$  - umereno tvrde vode,

$12 - 18 {}^{\circ}\text{N}$  - srednje tvrde vode,

$18 - 30 {}^{\circ}\text{N}$  - tvrde vode,

preko  $30 {}^{\circ}\text{N}$  - vrlo tvrde vode

Tabela 2. Ocena tvrdoće vode izražena kao sadržaj CaCO<sub>3</sub> u mg/L vode

OCENA TVRDOĆE VODE	TVRDOĆA, mg CaCO <sub>3</sub> /L
meka	<70
umereno tvrda	70-150
tvrda	150-200
vrlo tvrda	>200

U tabeli 3 dati su odnosi za pretvaranje iz jednih stepena u druge.

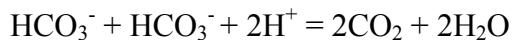
Tabela 3. Odnosi između različitih načina izražavanja vode

Stepen	mg CaCO <sub>3</sub> /litar	nemački (°N)	francuski (°F)	engleski (°E)
mg CaCO <sub>3</sub> /litar	1,00	0,056	0,10	0,07
nemački (°N)	17,9	1,00	1,79	1,29
francuski (°F)	10,0	0,56	1,00	0,70
engleski (°E)	14,3	0,80	1,43	1,00

### Karbonatna tvrdoća vode

Karbonatnu tvrdoću vode čine svi kalcijumovi i magnezijumovi karbonati (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) i hidrogenkarbonati (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Pošto su CaCO<sub>3</sub> i MgCO<sub>3</sub> slabo rastvorni u vodi karbonatnu tvrdoću uglavnom čine hidrogenkarbonati (bikarbonati). Karbonatna tvrdoća (KT) ili prolazna tvrdoća (PT) se zbog načina određivanja, može povezati sa alkalitetom vode. Za određivanje PT (za titraciju HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-jona ekvivalentnih sadržaju Ca<sup>2+</sup> ili Mg<sup>2+</sup>-jona u vodi), koristi se kiselina. Kiselina, međutim, reaguje sa svim supstancama koje čine alkalitet vode, a ne samo sa HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-jonima.

U prirodnim vodama *alkalitet* je uslovljjen prisustvom nekog od anjona: OH<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, HSiO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, huminskih kiselina ili soli slabih organskih kiselina). Kod *alkalnih* voda koje pored zemnoalkalnih, Ca<sup>2+</sup> i Mg<sup>2+</sup>-jona, sadrže i značajne količine alkalnih, Na<sup>+</sup> i K<sup>+</sup>-jona, može se dobiti da je vrednost KT veća od UT. Na primer, ako alkalitet vode potiče od prisustva NaHCO<sub>3</sub> i Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, u toku određivanja karbonatne tvrdoće, kiselina će se trošiti na ukupan sadržaj HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-jona, bez obzira da li oni potiču iz NaHCO<sub>3</sub> ili Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, što se može prikazati sledećom hemijskom jednačinom:



Ovaj slučaj se lako prepoznaje jer se na osnovu povećanog utroška kiseline, dobije rezultat za KT prividno veći od UT. U tom slučaju se KT izjednačava sa UT.

### Jedinjenja azota i fosfora u vodama

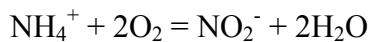
Azot i fosfor spadaju u grupu biogenih elemenata u prirodnim vodama. Oni su konstitucionalni elementi tkiva svih živih organizama, pa im zbog toga pripada vodeća uloga u razvoju (postojanju) života u vodenim akumulacijama. Koncentracija tih biogenih elemenata i njihov

režim u potpunosti zavise od intenziteta biohemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u tim akumulacijama. U poslednje vreme povećan je interes za izučavanje ponašanja jedinjenja azota zbog toga što ono služi kao pokazatelj zagađenosti voda, a pored toga neka od tih jedinjenja su i toksična.

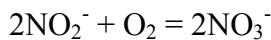
Azot se nalazi u prirodnoj vodi u obliku raznih neorganskih i organskih jedinjenja. U neorganska jedinjenja spadaju amonijačni  $\text{NH}_4^+$ , nitritni  $\text{NO}_2^-$  i nitratni  $\text{NO}_3^-$  joni. Navedeni joni su genetski međusobno povezani, mogu prelaziti jedan u drugi, pa se zbog toga razmatraju zajedno.

U organskim jedinjenjima azot se uglavnom nalazi u sastavu aminokiselina i belančevina tkiva organizama i proizvodima njihovog raspadanja. Poslednji nastaju u procesu izumiranja organizama, a takođe i kao rezultat raspadanja proizvoda njihove životne aktivnosti. Organska jedinjenja azota nalaze se u vodi u najrazličitijim oblicima (ostatak organizama, koloida, rastvorenih molekula) koji nastaju pri biološkim procesima i biohemiskom raspadanju ostataka organizama.

Prelaz složenih organskih oblika azota u prostije neorganske (mineralne oblike naziva se procesom mineralizacije azota. Ovaj prelaz se može obavljati pri biohemiskom raspadanju organskih azotnih jedinjenja, pri čemu je brzina procesa različita. On je najbrži za materije koje izlučuju živi organizmi (fekalije, poluprevredna hrana vodenih životinja i sl.), a sporiji kod složenih belančevinastih jedinjenja. Krajnji rezultat procesa transformacije složenih organskih azotnih jedinjenja u neorganska jeste obrazovanje amonijaka. Međutim, u oksidacionim uslovima amonijak je nepostojan. U prisustvu kiseonika pod uticajem bakterija on se oksiduje u nitrite i nitratre, pri čemu se ovaj proces odvija u dve faze. Prva faza ovog procesa – prelaz  $\text{NH}_4^+$  u  $\text{NO}_2^-$  vrši se pod uticajem bakterija nitrifikatora prema sledećoj jednačini:

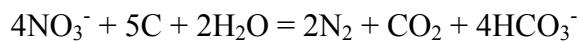


Proces nitrifikacije se ne zaustavlja na ovome, jer su nitritni joni veoma nepostojani i pod uticajem drugih bakterija oksiduju se dalje do nitrata:



Oba ova procesa su egzotermna, i energiju koja se pri tome oslobadja koriste bakterije za svoj razvoj. Proces nitrifikacije može se odvijati samo u aerobnim uslovima. Prema tome nitratni joni su krajnji proizvod složenog procesa mineralizacije azota organske materije.

U nedostatu kiseonika odvija se suprotan proces – denitrifikacija, koja dovodi do smanjenja vezanog azota u vodama, pri čemu azot prelazi u slobodno stanje:



Za razviće organizama proces denitrifikacije ima negativan značaj, jer vezani azot koji je neophodan životu, ovim procesom prelazi u slobodno stanje i difunduje u atmosferu. Prema tome, jedinjenja azota podležu u vodi kruženju koje se vrši prema sledećoj šemi:



U prirodnim vodama, fosfor se nalazi u obliku neorganskih i organskih jedinjenja, s tim što se organski fosfor nalazi kako u rastvorenom tako i u koloidnom stanju. Sadržaj fosfora iznosi obično nekoliko stotih ili desetih delova mg/l, a samo u nekim mineralnim vodama dostiže jedan ili čak desetinu mg/l. Povećana koncentracija fosfora u vodama ponekad ukazuje na njihovu zagadenost, pošto jedinjenja fosfora spadaju u proizvode razlaganja složenih organskih materija.

### **Organska materija u vodama**

Organska jedinjenja, bez obzira na raznorodnost njihovih oblika, uglavnom se sastoje iz ugljenika, kiseonika i vodonika, koji čine 98,5% njihove mase. Pored toga u njima su u malim količinama prisutni azot, fosfor, sumpor, kalijum, kalcijum i mnogi drugi elementi.

Sa sanitarno-higijenske tačke gledišta organske materije koje se nalaze u vodi dele se na dve grupe:

- 1) Proizvodi raspadanja biljnih i životinjskih ostataka koje uglavnom čine razne organske kiseline i druga složena organska jedinjenja (ova jedinjenja nisu otrovna i u higijenskom smislu nisu štetna).
- 2) Proizvodi razlaganja raznih otpadaka, koji dospevaju u vodu zajedno sa otpadnim kanalizacionim vodama. Ove materije čine povoljnu sredinu za razvoj nekih mikroorganizama koji prouzrokuju oboljenja, pa su zbog toga u pijaćoj vodi nedopustive. Posredni pokazatelj prisustva takvih jedinjenja jesu azotasta i azotna kiselina, amonijak, vodonik-sulfid i sl.

U gusto naseljenim industrijski razvijenim rejonima osnovni izvor priliva organskih materija čine industrijske i kanalizacione vode. Proces razlaganja organske materije u prirodnim vodama naziva se mineralizacija. Ona ima veliki značaj ne samo za razlaganje ostataka organizama i proizvoda njihove životne aktivnosti u akumulacijama, već i za obnavljanje (regeneraciju) niza elemenata u vodi (C, P, N i dr.), neophodnih za život živih bića u vodi (hidrobionta).

Biološka potrošnja kiseonika (BPK) je količina kiseonika koja je potrebna da se izvrši biološka oksidacija prisutnih, biološki razgradljivih, sastojaka vode. BPK, predstavlja količinu kiseonika koju potroše mikroorganizmi pri prirodnom aerobnom samoprečišćavanju u vodi. BPK je količina kiseonika koja je potrebna mikroorganizmima uzorka vode (ili zasijanoj mikroflorii) da u aerobnim uslovima na temperaturi od 20 °C, u određenom vremenu inkubacije, oksiduju organske materije u vodi.

Analitički, BPK je masena koncentracija rastvorenog O<sub>2</sub>, koja je pod određenim uslovima utrošena za biološku (biohemiju) oksidaciju organskih i dela neorganskih materija u vodi. Standardna metoda definiše vreme inkubacije od 5 dana, čime se određuje tzv. BPK<sub>5</sub>. Određivanjem BPK, određuje se zagadenost otpadnih voda i proverava efikasnost postrojenja za prečišćavanje. U svetu je prihvaćeno da se najčešće određuje BPK<sub>5</sub>, tj. potrošnja O<sub>2</sub> za 5 dana, iako u tom periodu nisu sve organske materije oksidovane.

Hemijačka potrošnja kiseonika (HPK) je količina kiseonika potrebna da se izvrši oksidacija svih oksidacionih materija u vodi hemijskim putem. HPK je uvek veća ili jednaka vrednosti BPK. HPK se može smatrati kao aproksimativna mera teoretske potrošnje kiseonika, tj. kao

količina  $O_2$  koja se potroši pri potpunoj oksidaciji organskih komponenti u neorganske proizvode.

### **Mikroelementi i njihov značaj u vodama**

Mikrokomponentama ili mikroelementima nazivaju se oni elementi čiji sadržaj u vodi iznosi manje od 10 mg/l. U pojedinim slučajevima sadržaj mikroelemenata u vodama može znatno preći navedenu vrednost. U mikroelemente spadaju brom, jod, fluor, litijum, rubidijum, stroncijum, barijum, arsen, molibden, bakar, kobalt, nikal, radioaktivni elementi, zlato i dr. Spisak mikroelemenata se tokom proširivanja naših znanja o hemijskom sastavu prirodnih voda stalno dopunjuje.

### **Joni vodonika. Klasifikacija voda prema vrednostima pH**

#### **pH vrednost**

Voda je vrlo slab elektrolit koji u vrlo maloj meri disosuje na hidronijum-jon  $H_3O^+$  i hidroksid jon  $OH^-$ . Amfiprotični rastvori (voda, amonijak, metanol, itd.) se u prisustvu baze ponašaju kao kiseline, a u prisustvu kiseline kao baza. Oni podležu samojonizaciji ili autoprotolizi čime nastaje par jonskih vrsta. U čistoj vodi samo 1 od  $10^7$  molekula vode podleže autoprotolizi.

### **Klasifikacija voda prema vrednostima pH**

Vrednosti pH za prirodne vode variraju od 0,45-1,0 do 8,0-11,5. Većina prirodnih voda ima pH od 6 do 8,5. Najniže vrednosti pH (0,45-3,0) su vezane za prisustvo slobodne sumporne ili ređe hlorovodonične kiseline. Smanjenje pH od 6,5 do 3,0 može biti uslovljeno, sem prisustva sumporne kiseline, uticajem organskih kiselina i ugljen-dioksida. Za neutralne i slaboalkalne vode (pH 6,5-8,5) karakteristično je prisustvo u vodi  $Ca(HCO_3)_2$  i  $Mg(HCO_3)_2$ . Povećanje pH do 8,5-10,5 u većini slučajeva vezano je za prisustvo sode ( $Na_2CO_3$  ili  $NaHCO_3$ ). Najviše vrednosti pH (do 11,5) karakteristične su za termalne vode.

Prema vrednostima pH prirodne vode se dele na nekoliko grupa. Podzemne vode prema nekim autorima dele se na sledećih sedam grupa:

- 1) jako kisele vode ( $pH < 3$ )
- 2) kisele vode ( $pH 3-5$ )
- 3) slabo kisele vode ( $pH 5-6,5$ )
- 4) neutralne vode ( $pH 6,5-7,5$ )
- 5) slaboalkalne vode ( $pH 7,5-8,5$ )
- 6) alkalne vode ( $pH 8,5-9,5$ )
- 7) jakoalkalne vode ( $pH > 9$ )

### **Izvori zagadujućih materija u vodi i zagađivanje površinskih i podzemnih voda**

U prirodi se voda veoma retko nalazi u potpuno čistom stanju. U toku njenog prirodnog kruženja u njoj se rastvaraju pojedini gasovi, razne mineralne, radioaktivne materije, mikroorganizmi i razne druge nečistoće. U toku proticanja površinskih voda kroz zemljište u nju dospevaju različite materije koje se dalje transportuju.

Što se zagađenja voda tiče, govorimo o površinskim i o podzemnim vodama, jer su i jedne i druge podložne zagađenju, međusobno su povezane i izuzetno značajne za živi svet. Njihovo zagađenje nastaje prevashodno kroz ispuštanje otpadnih materija iz raznih industrijskih procesa, potom od komunalnih otpadnih voda, kroz spiranje otpadnih materija i kroz termalno zagađenje.

Rastuća zagađenost vazduha takodje izaziva pogoršanje kvaliteta površinskih voda. U atmosferskim talozima se usled zagađivanja vazduha nalaze razne mineralne i organske materije, a pre svega jedinjenja sumpora, azota, ugljenika, neki teški metali i druge štetne primese. Znatno zagađivanje vodenih površina izazivaju "kisele kiše", koje nastaju reakcijom oksida sumpora i azota sa vlagom u atmosferi uz nastajanje sumporne i azotne kiseline. Poseban oblik zagađivanja voda je radioaktivno zagađivanje.

### **Industrijske otpadne vode**

Glavni izvor dotoka opasnih i štetnih materija u prirodne vode su industrijske otpadne vode. Sastav i količina industrijskih otpadnih voda zavisi od velikog broja činilaca i karakteristični su za svaku granu industriju. Najveće količine otpadnih voda dospevaju iz sledećih grana industrije:

1. hemijske,
2. metalopreradjivačke,
3. prehrambene,
4. tekstilne,
5. papirne,
6. kožarske, kao i od
7. energetskih i termoenergetskih objekata.

Naročito su toksične otpadne vode iz bazne hemijske i petrohemijijske industrije. U njima se nalaze razne hemijske supstance od kojih su mnoge veoma toksične za biocenazu vodenih staništa. Prema vrsti zagađenja industrijske otpadne vode mogu se podeliti, na otpadne vode koje pretežno sadrže neorganske ili organske materije biološki teže ili lakše razgradljive.

Porast broja stanovnika na Zemlji i dinamičan razvoj industrije uslovjavaju stalni rast potrošnje vode, čije su količine na planeti ograničene. Voda se u industriji pojavljuje kao sirovina, kao nosilac energije, kao transportno sredstvo, kao rastvarač, kao međuproizvod, ali skoro uvek kao sistem za eliminisanje otpadnih materija. Pre upuštanja u sistem gradske kanalizacije, veliki broj industrijskih objekata mora posedovati postrojenje za predtretman svojih otpadnih voda, jer su te vode kompleksni zagađivači okolne sredine. Postrojenja za prečišćavanje ovih vrsta voda vrše kompleksan tretman pre ispuštanja u prirodne recepcijente.

Ne preporučuje se da se otpadne vode industrije obrađuju zajedno sa komunalnim otpadnim vodama, kako sa tehničko-tehnološkog stanovišta, tako i iz ekonomskih razloga. Jedan od razloga je i taj što postoji veliki broj različitih organskih i mineralnih jedinjenja u industrijskim vodama, koja zahtevaju poseban tretman za obradu, koji se ne vrši u tretmanu gradskih otpadnih voda.

Industrijske otpadne vode se ne mogu ispuštati ni u gradske kanalizacione sisteme bez prethodnih tretmana iz nekoliko razloga:

1. visok sadržaj velikog broja teških metala i pojedinih neorganskih soli, od kojih se dobar deo kategorije kao opasne supstance, otpadne vode industrije onemogućavaju biološki tretman komunalnih otpadnih voda, pa efluent odlazi u recipijent sa otrovnim materijama, kao i nedovoljno biološki stabilizovan.
2. veliki broj različitih organskih i mineralnih jedinjenja u sastavu otpadnih voda zahteva poseban tretman za obradu, koji se ne vrši u tretmanu gradskih otpadnih voda, pa navedene materije nepromenjene, ili nedovoljno promenjene odlaze sa efluentom u recipijent.
3. velika količina čvrstog sedimenta i taloživih materija, koje mogu dospeti u kanalizaciju sa industrijskom otpadnom vodom, ili nastati u samoj kanalizaciji usled promene fizičko-hemijskih uslova sredine, mogu mehanički isključiti iz funkcije pojedine uređaje za prečišćavanje kanalizacionih voda.
4. visok sadržaj hemijski nestabilnih supstanci u industrijskim otpadnim vodama zahteva poseban hemijski tretman, koji se ne vrši u konvencionalnim sistemima za obradu komunalnih otpadnih voda.
5. organsko opterećenje, sadržaj  $BPK_5$ , predstavlja parametar koji osciluje u jako širokim granicama, od jako velikog sadržaja, do izuzetno niskog sadržaja, pa efluent sa, većim ili manjim, nedopustivim sadržajem organskog opterećenja – biodegreabilnim supstancama, odlazi u recipijent.
6. visok sadržaj velikog broja dispergovanih čestica, bilo koloidnih bilo makromolekulske karakteristike, zahteva poseban tretman, koji se ne primenjuje u sistemima za obradu komunalnih otpadnih voda, pa se ometa kompletan mehanički, fizičko-hemijski i biološki postupak obrade na postrojenju za prečišćavanje, što čini da efluent sa nedopustivim sadržajem većeg broja supstanci-zagađivača odlazi u recipijent.

U industrijske otpadne vode spadaju procesne, rashladne, sanitарne i otpadne vode od čišćenja objekata i opreme industrije. Poljoprivreda takođe može doprineti zagađivanju prirodnih voda. Značajnu ulogu u tome imaju otpadne vode sa stočarskih farmi, mineralna i organska đubriva (u slučaju njihove nepravilne primene), pesticidi, kao i kolektorske i drenažne vode zalivnih površina. Do zagađivanja prirodnih voda đubrivima dolazi uglavnom usled njihove nepravilne primene. Pod ovim uglavnom podrazumevamo primenu đubriva u količinama koje prevazilaze stvarne potrebe biljaka, primenu đubriva u vreme kada ona ne bi trebalo da se primenjuju i primenu đubriva u neodgovarajućim oblicima.

Drugi biogeni element, koji se takođe unosi u velikim količinama u zemljište sa đubrivima, je fosfor. Najznačajniji način dospevanja fosfora (iz đubriva) u vode jeste pojava erozije. Pri eroziji se fosfor transportuje zajedno sa česticama zemljišta do neke površinske vode. Usled povećanog sadržaja fosfora kao i azota (nitrata) u vodama često dolazi do brzog rasta vodenih biljaka (naročito algi). Ova pojava se naziva eutrofikacija (obogaćivanje hranljivim elementima). Da bi došlo do cvetanja algi potrebno je da koncentracije fosfora i azota bude veća od  $0,01 \text{ mg/dm}^3$  odnosno  $0,3 \text{ mg/dm}^3$  vode. Prekomerna vodena vegetacija sprečava pravilno korišćenje vode za gradsku i industrijsku upotrebu, a njenim raspadanjem sadržaj kiseonika u vodi se znatno smanjuje, što se krajnje nepovoljno odražava na život riba i drugih

organizama. Treba istaći da je eutrofikacija u stvari jedan prirodni proces koji se ubrzava aktivnošću čoveka, kao što je, na primer, ispuštanje gradskih i industrijskih otpadnih voda. Poznato je da gradske otpadne vode sadrže fosfor i to zbog korišćenja deterdženta na bazi ovog elementa. Značajnu ulogu u eutrofikaciji ima i poljoprivreda i to zahvaljujući ispuštanju otpadnih voda sa farmi i ispiranju sa poljoprivrednih površina, koje se intenzivno dubre mineralnim i organskim đubrivima.

### **Komunalne otpadne vode**

Otpadne vode iz naselja uglavnom sadrže organske materije kao što su fiziološke izlučevine ljudi i ostaci hrane. Pored toga u njima se nalaze razna sredstva za pranje i higijenu (sapuni, detergenti, paste za zube), soli i razni čvrsti otpaci kao to su krpe, hartija, vata, pikavci itd. Prisustvo detergenata (na bazi fosfora) u otpadnim vodama naselja nije poželjno sa ekološke tačke gledišta jer doprinosi eutrofikaciji površinskih voda.

Otpadna voda iz domaćinstva, komunalna otpadna voda, sastoji se od tečnosti i čvrstih materija koje mogu biti u rastvorenom ili suspendovanom stanju. Količina čvrstih materija u komunalnoj otpadnoj vodi je vrlo mala, obično ispod 0.1% po težini. Čvrste otpadne materije mogu biti organskog ili neorganskog porekla.

Organske čvrste materije – su, uglavnom materije životinjskog ili biljnog porekla uključujući i otpadne proekte životinja i biljaka kao i tkiva životinja i biljaka. Glavne grupe materija su belančevine, ugljeni hidrati i masti zajedno sa produktima njihovog raspadanja, koji nastaju aktivnošću bakterija i drugih živih organizama.

Mineralne (neorganske) čvrste materije – su inertne materije koje nisu podložne raspadanju. U mineralne čvrste materije spadaju: pesak, mulj, šljunak i mineralne soli. Količina svih čvrstih materija, organskih i mineralnih, u otpadnoj vodi određuje njen kvalitet. Nestabilne otpadne vode su one koje sadrže veliku količinu čvrstih materija naročito organskih, dok se otpadna voda sa malo organskih čvrstih materija može okarakterisati kao stabilna.

Suspendovane čvrste materije – su čvrste materije koje mogu biti uklonjene iz otpadne vode fizičkim ili mehaničkim putem, kao na primer taloženjem ili filtracijom. Tu spadaju: plivajuće čestice, pesak, šljunak, glina, čvrste izlučevine, hartija, delovi vune, delovi hrane i slično. Suspendovane čvrste materije sastoje se od taložnih i koloidnih čvrstih materija. Taložne čvrste materije predstavljaju delove suspendovanih materija, čija je veličina i težina takva da se mogu taložiti. Njihova prisutnost u otpadnoj vodi se obično izražava u miligramima čvrste materije na litar kanalske vode( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ). Taložne čvrste materije sadrže oko 75% organskih i oko 25% neorganskih čvrstih materija.

Koloidne suspendovane materije – su materije koje se ne mogu ukloniti fizičkim ili mehaničkim sredstvima. One obuhvataju otprilike 2/3 organskih i 1/3 neorganskih materija. Podložne su brzom truljenju i igraju veoma važnu ulogu u tretiranju i dispoziciji komunalnih otpadnih voda. Sadrže oko 40% ukupne količine suspendovanih čvrstih materija.

Rastvorljive čvrste materije – ovaj termin nije potpuno adekvatan, jer sve ove čvrste materije nisu u pravom rastvoru, one sadrže i neke materije u koloidnom stanju. Od ukupne količine rastvorljivih čvrstih materija oko 9% su u pravom rastvoru, a 10% su u koloidnom stanju. Rastvorljive čvrste materije, u celini sadrže oko 40% organskih i oko 60% neorganskih čvrstih materija.

Komunalna otpadna voda sadrži u sebi i rastvorene gasove različitih koncentracija. Među najvažnijim gasovima je kiseonik koji se nalazi rastvoren u vodi iz vodovodnog sistema i kao takav dospeva u otpadnu vodu. Izvesna količina kiseonika apsorbuje se iz vazduha u dodiru vazduha sa površinom komunalne otpadne vode, kao i fotosintezom. Pored rastvorenog kiseonika otpadna voda može sadržati i druge gasove: ugljen-dioksid, koji nastaje razlaganjem organskih materija, azot iz atmosfere, sumpor-vodonik, koji nastaje razlaganjem organskih i neorganskih sumpornih jedinjenja. Ovi gasovi, mada se nalaze u malim količinama, igraju veoma važnu ulogu u razlaganju i tretiranju čvrstih materija u otpadnoj vodi.

Biološki sastav otpadne vode – komunalna otpadna voda sadrži veliki broj živih organizama. Mikroorganizmi koji se nalaze u otpadnoj vodi su važni jer su oni jedan od razloga zbog čega se vrši prečišćavanje otpadnih voda a sem toga od njihovih aktivnosti (razlaganja materija) zavisi i uspeh prečišćavanja.

Mikroorganizmi se mogu podeliti u dve opšte grupe: na bakterije i druge kompleksne mikroorganizme. Bakterije se takođe mogu posdeliti u dve grupe: parazite i saprofile. Sve ove bakterije obavljaju razgradnju organskih čvrstih materija u otpadnoj vodi. Neke od bakterija mogu koristiti samo rastvoren kiseonik u vodi. Ove bakterije se nazivaju aerobne bakterije, a proces degradacije organskih čvrstih materijala koje one obavljaju naziva se aerobno razlaganje. Ovaj tip razlaganja u prisustvu rastvorenog kiseonika, obavlja se bez stvaranja neprijatnog mirisa i lošeg izgleda otpadne vode. Proces degradacije organskih čvrstih materija pod uticajem anaerobnih bakterija se naziva anaerobno razlaganje, odnosno razlaganje materija bez prisustva rastvorenog kiseonika usled čega dolazi do stvaranja neprijatnog mirisa i lošeg izgleda otpadne vode.

Obim prečišćavanja otpadnih voda je zanemarljiv, što ima za posledice loš kvalitet vode u vodotocima i podzemnim izdanima, čime se ugrožavaju izvorišta pitke vode. Potoci, rečice i reke su pretvorene u kolektore otpadnih voda što je nedopustivo sa aspekta zaštite životne sredine. Nezadovoljavajuće stanje u oblasti zaštite voda već predstavlja na nekim područjima opasnost za zdravlje ljudi (dolina Ibra, Save, Morave, Dunava). Ovo je posledica odsustva mera i aktivnosti kojima se štiti kvalitet voda kao i zbog nedovoljnog ulaganja u zaštitu voda.

## ATMOSferski zagadjivači

Atmosfera je gasoviti omotač planete Zemlje. To je smeša gasova koji su gravitacijom vezani za planetu Zemlju i zajedno sa njom kreću se njenom putanjom kroz Svemir. Pritisak (a time i gustina), temperatura i sastav tog omotača menjaju se sa visinom. Procenjuje se da je ukupna masa atmosfere oko  $10^{15}$  tona, od čega se najveći deo (oko 90%) nalazi u delu koji je najbliže površini Zemlje (na 10 do 15 km od tla) i koji nazivamo troposferom. To je istovremeno i najvažniji deo atmosfere u pogledu procesa koji utiču na zagađivanje vazduha i formiranje vremena.

Zagađujuće supstancije emitovane u atmosferu posle dužeg ili kraćeg vremena, u izvornom obliku ili najčešće izmenjene, deponuju se na površinu Zemlje i tako doprinose zagađivanju kopna, mora i okeana. Još samo u sloju atmosfere, koji se nalazi iznad troposfere, na visinama od 15 do 50 km, a koji nazivamo stratosferom, može da se oseti uticaj antropogenih (proizvedenih od čoveka) supstancija preko njihovog delovanja na stratosferski sloj ozona.

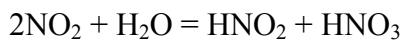
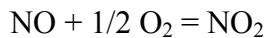
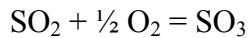
## Kisele kiše

Atmosferski zagađivači nastali primarno sagorevanjem fosilnih goriva, uglavnom sadrže okside sumpora( $\text{SO}_2$ ) i azota( $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$ ) koji imaju štetne posledice po ljudsko zdravlje i celokupnu životnoj sredinu. Njima treba pridružiti i  $\text{CO}_2$ . Pod normalnim uslovima količina  $\text{O}_2$  i  $\text{CO}_2$  u atmosferi se nalazi u ravnoteži. Ravnoteža se uspostavlja na taj način što se potrošnja  $\text{CO}_2$  u procesu fotosinteze nadoknjiđuje njegovim oslobođanjem tokom procesa oksidacije organske materije.

Porast koncentracija  $\text{SO}_2, \text{NO}_x$  i  $\text{CO}_2$  u atmosferi je direktna posledica ubrzane industrijalizacije i u korelaciji je sa potrošnjom fosilnih goriva i ekonomskim razvojem društva. Povećane vrednosti  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_x$  dovode do pojave kiselih kiša koje mogu dostići vrednost pH oko 2, što predstavlja izuzetno agresivan rastvor. Kada se kiseli oksidi  $\text{SO}_2, \text{SO}_3, \text{NO}_x$  i  $\text{CO}_2$  nađu u dodiru sa vodom iz oblaka dolazi do njihovog rastvaranja i stvaranja odgovarajućih kiselina čime se povećava koncentracija vodonikovih jona u rastvoru usled čega se smanjuje pH vrednost.

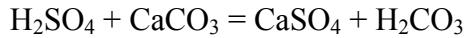
Obična kišnica sadrži prosečno 2,0 ppm  $\text{Na}^+$  (2,0 mg na  $\text{dm}^3$  vode), 0,3 ppm  $\text{K}^+$ , 0,1 ppm  $\text{Ca}^{2+}$ , 3,8 ppm  $\text{Cl}^-$ , 0,6 ppm  $\text{SO}_4^{2-}$ , i oko 0,12 ppm  $\text{HCO}_3^-$  i ima pH oko 5,7 i može da predstavlja degradacioni agens čija se pH vrednost menja i smanjuje sa povećanjem sadržaja  $\text{SO}_2, \text{NO}_x$  i  $\text{CO}_2$  u atmosferi. Sve padavine čija je pH vrednost niža od 5,7 nazivaju se kisele kišama.

Najjednostavnije se mehanizam stvaranja kiselih kiša može prikazati sledećim hemijskim reakcijama



Pored štetnog uticaja na ljude, životinje i biljke, zemljište, vode itd. kisele kiše prouzrokuju i rak kamena od kojeg su stradale mnogobrojne kulturne baštine. Za proteklih nekoliko decenija hram boginje Atine Partenon, sagrađen od belog mermera na Akropolju stradao je zbog zagađenosti vazduha više nego za 2500 godina njegovog postojanja.

Degradacija mermera pod dejstvom kiselih kiša odnosno vodenih rastvora kiselina je veoma brz proces koji se može najprostije prikazati sledećom hemijskom reakcijom



Ovom reakcijom se može objasniti gubljenje mehaničkih čvrstina i vezivnih karakteristika krečnjačkih materijala tako da dolazi do krunjenja i otpadanja izreagovanih i degradiranih slojeva materijala.

Zagađenje vazduha nastaje prevashodno oslobođanjem čestica (prašina, dim, magla) i gasovitih zagađujućih komponenata (jedinjenja sumpora, jedinjenja azota i azotni oksidi,

okside ugljenika, halogeni i jedinjenja halogena, cijanidi, amonijačna jedinjenja, gasovi rashladnih uredjaja - freoni, ugljovodonici, aldehidi, ketoni, alkoholi, itd) u atmosferu.

Treba napomenuti da van usvojene podele postoje i druga zagađenja kao što su zagađenje bukom, svetlošću, radijacijom, ostala energetska zagađenja (otpadnom topotom, vibracijama, zračenjem, radio talasima, itd.), zagađenje u socijalnoj i duhovnoj sferi, itd.

### **Meteorološki parametri**

Značajan uticaj na ponašanje zagađujućih supstancije u vazduhu imaju meteorološki uslovi. Od vrednosti meteoroloških parametara zavisi transport, razblaživanje, reakcije i transformacije, koncentracije na mestu merenja i vreme boravka zagađujućih supstancija u vazduhu, a sve ovo utiče na njihovo delovanje na ljude, ostali živi svet i materijalna dobra. Na pravac rasprostiranja zagađujućih supstancija značajnu ulogu ima pravac vetra, dok brzina vetra utiče na njihovo bolje mešanje i razblaživanje vazduhom. Padavinama se uklanjaju zagađujuće supstancije iz vazduha, a povećana temperatura i intenzitet Sunčevog zračenja ubrzavaju reakcije koje vode transformaciju zagađujućih supstancija. U uslovima temperaturske inverzije (toplji vazduh iznad hladnjeg pri dnu) dolazi do značajnog povećavanja zagađenja vazduha. Zbog svih ovih efekata, pri svakom ispitivanju zagađivanja vazduha, potrebno je meriti i poznavati osnovne meteorološke parametre.

Standardni meteorološki parametri koje je neophodno meriti prilikom definisanja kvaliteta vazduha su:

1. brzina vetra
2. pravac vetra
3. temperatura vazduha
4. vlažnost vazduha
5. intenzitet solarne radijacije
6. količina vodenog taloga.

Vrednosti ovih parametara najčešće se dobijaju od meteorološke službe, a kada to nije moguće, moraju se organizovati posebna merenja pomoću mobilnih meteoroloških stanica.

## **ZEMLJIŠTE I PLODNOST ZEMLJIŠTA**

Zemljište ili tlo predstavlja posebnu prirodnu tvorevinu koja obuhvata čvrst površinski sloj Zemlje, karakterističan za biosferu (grč. bios - život). Ono je prirodnog porekla nastalo tokom dugog vremenskog perioda koje se i danas stvara. Sam početak nastajanja zemljišta uslovjen je procesima koji su se dešavali na našoj planeti. Smatra se da je ona u početku bila užarena masa koja se postepeno hladila i kao posledica tog hlađenja izdvojile su se dve sfere (omotača) koje se nazivaju litosfera i atmosfera. Litosfera se sastoji od kamena ili stena. Prvobitna atmosfera je bila veoma gusta zato što je u njoj bila prisutna voda svih okeana, mora, jezera, reka i drugih vodotokova. U atmosferi je bio i ugljenik koji je sada sastavni deo karbonata, nafte, uglja, biljaka i životinja. Kada se Zemljina kora dovoljno ohladila došlo je do kondenzovanja vodene pare i tako je stvorena nova sfera koja se zove hidrosfera. Padanjem na čvrstu litosferu topla voda hidrosfere izazvala je jako hemijsko raspadanje stena. Pod uticajem takvog raspadanja stvaraju se proizvodi (produkti) od kojih su kasnije nastala zemljišta. Stalnim isparavanjem sa već oformljene hidrosfere voda se kondenzovala u donjim delovima atmosfere. Obogaćena ugljen dioksidom i kiseonikom padala je na površinu

litosfere. Takvim kružnim kretanjem voda je doprinela raspadanju litosfere i laganom obrazovanju zemljišta.

Obrazovanje zemljišta pomogli su i živi organizmi. Jednog momenta na našoj planeti je nastao život i tako je stvorena nova sfera - biosfera. U početku su je činili mikroorganizmi i dok su samo oni bili prisutni stvarala su se primitivna zemljišta. Prava zemljišta su se kasnije stvorila i to na kraju sibrura kada su se na našoj planeti javile zelene biljke. Ove biljke posle izumiranja doprinose stvaranju organske materije zemljišta, tj. humusa. Proces obrazovanja zemljišta je dugotrajan i on ima za posledicu da se na površini litosfere stvara jedna nova sfera koja se zove pedosfera (grč. pedon = zemljište). Prosečna debljina pedosfere iznosi 2 m (od nekoliko cm pa do više metara), dok je debljina litosfere od 50 do 100 km. Na pedosferu otpada najmanji deo, ali je ona od izuzetnog značaja i ima vrlo komplikovani sastav. U nju ulaze delovi svih sfera: litosfere, hidrosfere, atmosfere i biosfere. Da bi se shvatilo da je zemljište prirodna tvorevina i da je različita od litosfere, uvek se kaže da zemljište raspolaže posebnom osobinom koja se naziva plodnost. Plodno zemljište omogućava dobijanje visokih prinosa biljaka. Uslovi koji su potrebni za ovo a koje treba da poseduje plodno zemljište su sledeći:

- dovoljna količina vode i hranljivih elemenata u toku vegetacije;
- dovoljno kiseonika za disanje korena;
- povoljna reakcija zemljišta (merilo njene kiselosti odnosno alkalnosti);
- optimalna vrednost redoks potencijala (pokazatelj odnosa između oksidovanih i redukovanih oblika materije);
- odsustvo toksičnih supstanci i
- prisustvo supstanci koje imaju stimulativni efekat na rastenje biljaka.

Pored toga zemljište je fizička sredina gde je prisutan korenov sistem biljaka tako da ona treba da bude pogodna sredina za rast korenovog sistema. Plodnost zemljišta zavisi od hemijskih, fizičkih i bioloških osobina zemljišta. Međutim, plodnost zemljišta nije samo prirodna osobina zemljišta pošto se značajan uticaj na nju ispoljava proizvodnom aktivnošću čoveka. Zemljišta koja imaju iste prirodne osobine mogu da daju sasvim različite prinose biljaka u zavisnosti od agrotehničkih mera koje su primenjene na tim zemljištima. Smatramo potrebnim da istaknemo da je prirodna plodnost zemljišta podložna promenama u toku dugog vremenskog perioda. Pedogenetski procesi (procesi obrazovanja zemljišta) koji se dešavaju u zemljištu dovode do postepenih promena njegovih osobina. Neki procesi prouzrokuju povećanje plodnosti zemljišta, dok je drugi mogu smanjiti (degradacija).

## Faktori nastajanja zemljišta

Faktori koji utiču na obrazovanje zemljišta nazivaju se pedogenetskim činiocima. Prvi koji je ukazao na činioce koji uslovjavaju obrazovanje zemljišta bio je ruski naučnik Dokučajev. Danas se u najvažnije pedogenetske faktore svrstavaju sledeći:

### 1) Geološki supstrat ili matična stena

Sva su zemljišta obrazovana na nekom geološkom supstratu (matičnoj steni) koji ulazi u sastav litosfere. Litosfera se sastoji od tri vrste stena: magmatske, metamorfne i sedimentne stene. Magmatske i metamorfne stene čine preko 95% Zemljine kore ali pokrivaju samo 25% njene površine. Sedimentne stene pokrivaju oko 75% površine Zemljine kore, pa su zbog toga one značajnije za obrazovanje zemljišta. Geološki supstrat utiče na:

- dubinu zemljišta
- mehanički sastav zemljišta
- boju zemljišta
- mineraloški sastav zemljišta
- hemijski sastav zemljišta

## 2) Klima

Zemljišta u čijem je obrazovanju presudnu ulogu imala klima nazivaju se klimatogena zemljišta. Klima spada u aktivne činioce obrazovanja zemljišta i kod dubokih, dobro razvijenih zemljišta njen uticaj je veći nego što je to kod plitkih, slabo razvijenih zemljišta. Ona utiče na obrazovanje zemljišta preko padavina i temperature. Jedan od značajnih kvantitativnih pokazatelja klime je godišnji kišni faktor (uveo ga je Lang) koji se definiše kao odnos između padavina (prosečne godišnje) i temperature (prosečne godišnje).

## 3) Reljef

Sva zemljišta kod kojih reljef ima primarnu ulogu u njihovom obrazovanju nazivaju se topogenim zemljištima. Smatra se da reljef pri obrazovanju zemljišta može imati direktni i indirektni uticaj. Direktni uticaj reljefa se ispoljava na nagibima i depresijama. Veoma značajan je i indirektni uticaj reljefa i on je izražen uticajima nadmorske visine i eksponicije. Sa povećanjem visine smanjuje se temperatura vazduha tako da je klima sve hladnija, dok se povećava količina padavina, što se odražava na sastav vegetacije i na tok obrazovanja zemljišta (pedogeneze). Eksponicija podrazumeva okrenutost (izloženost) zemljišta stranama sveta. Severna i južna eksponicija spadaju u dve osnovne eksponicije koje različito utiču na obrazovanje zemljišta.

## 4) Biosfera

Biosfera (biljke, životinje, mikroorganizmi) je aktivan činilac obrazovanja zemljišta. Biosfera ima aktivnu ulogu pošto organizmi za vreme svog života (u zemljištu) vrše izmenu sastava i osobina zemljišta. Pasivna uloga organizama dolazi do izražaja posle njihove smrti kada oni svojim ostacima utiču na sastav i osobine zemljišta.

## 5) Vreme (starost)

Vremenski interval koji je potreban za obrazovanje nekog zemljišta je kraći ukoliko je intenzivnije delovanje bio-klimatskih faktora na geološki supstrat (matičnu stenu). U pedologiji (nauka o zemljištu) razlikuju se dve vrste starosti zemljišta. To su apsolutna i relativna starost zemljišta. Apsolutna starost zemljišta meri se godinama od kada je ono počelo da se stvara pa do momenta proučavanja. Relativna starost zemljišta se ne meri brojem godina nego brojem stadijuma kroz koje je zemljište prošlo u svom obrazovanju. Stadijumi se ogledaju na profilu zemljišta brojem delova profila koji se nazivaju horizonti a koji predstavljaju najvažnije elemente zemljišne morfologije. Horizonti se razlikuju međusobom po izgledu, sastavu i osobinama. Međutim, prelaz iz jednog horizonta u drugi ne mora uvek da bude vizuelno dovoljno jasan.

## 6) Čovek

Zemljišta na čiji sastav i osobine je čovek ispoljio znatan uticaj nazivaju se antropogena zemljišta. Njegova uloga može biti pozitivna ili negativna. Pozitivna uloga čoveka manifestuje se u primeni svih mera koje imaju za cilj da povećaju plodnost zemljišta, a u te mere spadaju djubrenje, obrada zemljišta, navodnjavanje, odvodnjavanje i dr. Negativan uticaj čoveka na zemljište je posledica primene mera koje su dovele do pogoršanja njegovih osobina, tj. do smanjenja njegove plodnosti. On može biti prouzrokovani nepravilnom primenom raznih agrotehničkih mera ili zagađivanjem zemljišta od strane hemijske industrije, metalurgije, termoelektrana, saobraćajnica i drugih izvora štetnih i opasnih materija.

### Elementarni sastav zemljišta

Najveći deo litosfere i zemljišta je sačinjen od jedinjenja sledećih elemenata: O i Si, Al i Fe, posle čega slede Ca, K, Na i Mg. Najmanji je sadržaj elemenata kao što su Cu, Zn, Co, B i Mo (mikroelementi). Na osnovu podataka prikazanih u gornjoj tabeli može se zaključiti da se zemljište razlikuje po svom srednjem elementarnom sastavu od prosečnog sastava litosfere. U zemljištu su više zastupljeni kiseonik i vodonik kao konstitucioni elementi vode koju magmatske stene ne sadrže. Pored ovoga u zemljištu ima znatno više ugljenika (20 puta) i azota (10 puta) nego u litosferi. Razlog za ovo je što zemljište sadrži organsku materiju i razne predstavnike biosfere. Međutim, zemljište sadrži manje Al, Fe, Ca, Mg, K, Na i Mg od litosfere, što je u vezi sa ponašanjem ovih elemenata tokom raspadanja i pedogeneze.

### Organska materija zemljišta

Organska materija čini u proseku oko 5% čvrste faze zemljišta. Njena prvobitna akumulacija je vezana za životnu aktivnost nižih organizama koji su nastanjivali stene i prouzrokovali njihovu transformaciju u zemljište. Vremenom su se stvorili povoljni uslovi za rastenje i razviće viših biljaka koje posle odumiranja predstavljaju glavni izvor za sintezu i akumulaciju organske materije u zemljištu.

Njena količina i sastav kao i raspodela po dubini zemljišnog profila su u tesnoj vezi sa karakterom pedogenetskih procesa i karakteristični su za svaki tip zemljišta.

Organska materija zemljišta se deli u dve grupe:

1. sveži i nerazloženi ostaci biljaka i životinja i
2. humus

U sastav humusa ulaze specifične humusne materije i organska jedinjenja. Najveći deo zemljišnog humusa (85-90%) je sastavljen od specifičnih humusnih materija (huminske kiseline, fulvokiseline i humini). One se sastoje od određenog broja visoko molekulskih jedinjenja koja imaju karakter kiselina. Organska jedinjenja (proteini, aminokiseline, ugljeni hidrati, masti, smole, lignin i dr.) sačinjavaju 10-15% od ukupnog sadržaja humusa u zemljištu. Najveći deo organske materije zemljišta je povezan na razne načine za mineralni deo zemljišta.

Huminske kiseline su visokomolarne organske kiseline sa relativnom molekulskom masom od 1000-30000 i dimenzijama molekula od 6,0-8,0 nm. Od funkcionalnih grupa huminske kiseline imaju karboksilne (-COOH), fenolhidroksilne (-OH), metoksilne (-OCH<sub>3</sub>) i karbonilne (C=O) grupe. Usled prisustva karboksilnih i donekle fenolhidroksilnih grupa

huminske kiseline imaju visoku sposobnost za adsorpciju katjona. Sa metalima huminske kiseline grade soli – humate koje su rastvorljive u vodi.

Fulvokiseline (latinski fulvus znači žut) čine grupu visokomolekularnih jedinjenja međusobno sličnih po građi. Razlika između fulvokiselina i huminskih kiselina je u odnosu između aromatičnog i alifatičnog dela molekula i izrazita mobilnost fulvokiselina, koje su rastvorljive u vodi, kao i gotove sve njihove soli (fulvati), dok njihovi koloidni rasvori veoma teško podležu koagulaciji.

Odnos ugljenika i azota kod većine zemljišta se nalazi u granicama od (10-12):1. U kiselim zemljištima ovaj odnos je obično viši nego u neutralnim zemljištima i on se smanjuje sa dubinom zemljišta. U dubljim slojevima za razliku od površinskih najveći deo azota je u mineralnom obliku (čvrsto vezan za troslojne minerale gline) i smanjenje sadržaja ukupnog azota (sa dubinom) manje je izraženo od smanjenja sadržaja organske materije (organskog ugljenika).

### **Vrste ugrožavanja i izvori zagađivanja zemljišta**

Čovek svojim aktivnostima neprekidno smanjuje ukupnu površinu zemljišta. Ovo se naročito odnosi na poljoprivredno zemljište koje postaje sve ugroženije. Do zagađenja zemljišta dolazi izlivanjem hemikalija, direktnom apsorpcijom iz vazduha ili stvaranjem taloga nakon čestičnog zagađenja vazduha.

Osnovne čovekove aktivnosti koje najviše degradiraju zemljište u prvom redu se odnose na širenje gradova, izgradnju industrijskih kompleksa, saobraćajnica i deponovanje otpadnog materijala.

Velike površine zemljišta izložene su intenzivnom procesu erozije. Erozija nastaje kao posledica seče šuma, raznih građevinskih i hidrotehničkih zahvata itd. Sve veće korišćenje hemijskih sredstava u poljoprivredi (mineralnih đubriva, raznih sredstava za zaštitu bilja, odnosno pesticida, deponovanje čvrstih otpadaka itd.) dovodi do znatnog zagađivanja poljoprivrednog zemljišta.

Jedan od značajnih faktora ugrožavanja zemljišta predstavljaju i otpadne vode, kojima razne štetne materije dospevaju u zemljište. Sve veće zagađivanje vazduha takođe deluje na pogoršavanje kvaliteta zemljišta. Kao posledica intenzivnog procesa aerozagađenja obično najpre strada vegetacija, a potom i samo zemljište. Ovim putem u zemljište dospevaju i znatne količine radionuklida. Korišćenjem ruda, naročito iz površinskih kopova, predstavlja ozbiljnu opasnost za plodna poljoprivredna zemljišta. Velike deponije, rudne i industrijske jalovine, kao i intenzivan proces industrijalizacije, ugrožavaju i neprekidno smanjuju postojeće obradive površine.

Prema vrstama oštećenja, ugrožena zemljišta se dele na četiri osnovne kategorije:

1. Jalovine, odnosno zemljišni materijal nastao nasipanjem ili deponovanjem materijala iz rudničkih ili industrijskih pogona.
2. Flotacioni materijal, koji obuhvata rastvorene i nerastvorene materijale nataložene radom reka, zajedno sa otpadnim industrijskim vodama.
3. Urbano i industrijsko zemljište, koje više ne služi poljoprivrednoj proizvodnji.

4. Aerosedimenti, odnosno čestice organskog i neorganskog porekla dospele vazdušnim strujanjem i atmosferskim talozima.

Medu najznačajnije zagađujuće materije zemljišta ubrajaju se oksidi sumpora, oksidi azota, olovo, cink, bakar, aldehidi i dr. Pojava kiselih kiša i sušenja šuma predstavlja ozbiljnu opasnost za šumske i poljoprivredne ekosisteme i samo zemljište. Posebnu opasnost za zemljište, naročito u zoni većih saobraćajnica, predstavljaju izduvni gasovi motornih vozila.

Kada govorimo o potencijalnim izvorima i o načinu zagađenja zemljišta onda to zagađenje može dospeti putem :

1. Zagađenja iz vazduha, atmosfere – emisije iz tehnoloških procesa, emisije usled sagorevanja fosilnih goriva, stambenih zgrada, emisije usled izduvnih gasova automobila, emisije usled sagorevanja biomase, šuma i td. Zagađivači u obliku gasova, para, aerosola, praštine dospijevaju na površinu zemlje spiranjem sa padavinama, a aerosoli i čestice direktno sedimentacijom.
2. Zagađenja iz otpadnih voda - otpadne vode iz tehnoloških procesa, otpadne vode iz domaćinstva, vode zagađene usled poljoprivredne delatnosti itd. Zagađivači prisutni u tekućoj i podzemnoj vodi zagađuju zemljišta sa kojima je ta voda u dodiru.
3. Zagađenja čvrstim otpadom iz privrede, domaćinstva i poljoprivrede što predstavlja jedan od najznačajnijih načina zagađenja.

Kada zagađivači dospeju u zemljište na bilo koji od navedenih načina, njihova dalja sudbina zavisi od niza fizičkih, hemijskih i bioloških faktora čiji se uticaji prepliću. Vrlo je značajan hemijski oblik jedinjenja u kome se nalaze ovi zagađivači, kao i osobine samog zemljišta, vegetacija, obrada zemljišta, klimatski uslovi itd.

## **PRIMER TEST PITANJA IZ OBLASTI PRIRODNIH NAUKA**

1. Biologija je nauka o:

- a. živom
- b. životinjama
- c. živopisnom

2. Navedite osnovne principe biologije: \_\_\_\_\_

3. Populacije su \_\_\_\_\_

4. Sistematika je biološka disciplina koja \_\_\_\_\_

5. Tvorac binarne nomenklature je:

- d. Robert Huk
- e. Karl Line
- f. Čarls Darvin

6. Biocenoza je:

- a. skup jedinki jedne vrste
- b. stanište životne zajednice
- c. skup više različitih biljnih i životinjskih vrsta

7. Organizmi sa uskom ekološkom valencom su:

- b. euroivalentni
- c. stenoivalentni
- d. bivalentni

8. Primarnu produkciju u ekosistemu vrše:

- a. mikroorganizmi
- b. biljke
- c. životinje

9. U ekosistemu se odvija::

- a. kruženje materije
- b. kruženje energije
- c. kruženje materije i proticanje energije

10. Kontinuirani sistem praćenja stanja spoljašnje sredine naziva se

---

11. Voda se prema svom poreklu može podeliti na: atmosfersku vodu, površinsku vodu i  
\_\_\_\_\_ vodu.

12. Nauka koja izučava vodenim omotačem Zemlje ( hidrosferu ) i kruženje vode u prirodi ( hidrološki ciklus ) naziva se \_\_\_\_\_.

13. Dopuni rečenicu: Tvrdoča vode izražava se u \_\_\_\_\_, engleskim ili francuskim stepenima ili u miligramima  $\text{CaCO}_3$  u litri vode.

14. Vrednost za  $\text{pH} = 7$  označava da je rastvor:

- a) kiseo
- b) bazan
- c) neutralan

15. Koji hemijski simboli označava kiseonik ?

- a) Cu
- b) Xe
- c) O

16. Zaokružiti osnovne meteorološke parametre:

- a) kisele kiše, gasovi staklene baste, vlažnost vazduha
- b) brzina vetra, pravac vetra, temperatura vazduha
- c) ozon, magla, rosa

17. Prosečna debljina pedosfere iznosi:

- a) 2m
- b) 20 cm
- c) 3 m
- d) 4 m

18. Zaokruži faktore koji utiču na obrazovanje zemljišta:

- a) klima, vreme, čovek
- b) humus, mikroelementi
- c) pH, azot, fosfor

19. Iz kojih grana industrije mogu poticati industrijske otpadne vode?

20. Na koje dve grupe se deli organska materija zemljišta?



# **DRUŠTVENE NAUKE**



## SOCIJALNA EKOLOGIJA

Tokom druge polovine XX veka sve je prisutnije uključivanje ljudskog bića i ljudskog društva kao značajnih elemenata životne sredine, ne samo u smislu uticaja koje ima na sredinu, nego i sa stanovišta ekološkog razmatranja kvaliteta života i razvoja čoveka kao jedinke i društvene zajednice čiji je on suštinski deo. Od Konferencije u Stokholmu 1972., preko Konferencije u Riu 1992. i čitavog niza institucionalnih rasprava o stanju životne sredine sve se više ekološka problematika razmatrala kroz prizmu ekološkog kvaliteta života i razvoja ljudske jedinke i ljudske zajednice.

Ekologija je postala interdisciplinarna oblast interesovanja upravo zbog složenosti njenog predmeta i neophodnosti raznovrsnih naučnika ili disciplinarnih pristupa u njenom izučavanju. Sagledavanjem činjenice da čovek, odnosno ljudsko društvo ima veliki uticaj na prirodu i životnu sredinu razvila se potreba za novom naučnom disiplinom - socijalnom ekologijom.

U Sociološkom rečniku se pored ekologije životinja i ekologije biljaka navodi i *humana ili socijalna ekologija koja izučava prostorno-vremenske specifične odnose živih bića kao uslove ljudskog zajedničkog života, kao i povratan uticaj već postojećih socijalnih struktura na razvitak i preoblikovanje prirodne okoline*. Ekologija je vezana za demografiju, etnografiju, sociologiju sela i grada i sociologiju zajednice tako da usmerava svoje istraživačke interese na istraživanje odnosa između demografskih struktura, klimatsko-geografskih faktora, tehnologija i socijalnih organizacija nekog društva. U užem smislu usmerava se na istraživanje prirodno uslovljenih izvora kao granica čovekovih formi, seoskih i gradskih okolnosti, kuturnog razvijanja, itd.

### Svet i čovek

*Čovekov život u osnovi predstavlja neprekidno prilagođavanje Prirodi i Svetu oko sebe.* Čovek ima nepregledne moći: razum – svest – maštu. Ima potencijal slobode življenja i urođenu težnju uzdizanja. Time je čovek nešto više od (po Ajnštajnovim rečima) «kocke bačene iz tame». On hoće ne samo da zna šta mu je potrebno, već i šta ljudski život uistinu jeste i može biti.

*Čovek se od ostalih živih vrsta izdvaja upravo po tome što je biće potreba, a ne samo biće nagona – instinkta.* Kultura potreba je temelj ljudske suštine, odnosno čini noseće stubove čovekovog života na kojima se razvijaju njegovi kapaciteti i potencijali i uzdižu i realizuju sposobnosti (veštine) življenja.

Kako je ljudsko biće trodimenzionalno: *prirodno – duhovno – društveno*, to se i ljudske potrebe mogu elementarno razlikovati – razvrstati:

*prirodno – objektivne potrebe;*  
*duhovno – subjektivne potrebe;*  
*društveno – socijalne potrebe.*

Iz ugla društvene funkcije potreba i ravni njihovog postojanja, razlikuju se:

- *univerzalne potrebe* koje se odnose na čitavu ljudsku vrstu i predstavljaju sve značajniji faktor njenog ujednjavanja – integracije (npr. ekonomski, politički, potrebe za integracijom, kontrolom okolnosti...);

- *grupne potrebe* se odnose na različite nivoje ljudskih zajednica i modele udruživanja – zajedničkog života ljudskih skupina, kao što su slojevi, klase, nacije, itd., a predstavljaju ključni faktor društvenih konflikta – sukoba (npr. potrebe udruživanja, sigurnosti, aspiracija, sticanja, istraživanja...);
- *pojedinačne potrebe*, odnose se na individualne izraze i specifične načine – stilove zadovoljenja određenih potreba, odnosno konkretnih težnji i motiva u krugu sopstvenih uslova egzistencije, te predstavljaju faktor ličnog samoostvarenja – integriteta (npr. potrebe ljubavi, potvrđivanja, samoaktualizacije, saznanja...).

*Pod kulturom podrazumevamo kvalitet i smisao života kao totalitu ljudske egzistencije.* Neposredni aspekt dimenzionisanja načina života jeste stil života (style of life; life – style). Dok se način života kao globalna kategorija odnosi na celokupnu društvenu egzistenciju čoveka, dotle stilovi života predstavljaju pojedinačne obrasce življenja koordinate životnih orijentacija i ponašanja. To su specifični modeli egzistencije, izražavanja, saosećanja i samoostvarivanja pojedinaca ili grupe. Još je Z.L.Bifon (Georges- Louis Leclerc de Buffon, 1707-1788) konstatovao : “*Stil je čovek sam*” (“Le style c'est l' bomme meme”).

Vrednosti su nerazlučive od nivoa, odnosno hijerarhije vrednosti. Istorijski razvoj čoveka prati klackalica između materijalnih i duhovnih vrednosti. Ali, i jedne i druge vrednosti sagledavamo kao primarne i sekundarne vrednosti (s tim što je taj raspon sve uži na višem nivou razvoja i obrnuto).

U svakom konkretnom istorijskom momentu (periodu, etapi...) postoje opštevažeće vrednosti u društvenom životu. Istoričnost vrednosti sadržana je već u činu izbora vrednosne orijentacije i samog vrednosnog odnosa. Nesporna je trajnost određenih sistematskih vrednosti koje su autonomne u odnosu na ukupan razvoj u različitim društveno – ekonomskim i kulturnim okvirima. Vrednosti se nastoje činiti stabilnim, posebno u kontekstu odlaganja društvenih promena – usporene tranzicije u nedostatku novih vrednosti.

*Dramatične demografske promene, kao i promene porodičnog života i društvenih asocijacija menjaju i duhovne vrednosti. U industrijski razvijenim zemljama očit je kulturni zaokret ka postmaterijalističkim vrednostima:*

- *mir,*
- *jednakost,*
- *kvalitet života,*
- *ekologija...*

## **Društvo i priroda**

*Čovek je prirodno biće i istovremeno društveno-prirodna vrsta. Ljudsko društvo je jedinstvo prirodnog bića i ljudske svesti koje se homogenizuju u delatnosti ukupne proizvodnje života.*

*Kant je čoveka označio kao biće izbora koje je slobodno, racionalno i moralno. Vreme u kome je čovek sebe stavio u centar ukupnog smisla i celokupne strukture stvarnosti možemo odrediti kao jezgoviti antropocentrizam, koji se uobičajeno naziva i humanizam.*

Tek u novom milenijumu se počeo nazirati novi "meki humanizam", koji ne napodištava tako kruto prirodu, već je nastoji uzdići, ili bar podići, do nivoa egzistencijalne važnosti za čoveka. Međutim, i danas se čovek smatra jedinim subjektom morala, definitivnim nosiocem etičkih imperativa.

***Ekocentrizam*** pomera težište sa čoveka na ekosistem, odnosno ka totalitetu prirode kao ishodištu i okviru postojanja i trajanja.

## Kultura – način života

*Kultura je osnovni obrazac u stvaranju civilizacije: izazov – odgovor, odnosno prelaz iz statičnog stanja u dinamično delovanje.* Ona predstavlja prelaz iz prirodne skupine u društvene zajednice, čime i započinje proces civilizacije – ritam kulturnog uspona i pada. Svaka civilizacija ima svoje uspone – etapu procvata i dostiže određeni vrhunac uspona. Na toj tački, dolazi do gubitka elastičnosti. Proces kulturne evolucije najpre zaostaje, pa zastaje, da bi bio prekinut, te sledi njegovo raspadanje jer su društvene strukture i obrasci ponašanja u tom trenutku okamenjeni – neprilagodljivi za promenjene situacije i obrt stvaralačke dinamike.

Sve civilizacije prolaze skoro identične etape i procese: *nastanak – rast – kriza - raspadanje – preobražaj – novi uspon.* Reč je o naizmeničnom kretanju iz stanja – situacija razvoja, kroz dva osnovna modela: u *evolucijski razvoj* ili ubrzani rast u *stanje – situaciju krize* koja ide u dva osnovna pravca: destruktivno rastakanje ili konstruktivni preobražaj.

## Masovna kultura

Moderne društvene zajednice ili savremena građanska društva su masovna društva sa tzv. *masovnom kulturom*. Sistem mas-medija i industrija svesti predstavljaju pokretač radikalnih promena u svim oblastima društvenog življenja. Masovna kultura je već istorijski način života, otuđenih i depersonalizovanih pojedinaca.

*Masovna kultura kao moderan tip kulturne proizvodnje i komuniciranja nastala je sa pojavom i razvojem mas- medija i slobodnog vremena.* U pitanju je izuzetno značajna istorijska pojava omogućena eksplozijom sredstava masovnog komuniciranja i usponom kulturne industrije.

Glavne odlike masovne kulture su:

- *masovna proizvodnja i potrošnja* koja utiče na sveprisutnost mas-medija;
- *snižavanje kulturnih standarda* do stereotipnosti;
- *brzo i globalno rasprostiranje kultura za svakog u okvirima svetskog sela*, odnosno formiranje tipa masovnog primaoca;
- *smanjivanjem kulturnih razlika između društvenih slojeva*;
- *kolektivni stvaralački subjektivitet - kulturu svi stvaraju*;
- *destrukcija tradicionalnih kulturnih vrednosti* svojevrsnom agresijom i zasićenošću stereotipima - *standardizacija sadržaja kulture*;
- *kroz komunikacionu mrežu deluje kao "opijum"*.

Sredstva masovnog komuniciranja omogućila su takav istorijski potpuno specifičan model kulture, koji **karakterišu dva ključna kriterijuma međusobno čvrsto povezana:**

- kriterijum kvantiteta, i  
kriterijum standardizacije.**

## **Globalizacija**

### **Definicije globalizacije**

*Globalizacija označava sve one procese pomoću kojih ljudi čitavog sveta bivaju inkorporirani u jedno svetsko društvo, odnosno globalno društvo. (Albrow)*

*Globalizacija je društveni proces u kome geografska ograničenja društvenih i kulturnih aktivnosti gube značaj i u kome ljudi postaju sve više svesni da ona gube na značaju. (Waters)*

*Globalizacija znači globalno umrežavanje kojim se kroz uzajamnu zavisnost povezuju prethodno izolovane zajednice na planeti u celinu, odnosno u "jedan svet" (Richter)*

### **Dimenzije globalizacije**

Globalizacija se posmatra kroz pet osnovnih društvenih dimenzija koje čine: *ekonomija, politika, društvo, kultura i životna sredina*. Pri pravljenju razlike između pet dimenzija globalizacije važno je napomenuti da te dimenzije ne mogu da se sasvim striktno odvoje jedna od druge. Tako, na primer, globalni problem zaštite životne sredine ne može da se posmatra odvojeno od dimenzije "ekonomija" niti od dimenzije "politika". Ova povezanost ne samo između aktera, već i između oblasti predstavlja jednu od posebnosti globalizacije.

### **Dimenzija životne sredine**

**Globalni problemi** kao što su zagrevanje zemljine atmosfere, ozonske rupe i uništavanje tropskih šuma najslikovitije predstavljaju globalizaciju, jer se ovde bez sumnje radi o globalnim problemima koji moraju da se rešavaju globalno. Uprkos tome, čak i u oblasti zaštite životne sredine postoje regionalni i lokalni problemi, kao što su: zagađenje vodenih tokova, poplave, transgranična zagađenja i drugi prirodni hazardi.

### **Ekologija i ekonomija**

*Osnovni cilj i/ili zadatak ekonomije u odnosu na prirodnu sredinu svodi se na iznalaženje takvih postupaka i metoda kojima će se, putem proizvodnog procesa, obezbediti najefikasnija moguća „prerada“ resursa prirode u dobra i usluge za zadovoljavanje neke od mnogobrojnih ljudskih potreba. Nasuprot tome, osnovni „interes“ ekologije, takođe sa ciljem zadovoljavanja određene(ih) čovekove(ih) potreba, je da prirodnu sredinu, sa svim njenim resursima, očuva nepromjenjenom.*

Ovakav karakter odnosa ekonomije i ekologije prema prirodnoj sredini praktično se izražava u svakom od **četiri osnovna svojstva (upotrebe vrednosti ili korisnosti) koje prirodna sredina ima za čoveka:**

1. **pojavljuje se kao davalac obnovljivih i neobnovljivih sirovina** koji se koristite kao inputi u procesu proizvodnje (ulaze u kategoriju proizvodnog faktora „zemlja“),
2. **poseduje takve javne resurse** koji u svom prirodnom (od čoveka ničim izmenjenom) stanju obezbeđuju **zadovoljenje** čitavog niza čovekovih egzistencijalnih i izvedenih **potreba** - vazduh za disanje, voda za piće, prirodni krajolik za uživanje i rekreatiju i sl.

3. predstavlja „prirodni kolektor“ svih vrsta otpadaka koje produkuje čovek svojom proizvodnom i biološkom aktivnošću (uključujući i buku i zagrevanje atmosfere), i
4. pruža zemljište kao mesto i prostor za obavljanje svih čovekovih, pa time i ekonomskih aktivnosti.

Ekonomija odnos prema prirodi razmatra kao *racionalnost eksploracije resursa*, dakle kao aktivan odnos. Ekologija, nasuprot toj aktivnoj ulozi ekonomije koju možemo definisati pojmom „koristi“, ima ulogu istraživanja uzajamnih odnosa između živog sveta i fizičke sredine.

U tom svetlu, povezanost ekonomskih ciljeva *maksimizacije efikasnosti korišćenja resursa* sa ekološkim ciljevima zaštite čovekovog okruženja poslednjih godina se, sve češće, izražava kroz *formulu o „održivom razvoju“*, **kao razvoju (privrede i društva u celini) koji je usklađen sa potrebama i ograničenjima prirode.**

Klasifikacija resursa se izvodi iz njihove trajnosti i funkcionalnog toka:

<b>Obnovljivi resursi</b>	resursi koji su prirodno samoobnovljivi i u njih spadaju biljne i životinjske vrste, dakле - živa priroda;
<b>Neobnovljivi resursi</b>	prirodno dati, ali nisu samoobnovljivi, odnosno predstavljaju one delove prirode (mineralne sirovine) koji nakon eksploracije ne mogu biti obnovljeni bilo samoregulacijom prirode, bilo ljudskom ciljnom aktivnošću;
<b>Kontinuelni resursi</b>	<b>raspoloživi nezavisno od bilo kakve ljudske aktivnosti</b> , čija je karakteristika permanentnost prisustva u šta spadaju sunčeva energija, vetar, gravitacija.

### Održivi razvoj

Smatra se da je savremena međunarodna diplomacija u oblasti životne sredine i očuvanja biodiverziteta začeta 1972. godine na **Konferenciji Ujedinjenih nacija o humanoj životnoj sredini (UNCHE)**, održanoj u Stokholmu. Drugu bitnu odrednicu u pokušaju da se dođe do pomirenja uticaja društveno-ekonomskih aktivnosti na životnu sredinu i obrnuto predstavlja **«Samit o Zemlji» - Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju**, koja je održana 1992. godine u Rio de Žaneiru, dvadeset godina nakon Stokholma. Godine 2002, deset godina nakon Samita u Riu, u Johanesburgu je održan **Svetски samit o održivom razvoju**, koji je reafirmisao održivi razvoj kao centralni element na međunarodnom dnevnom redu i dao dodatni podsticaj svetskim naporima u borbi protiv siromaštva i za zaštitu životne sredine.

Cilj svih ovih pregovora na globalnom nivou je održivi svet (*Sustainable world*) sa sledećim osobinama:

- mudro korišćenje resursa
- mir i stabilnost
- jednakost
- zdravlje
- socio ekonomski progres.

**Održivi razvoj se u osnovi zasniva na 6 načela:**

1. **Kvalitet životne sredine:** fizička izdržljivost životne sredine postavlja granice mnogim ljudskim delatnostima i ukazuje da se potrošnja prirodnih resursa mora smanjiti.
2. **Budućnost:** moralna obaveza da se budućim generacijama ne ugrozi mogućnost da namiruju svoje potrebe.
3. **Kvalitet života:** ljudska delatnost uz materijalne ima i društvene, moralne, kulturne i duhovne dimenzije.
4. **Pravičnost:** bogatstvo, korist i odgovornost trebalo bi da se pravično raspodele kako među državama, tako i među različitim društvenim grupama unutar društva, uz poseban naglasak na potrebe i prava siromašnih i ljudi koji se, iz bilo kog razloga, nalaze u neravnopravnom položaju.
5. **Predostrožnost:** stav da ukoliko nismo sigurni kakav će uticaj neki postupak ili razvoj događaja imati na životnu sredinu, trebalo bi primeniti načelo predostrožnosti i radije pogrešiti na stranu sigurnosti.
6. **Sveobuhvatnost:** rešavanje složenog problema održivosti zahteva da u process rešavanja budu uključeni svi faktori koji utiču na ili su pogođeni problemom.

## **PRIMER TEST PITANJA IZ OBLASTI DRUŠTVENIH NAUKA**

1. Šta predstavlja čovekov smisao u osnovi?
2. Koje su tri dimenzije ljudskog bića?
3. Šta se podrazumeva pod kulturom?
4. Nabrojite 4 postmaterialističke vrednosti?
5. Šta je čovek?
6. Ekocentrizam pomera težište sa čoveka na \_\_\_\_\_?
7. Šta je kultura?
8. Koja su dva ključna kriterijuma masovne kulture?
9. Koje su etape i procesi u razvoju svake civilizacije?
10. Navedite jednu definiciju globalizacije.
11. Navedite 4 osnovna svojstva koje prirodna sredina ima za čoveka.
12. Kako ekonomija razmatra odnos prema prirodi?
13. Definišite pojam „održivi razvoj“.
14. Šta su obnovljivi resursi?
15. Šta su neobnovljivi resursi?
16. Šta su kontinuelni resursi?
17. Koja konferencija je održana 1972. godine?
18. Šta je „Samit o zemlji“?
19. Navedite 5 osobina održivog sveta.
20. Navedite 3 načela održivog razvoja.