

## ČOVEK I BIOSFERA PROBLEMI ČOVEKOVE SREDINE

MILORAD M. JANKOVIĆ

### SAVREMENI NAUČNO-TEORIJSKI ASPEKTI ODNOSA ČOVEKA I BIOSFERE — PROBLEMI I PERSPEKTIVE\*

Danas je jedna od najaktuelnijih preokupacija čitavog čovečanstva odnos čoveka prema životnoj sredini u kojoj se nalazi: kako da u toj sredini koju mu pruža zemaljska biosfera i dalje opstane, kako da se spase od aveti gladi i prenaseljenosti, kako da sačuva i što racionalnije iskoristi prirodne potencijale koje svojim resursima pruža biosfera, kako da zaštiti od narušavanja i uništenja biosferu i njene ekosisteme, kako da ih obnovi i unapredi na korist čitavog ljudskog roda. Ponekad ove, u osnovi ekološke preokupacije ljudi dobijaju dramatičan oblik, pre svega tamo gde je **zagađivanje sredine** postalo neposredna opasnost za zdravlje i život čoveka; ili tamo gde je **enormna prenaseljenost** ugrozila opstanak ljudske populacije s obzirom na smanjene potencijale biosfere usled **smanjivanja zelenih vegetacijskih površina**, na **smanjenu organsku produktivnost** i dovođenje u pitanje čak i najnužnijih potreba ljudi za hranom i drugim produktima biosfere. Ponekad, interpretacija ovih problema je toliko dramatična, da se govori čak i o biološkom ugrožavanju čovečanstva usled prenaseljenosti i degradovanja čovekove prirodne sredine; izriču se i vrlo pesimistične ocene koje ne vide izlaz ni u čemu. Osnivaju se, u čitavom svetu, mnoge organizacije, državnog ili društvenog karaktera, koje su postavile sebi za cilj da ukazuju na sve opasnosti koje donosi sobom ugrožavanje čovekove sredine, da traže i predlažu rešenja za ove probleme, da inspirišu odgovarajuće zakonske odredbe i da se staraju o njihovom izvršavanju. I u našoj zemlji prisutne su takve akcije, da spomenemo samo osnivanje Jugoslovenskog saveta za zaštitu i unapređenje čovekove sredine. Širom sveta održavaju se mnogobrojni sastanci, simpozijumi i kongresi, naučnog i organizacionog karaktera, koji imaju za predmet svojih diskusija upravo probleme odnosa čoveka i njegove sredine. I kod nas, u našoj zemlji, organizuju se i održavaju slični sastanci, da spomenemo samo Skup koji je aprila 1973. organizovala Srpska akademija nauka i

---

\* Referat održan na Naučnom skupu »Čovek i životna sredina« u Srpskoj akademiji nauka i umetnosti 1973., u Beogradu.

umetnosti, kao i Kongres ekologa Jugoslavije, pod motom »Čovek i sredina«, održan krajem 1973. godine u Beogradu.

Ljudi su se, verovatno, oduvek bavili pitanjima svoje egzistencije, budućnosti i daljeg opstanka čitavog čovečanstva, oduvek su bili opsednuti strahom od nekakvih kataklizmi koje predstoje i koje će dovesti kraju ljudski rod. Priče i razmišljanja o »smaku sveta« imaju veoma daleke korene. Danas, mi smo svedoci jedne neobične metamorfoze. Do skora, svet je bio opsednut strahom od potpunog uništenja sveopštim nuklearnim ratom. Sada se na to više gotovo i ne misli, ali se javljaju strepnje u vezi sa **prenaseljenošću ljudi i ograničenim izvorima hrane**, u vezi sa **zagađivanjem, degradovanjem i uništenjem čovekove životne sredine**; jednom rečju, strah od opasnosti da se zemaljska biosfera u tolikoj meri degraduje i time postane nesposobna da čovečanstvu pruži uslove za dalju egzistenciju. Meni, lično, opasnost od uništavanja biosfere i degradovanja njenih ekosistema čini se daleko većom, jer ta opasnost je često nevidljiva, podmukla, ide zaobilaznim ali sigurnim putevima; u početku manifestuju se čak i neki pozitivni znaci, da bi se tek docnije pokazalo da je to samo varka, i da je kraj nekog degradacionog procesa tragičan bez obzira što je, u početku, izgledalo da se sve kreće dobrim putem. Ustvari, kada je reč o biosferi i o odnosu čovekovom prema njoj, sve je toliko složeno i isprepletano, svaki uzrok može imati neočekivane nepoželjne posledice, a svaka posledica može biti uzrok nekim, još gorim posledicama. Zato je potrebna velika opreznost, sveobuhvatno gledanje na biosferu kao celinu i na čovečanstvo kao neodvojivi deo te biosfere, u kojoj je sve povezano beskrajno složenim odnosima; dalje, potrebno je razvijati odgovarajuće naučne oblasti i poštovanje zaključaka i preporuka koje te nauke budu donele.

Međutim, činjenica je da se ljudi prema ovim problemima ne odnose kako bi trebalo, da prema mnogim ekološkim manifestacijama prirode pokazuju izrazitu ravnodušnost. Danas se o problemima odnosa čoveka i njegove prirodne sredine mnogo govori i piše, preduzimaju se, kako je već rečeno, mnogobrojne akcije, ali je to još uvek nedovoljno da bi se u vezi sa ovim problemima učinilo nešto radikalnije i u globalnim razmerama. Ljudsko neznanje i sumnjivi interesi moćnih grupa (npr. interesi velike industrije, trgovine i međunarodnog kao i regionalnog biznisa), isuviše su velika prepreka prodiranju naučnih saznanja i prihvatanju onoga što nauka, nova etika i interesi ljudi u celini zahtevaju.

Postavlja se sledeće pitanje: u kojoj meri su ljudi iznenađeni svim ovim, da kažemo **opasnostima** u vezi sa ugrožavanjem njihove životne sredine? Treba reći da su naučna saznanja o ovim opasnostima starijeg datuma, da je nauka već odavno utvrdila da postoji velika opasnost od ugrožavanja čovekove životne sredine, pre svega neadekvatnim narušavanjem postojeće ekološke ravnoteže, i da se te opasnosti mogu otkloniti na odgovarajući način. U tom pogledu **naročito veliki doprinos pripada ekologiji**, koja se problemima odnosa čoveka i njegove sredine, problemima funkcionisanja ekosistema i biosfere, profesionalno odavno bavi kao svojim osnovnim naučnim problemima.

Međutim, kako je već rečeno, nauka uopšte, a ekologija posebno, isuviše su malo bile prisutne u javnom životu društva, u nedovoljnoj

meri su bile snažne da na društvo utiču svojim zaključcima i da svoje stavove nametnu kao nešto što obavezuje. Tek u najnovije vreme ekologija dobija sve veći značaj u rešavanju problema odnosa čoveka i njegove životne sredine; u mnogim zemljama dolazi do prave poplave ekološke literature. To je, svakako, velika šansa da se ekološka načela, zaključci i preporuke, kao i drugih nauka, široko prihvate od društva i uvedu kao stvar svakodnevnih prakse u rešavanju ovih problema.

Osvrnimo se, najpre, na pitanje: u čemu se zapravo sastoji glavna opasnost od poremećenih odnosa između ljudi i njihove životne sredine? Treba ukazati na dve osnovne: prvo, **ograničen prostor Zemljine lopte i sve veća brojnost čovečanstva**, što je, očigledno, u oštroj koliziji; drugo, **narušavanje i ugrožavanje čovekove sredine, ekosistema i biosfere u celini**, što, između ostalog, smanjuje, apsolutno a naročito relativno, produkcione mogućnosti biosfere. Znači, ograničen prostor Zemlje i smanjivanje produkcionijskih sposobnosti biosfere dve su glavne opasnosti koje prete čovečanstvu. Razmotrimo obe ove opasnosti, a naročito ovu drugu, s obzirom da to, danas, i jeste osnovni problem koji ugrožava egzistenciju ljudi.

## OGRANIČENOST PROSTORA PLANETE ZEMLJE

Jedna činjenica danas sa svom svojom surovošću pomalja se pred zabrinutim licem čovečanstva: zemaljski prostor koji može služiti ljudima za naseljavanje i proizvodnju, kao i druge vidove delatnosti, apsolutno i beznadežno je ograničen. Bez obzira šta činili, taj prostor je konačno i čvrsto ograničen. Ne samo to; danas se taj prostor počeo čak i da smanjuje, naravno u jednom relativnom smislu. Sve veći porast brojnosti ljudske populacije čini da Zemlja postaje sve manja kao mesto na kome čovečanstvo može živeti. Postaje nam sve jasnije da je Zemlja, zaista, samo jedan, slikovito rečeno, majušni vasijski brod, potpuno ograničen u svemu, u prostoru i u količinama potrebnih materija, i da jedino ne oskudeva u energiji koju biosfera koristi, tj. u sunčevoj energiji. Mogli bi reći da je Zemlja, sa svojom biosferom, **u energetskom pogledu otvoren sistem, ali u materijalnom pogledu sistem zatvorenog tipa.**

Jedan od najvećih problema je, svakako, pitanje enormnog i sve bržeg porasta ljudske populacije, po tipu eksponencijalne krivulje, popularno nazvanog »eksplozija čovečanstva«, što već i onako ozbiljne probleme ljudske egzistencije čini još težim. Mnogi naučnici već sada misle da će na Zemlji uskoro biti mesta »samo za stajanje«. Nema sumnje da će se za ljudsku egzistenciju osvajati i novi prostori na Zemlji, danas ne naseljeni niti obdelavani, kao što su npr. visokoplaninske oblasti, prostori antarktika, morske površine i morske dubine, itd. Ali, ipak, u jednom trenutku biće sve iskorišćeno i više na Zemlji neće biti nikakvog prostora za dalju ekspanziju. Zaista, prostor Zemlje je strogo ograničen, i sa tom surovom činjenicom treba obavezno računati.

Neki naučnici i mislioci rešenje ovog problema, problema koji je pre svega problem ograničenosti prostora Zemlje kao planete, vide u **ograničavanju, regulaciji i kontroli brojnosti ljudske populacije.** Kon-

trola rađanja, kontracepcija, kastracija, itd., načini su koji bi, prema tim mišljenjima, omogućili da se broj ljudi na Zemlji održava na nekoj dogovorenoj vrednosti, na primer na broju od, recimo, 10 milijardi ljudi.

Teorijski, ovo nije loša ideja. Ali, treba računati sa teškoćama moralnog, psihološkog, religioznog i još kozna kakvog karaktera. Uostalom, ekologija u ove aspekte problema ne može da se upušta, jer to je, pre svega, stvar etike, morala, prava, društvenih regulativa, međudržavnih dogovora, itd. Ekologija može, i to već čini, da kaže koju veličinu ljudske populacije može da podnese biosfera Zemlje, i to kako biosfera u sadašnjem stanju tako i maksimalno poboljšana. Ali, kako ljudsku populaciju održati na jednom određenom nivou, stvar je drugih nauka i drugih društvenih regulativa.

Nekada se pomišljalo na rat kao sredstvo koje može ljudsku populaciju držati u poželjnim okvirima. Maltus je ukazivao na disproporciju između porasta čovečanstva i produkcionih mogućnosti biosfere. Ali, rat kao sredstvo regulacije brojnosti ljudi ne može se prihvatiti; ne može se prihvatiti jer je to nehumano i asocijalno, jer ne odgovara duhu i filozofiji savremenog humanističkog čoveka. Uostalom, recimo i to da ratovi za tu svrhu nisu ni efikasni ni mnogo praktični. Pokazalo se, baš u najnovijoj istoriji čovečanstva, da je ljudska vrsta toliko vitalna da na njenu populaciju ratovi, bar oni koji su do sada vođeni, a među kojima je bilo i najsurovijih koje zna ljudska istorija, ni malo ne utiču. Naprotiv, eksplozivni porast čovečanstva gotovo da pada upravo u onaj period kada su vođeni najžešći i najnepoštedniji ratovi.

S druge strane, da li se, bez ikakvih rezervi, može prihvatiti ideja o ograničavanju brojnosti ljudske vrste? Svaka vrsta teži, prirodno, za povećanjem svoje brojnosti i za proširivanjem svoga areala. Otpor sredine te težnje ograničava, ali one i dalje ostaju. Kod ljudske vrste ovo je izuzetno snažno ispoljeno, jer se pored čisto bioloških manifestacija javljaju i volja, stremljenje ka novim prostranstvima, nemirni istraživački duh čovekov koji teži ka sve novim i novim horizontima. Početak osvajanja kosmičkog prostranstva, iskrcavanje prvih ljudi na mesec i slanje različitih kosmičkih sonde ka udaljenim planetama sunčevog sistema, izraz su te volje, tog stremljenja i tog nemira. Moguće je da će osvajanje kosmičkog prostranstva biti rešenje problema prenaseljenosti ljudi na Zemlji i problema ograničenosti zemaljskog prostora. U stvari, jedna nova nauka, jedna nova oblast ljudskog interesovanja, ili bolje reći jedan novi kompleks nauka i interesovanja, postaje danas sve značajniji i sve zanimljiviji. Reč je o **kosmičkoj tehnici**, **kosmičkoj medicini**, **kosmičkoj biologiji** i, nadasve, **kosmičkoj ekologiji**. Ove delatnosti i njihovi rezultati pokazaće se, možda, sudbonosni za budućnost ljudskog roda. Kada je reč o kosmičkoj ekologiji, moguće je mnogo vremena posvetiti njenim problemima i stremljenjima, ali to treba ostaviti za neku drugu priliku.

Međutim, veliko je pitanje šta će brže teći: ekstremni priraštaj ljudske populacije ili progres u osvajanju i naseljavanju vasionkog prostora. Pesimisti u ekologiji, i uopšte u nauci, veruju da je era čovekovog osvajanja novih prostranstava završena otkrivanjem i naseljavanjem novih kontinenata na Zemlji, a da je čista utopija pomišljati da

bi vasijski prostor mogao da bude iskorišćen u te svrhe. Ja, lično, sklon sam da budem optimista. Uostalom, čemu služi taj ogromni, beskonačni vasijski prostor, čemu je on predodređen, čemu taj prazni, mračni, dosadni, tako jednostavni i ružni vasijski prostor ako ga čovek svojim prisustvom ne može oplemeniti, ako život nije u stanju da osvoji i ove beskrajne kosmičke pustinje? Ipak, treba verovati, slično velikom Ciolokovskom, da je čoveku, kao najvišoj organskoj vrsti, predodređeno da jednom napusti svoju kolekvku, Zemlju, jer, kao što je to Ciolkovski divno rekao, Zemlja je kolevka čovečanstva, ali se u kolevcu ne može večito ostati.

U svakom slučaju, bez obzira na sva ova razmišljanja o daljoj budućnosti čovečanstva, ostaje činjenica da već sada na Zemlji ima veoma teških problema, pre svega u vezi sa narušavanjem i potpunim uništavanjem čovekove sredine, i, sa time u vezi, opadanjem produkcionih sposobnosti biosfere. O tome treba reći nešto više.

## PROBLEMI ZEMALJSKE BIOSFERE

Najčešće se čuje o problemima odnosa čoveka prema svojoj sredini. Taj termin, čovekova sredina, životna sredina, spoljašnja sredina, itd., u smislu sličnih varijanata, dobar je ako znamo šta se pod njim, stvarno, krije. Tačnije, dobar je za upotrebu među stručnjacima, ekologima i drugim. Međutim, za laike ovaj termin, sredina, sasvim je ne-definisani, nejasan, fluidan, pod njim se može svašta podrazumevati, pa i nešto što nema pravi sadržaj. Drugim rečima, upotreba termina »sredina« (čovekova sredina, itd.), može se prihvatiti kao nešto dobro samo ako se prethodno razjasni šta ekologija pod tim podrazumeva. Ja bih više voleo da se upotrebljava termin »ekosistem«, ili »biogeocenoza«, jer taj termin obuhvata i pojam spoljašnje sredine; ali, pošto je termin spoljašnja čovekova sredina postao veoma korišćen i popularan, moramo ga prihvatiti, ali uz nastojanje da se razjasni šta se pod njim stvarno podrazumeva. Uzgred budi rečeno, treba podvući da je termin »sredina« veoma težak za potpuno shvatanje, mislim na laike, da su, uopšte, termini kao što su životna sredina, biocenoza, ekosistem, biogeocenoza, itd., veoma teški za shvatanje jer su vrlo kompleksni i vrlo dinamični. Od kapitalnog je praktičnog značaja da se to razjasni, jer od toga kako ćemo shvatiti pojam **sredine** zavisi i kakve ćemo konkretne mere preduzimati da se ona zaštiti i poboljša. Imam utisak da se taj termin sada, u širokim slojevima društva, našeg i uopšte u svetu, shvata isuviše pojednostavljeno, da se pod tim terminom po pravilu ne podrazumeva i ona njegova živa komponenta, da se, uglavnom, ne shvata da se radi o vrlo dinamičnom i složenom biogeološkom makrosistemu.

Šta je upravo životna sredina, spoljašnja sredina živih bića, pa i čovekova sredina? Kakva je pojmovna sadržina tih termina? Pre svega, životna sredina, ili spoljašnja sredina, mora da se shvati kao pojam **prostorno-funkcionalan**. Ustvari, spoljašnja sredina uključuje u sebi neki, manje ili više određen prostor, u kome na dati organizam deluju različiti i mnogobrojni ekološki faktori (npr. temperatura, svetlost, vlažnost, itd.), koji deluju istovremeno i uzajamno se uslovljavajući; u

stvari, oni deluju kao **kompleks ekoloških faktora**. Jedan od najboljih primera za ovu međusobnu povezanost i uslovljenost ekoloških faktora je primer uzajamne zavisnosti vlažnosti i temperature vazduha (jedna ista količina vode u nekom vazдушnom prostoru određene zapremine može značiti čas suv vazduh a čas vlažan vazduh, u zavisnosti od temperature; to je pojam relativne vlažnosti i deficita vlažnosti, koji upravo i jeste od najvećeg značaja za data živa bića). Znači, **životna sredina kao prostor u kome bitiše dato živo biće, sa kompleksom ekoloških faktora dejstvujućih na to isto živo biće**. Međutim, ovakvo shvatanje bilo bi nepotpuno i predstavlja samo prvi korak u ispravnom poimanju termina spoljašnje ili životne sredine (primedba: postoji izvesna razlika između pojmova spoljašnje sredine i životna sredina, ali se, iz praktičnih razloga, ovom prilikom neću upuštati u te ekološke »finese«).

**Od bitnog je značaja da se shvati da za svako živo biće, u datom prostoru, element spoljašnje sredine predstavlja i svako drugo živo biće**; od tog, svakog drugog živog bića dolaze do datog živog bića određeni uticaji, koje ekologija naziva **biotičkim ekološkim faktorima** (za razliku od **abiotičkih**, kao što su temperatura, svetlost, vlažnost ili hemijski sastav vazduha). Stvar se beskrajno komplikuje time što u datom prostoru spoljašnje sredine sve deluje na sve, svako deluje na svakoga, sve deluje na svakoga i svako deluje na sve. Na primer: temperatura deluje na živo biće, živo biće deluje na živo biće, temperatura deluje na vlažnost, živo biće deluje na temperaturu (npr., drveće svojim krošnjama stvara za vreme leta u unutrašnjosti šume mikroklimu hladniju nego izvan šume), i svako živo biće deluje, na neki način, na svako drugo živo biće. Ove, beskrajno složene, odnose ekologija je pokušala da olakša za poimanje svodeći ih, šematično, na tri kategorije odnosa: **akcije, reakcije i koakcije**).

Međutim, glavna komplikacija tek dolazi. Naime, **živa bića u datom prostoru nikako nisu slučajan skup jedinki, populacija i vrsta**. Naprotiv, **živa bića u datom prostoru sredine čine zakonomerno nastao i sasvim određen skup, kompleks živih bića različitih kategorija (jedinke, populacije, vrste, sinuzije), uzajamno uslovljenih i uzajamno delujućih jedni na druge, dakle kompleks nastao dugotrajnom evolucijom putem uzajamnog prilagođavanja na zajednički život u istom prostoru i putem konkurencije za određene životne uslove koje data sredina pruža**. To je ustvari sasvim određena, čvrsto organizovana zajednica živih bića na određenom prostoru, okarakterisanom određenim kompleksom ekoloških faktora, dakle **životna zajednica ili biocenoza**. Neobično je važno da se shvati da svaki prostor sredine ima svoju određenu biocenozu, da je taj prostor prožet tom biocenozom.

Međutim, još je važnije da se shvati da i taj prostor, sa svoje strane, prožima datu životnu zajednicu, da se, ustvari, oni, biocenoza i prostor, prožimaju, da postoji prožimanje biocenoze, prostora i kompleksa ekoloških faktora na datom mestu, da postoji, jednom rečju, **puno i složeno jedinstvo prostora, organske i neorganske prirode, biocena i abiocena** po terminologiji ekologije.

Ustvari, nama sada postaje jasno da se radi o veoma složenom sistemu, koji je ekologija označila kao **ekosistem** ili **biogeocenoza**, sistem toliko složen i toliko dinamičan, sa nizom vrlo specifičnih atribu-

ta, da ga mnogi ekolozi izjednačuju sa organizmom (navedimo, kao primer, sledeće misli: kao i svaki organizam, i ekosistem se rađa, razvija se, dostiže svoju kulminaciju u klimaksu, da bi najzad nazadovao i na kraju uginuo). Ne upuštajući se ovom prilikom u filozofsko-teorijsku polemiku o vrednosti organizmičkog shvatanja ekosistema, podvučimo da se u slučaju ekosistema, odnosno biogeocenoza, radi u stvari o svojevrsnim **biološkim makrosistemima**.

Ustvari, **biološki makrosistemi, ekosistemi, jedan su od najznačajnijih objekata proučavanja ekologije**. Da bi sve ovo bilo jasnije, navedimo nekoliko primera takvih bioloških makrosistema, odnosno ekosistema: ekosistem mezijske bukove šume, primorske šume alepskog bora, barske zajednice lokvanja, močvarne zajednice trske, pšeničnog polja (kao primer agrocenoze), itd.

Više ekosistema sjedinjuje se u veće komplekse, koje u geografiji označujemo kao landšafte ili predele (ne u laičkom smislu); još veći broj sličnih ekosistema su biomi; najzad, **svi ekosistemi Zemlje** sjedinjeni su u jednom gigantskom ekosistemu koji je označen kao **biosfera**. Biosfera naše planete deluje kao jedinstven sistem, u kome su svi njeni potčinjeni ekosistemi uzajamno povezani i uzajamno uslovljeni, mada se može učiniti da neki ekosistemi, naročito oni među sobom vrlo udaljeni, nemaju nikakve međusobne veze; odnosno, uprkos činjenici da povremeno oni stvarno i nemaju nikakve veze.

Prema tome, ako bi hteli da bliže odredimo šta je to životna sredina živih bića i naročito šta je to čovekova prirodna sredina, onda moramo reći da je **to biosfera u celini**, odnosno njeni pojedinačni ekosistemi (gradski ekosistemi se takođe uklapaju u ovu šemu, ali ja o tome, ovde, neću govoriti s obzirom na neke specifičnosti gradske sredine i gradskih ekosistema). Čovek se uvek nalazi u nekom ekosistemu (izuzev nekih sasvim specifičnih slučajeva), odnosno u nekoj biogeocenozi, mada ta činjenica nije uvek baš tako očigledna, pre svega za laike. Ali, od bitnog je značaja da se to shvatanje i saznanje prihvati, jer od toga upravo zavisi i karakter našeg praktičnog odnosa prema onome što popularno zovemo **čovekova prirodna sredina**. Jer, zaista, situacija postaje sasvim posebna ako prihvatimo da smo deo složenog mehanizma, odnosno složenog dinamičkog makrosistema kakvi su ekosistemi, kao i čitava biosfera kao vrhunski ekološka sinteza na Zemlji.

Beskrajna složenost ekosistema i biosfere počiva na toj činjenici da su oni sastavljeni, pre svega, od živih bića (mikroorganizama, biljaka, životinja i čoveka), koja sobom predstavljaju najsloženije fenomene za koje zna nauka. Iz toga, iz te složenosti ekosistema i njihovih sastavnih delova, tj. organizama, proističe i sva težina praktičnih problema odnosa čoveka prema sredini, sva osetljivost pitanja praktičnog pristupa zaštiti, obnovi i unapređenju čovekove životne sredine i biosfere u celini.

Kako, ustvari, radi biosfera i njeni potčinjeni ekosistemi, na kojim principima i zakonitostima počiva održavanje žive prirode koje traje već mnogo miliona godina? Reklo bi se da funkcionisanje biosfere počiva na nekoliko veoma jednostavnih principa, i da je rad biosfere, u osnovi, veoma jednostavan. Naime, u čitavoj biosferi dosledno je spro-

veden jedan jedinstven i relativno jednostavan princip: **proticanje energije i kruženje materije**, što se sve ostvaruje kroz ekosisteme od jednih do drugih živih bića, od generacije do generacije, i tako, beskonačno dugo, od samog nastanka života i prvih biocenoza, pa sve do danas, i ko zna koliko dugo u budućnost.

**Proticanje energije**, a to znači sunčeve energije, koje ovde razmatramo, nije od osobitog značaja za naše probleme. Naime, sunčeve energije ima dovoljno, ona neprestano pritiče do biosfere, gde od strane zelenih biljaka biva procesom fotosinteze vezana kao potencijalna hemijska energija u novostvorenim organskim jedinjenjima, da bi docnije, u toku metaboličkih procesa organizama, prvenstveno u disanju, bila postupno oslobođena i najzad pretvorena u toplotnu energiju, koja se zračenjem bespovratno gubi u vasionom prostoru. Ali, ovo stalno gubljenje energije ništa ne smeta, jer sve nove i nove količine sunčeve energije bivaju ponovo uključene u procese, pa se proticanje energije kroz biosferu odvija bez zastoja. Kao džinovski i neiscrpní termonuklearni reaktor, sa praktično neiscrpnim rezervama vodonika, Sunce će još beskrajno dugo snabdevati zemaljsku biosferu potrebnom energijom. Prema tome, kada je reč o funkcionisanju biosfere, nikako se ne postavlja problem energije, jer nje ima dovoljno zahvaljujući Suncu i sposobnosti zelenih biljaka da tu energiju transformišu i vežu kao hemijsku energiju u organskim materijama.

Ali, **sasvim je druga stvar sa materijom**, koja u biosferi **kruži**. U stvari, to što materija kruži kroz biosferu upravo i jeste vrhovni imperativ beskonačnog održanja žive prirode na Zemlji; kruženju materije ima da se zahvali što se život na Zemlji održava već mnogo miliona godina. Ovaj zaključak, uočavanje ovog principa, saznanje o **imperativnosti kruženja materije** u biosferi, ima izvanredno veliki praktičan značaj. Naše aktivnosti, upravo kada se radi o odnosu čoveka i njegove sredine, o njenoj zaštiti i unapređenju, treba pre svega da budu usmerene na održavanje tog **biogeochemijskog kruženja** i na suprotstavljanje svemu onome što to kruženje ometa, usporava, otežava ili čak i prekida.

U čemu je upravo stvar, zbog čega je toliko izuzetno značajno da materija u biosferi kruži od generacija do generacija organizama? Pre svega, treba imati na umu da je Zemlja, kao kosmički brod, zatvoren ekološki sistem (izuzev u odnosu na energiju), da iz vasiona nije, u toku svoga postojanja, primila značajnije količine materije (niti će ih spontano primiti). U materijalnom pogledu, kao i u pogledu prostora, Zemlja je vrlo ograničen sistem, i sa tim treba, sa svom ozbiljnošću i odgovornošću, računati. Ne samo to. Upravo one materije koje su životu najpotrebnije, na Zemlji se, po pravilu, nalaze u najmanjim količinama. Tako, na primer, količina  $\text{CO}_2$ , jednog za život, pored vodonika iz vode, najpotrebnijeg materijala, ima danas u zemaljskoj atmosferi zapreminski svega 0,03%. To su vrlo male količine, i one bi, kada ne bi bilo kruženja, bile od strane biljaka u fotosintezi utrošene za svega 30 do 50 godina, ili čak i za svega 10 godina (prema različitim izračunavanjima). Međutim, zahvaljujući kruženju,  $\text{CO}_2$  iz tela organizma, disanjem i razlaganjem, neprestano se oslobađa i biva ponovo uključen u kruženje procesom fotosinteze. Ovaj primer, možda i ne baš najpogodniji, jasno



pokazuje da bi bez kruženja materije život na Zemlji vrlo brzo stao, da bi to značilo smrt čitave biosfere.

Zato je od neobičnog značaja da ni jedna ljudska delatnost ne sme dovesti do ometanja kruženja materije, da, naprotiv, ta delatnost treba da bude usmerena na sprečavanje blokiranja određenih količina materije i time i njihovo trajno ili privremeno isključivanje iz kruženja. Čovek treba da forsira što brže kruženje materije (to, praktično, znači što veći broj generacija biljaka i životinja za što je moguće kraće vreme), jer je u tome ključ za povećanje produktivnosti biosfere i spas od gladi koja preči čovečanstvu. Ipak, treba imati na umu da i tu postoje granice i da se kruženja, odnosno tzv. biogeohemijski ciklusi, ne mogu beskrajno ubrzavati, između ostalog i zbog ograničenosti potrebnog materijala na Zemlji.

Kako, ustvari, funkcioniše kruženje materije kroz biosferu? Ovaj jednostavan princip ostvaren je neolikim složenijim načelima, ali u suštini ipak dosta jednostavnim. To je **kruženje materije kroz lance ishrane**, odnosno kroz spletove lanaca ishrane. Slikovito, mi govorimo o **ekološkim piramidama** (koje mogu biti izražene kao piramide trofičke, brojeva, biomase, energetske), i koje, u suštini, ukazuju da duž lanaca ishrane opada količina organske materije i energije u njima vezane, a da raste količina oslobođene neorganske materije. Grubo rečeno, u biosferi svako svakoga i svašta jede, i svako biva od nekoga pojeđen. Ovaj princip hranjenja, kroz lance ishrane, ustvari i omogućuje kruženje materije (a takođe i proticanje energije).

Na početku se nalaze zelene biljke, koje u procesu fotosinteze od neorganskih materija, uz pomoć sunčeve energije, stvaraju primarno organsku materiju (to je tzv. **primarna organska produkcija**). To je, u stvari, **proces stvaranja hrane**, tj. organskih materija bogatih energijom koju živa bića mogu da koriste, i to hrane koju koriste pre svega sami njeni proizvođači (tj. zelene biljke), a zatim i svi ostali jer zelene biljke organsku materiju stvaraju u višku. Zelenim biljkama hrane se biljojedi životinjski organizmi, a ovima mesojede životinje. Ali i ovi poslednji hrane se, u suštini, zelenim biljkama, samo posredno. U toku te ishrane jedan deo organske materije se gubi, a takođe i deo energije sadržan u njima. Najzad, ostacima biljaka i životinja, njihovim leševima ili ekstrementima, kao i uginulim i odbačenim delovima (npr. opalim lišćem), hrane se različiti mikroorganizmi (prvenstveno gljive i bakterije), pri čemu ih razlažu do kraja, sve do početnih mineralnih sastojaka (zato se ovaj proces razgradnje organskih materija i označuje kao proces **mineralizacije**). Naravno, pri tome se gubi u potpunosti i čitava količina sunčeve energije koja je u početku fotosintezom bila vezana. Ove oslobođene neorganske materije mogu da budu ponovo iskorišćene od strane zelenih biljaka, i tako se kruženje neprestano podržava.

Ovo je sasvim uprošćena slika kruženja materije u biosferi, ali i takva ona jasno pokazuje u čemu je suština principa i način na koji je on realizovan.

Rekli smo u početku da je funkcionisanje ekosistema i biosfere veoma složeno. Isto tako, rekli smo i to da su osnovni principi na kojima je zasnovan rad biosfere vrlo jednostavni. Na prvi pogled, reklo

bi se da tu postoji neka kontradiktornost u tvrđenjima. Da vidimo o čemu se zapravo radi.

Pre svega, najvažniji sastavni delovi ekosistema i biosfere, živa bića, ili cenobiontni organizmi, veoma su složeni u svojoj građi i funkcionisanju. Slikovito rečeno, **ekosistem je takav mehanizam koji deluje na osnovu jednostavnog načela, ali je sastavljen od veoma komplikovanih delova.** Ne treba naročito isticati da su živa bića (jedinke, populacije i vrste), najslženiji fenomeni u prirodi koju poznajemo. Već sama ta činjenica, da su ekosistemi i biosfera izgrađeni od izvanredno složenih delova, organizama, ukazuje na to da i sami oni, ekosistemi i biosfera, moraju biti beskrajno složeni. U čemu je zapravo suština ove prividne protivurečnosti.

Pre svega, u velikoj raznovrsnosti fizičko-hemijskih uslova koje životu pruža Zemlja. Velika je razlika između uslova u vodenoj sredini, posebno u morima, i uslova na kopnu; u samom moru velika razlika postoji između površinskih i dubinskih delova, pre svega u pogledu svetlosnih uslova i pritiska; okrugao oblik Zemljine lopte, nagib njene ose prema ravni sopstvene putanje i položaj prema suncu, odnosno različit upadni ugao sunčevih zrakova prema površini Zemlje na pojedinim tačkama geografske širine, dovodi do veoma različitih opštih klimatskih uslova idući od polova prema ekvatoru, u jednom istom momentu, kao i do velikih klimatskih razlika na jednom istom mestu većine područja Zemljine površine; ovome treba dodati različit raspored mora i kopna, odnos pojedinih tačaka kontinentata prema morima, različit reljef Zemlje, različit geološki sastav Zemljine kore, itd. Sve to, i čitav niz drugih momenata, doveli su do toga da su, kako već rekossmo, ekološki uslovi na Zemlji izvanredno različiti na pojedinim njenim tačkama, pre svega idući od polova prema ekvatoru, idući od nizija prema planinskim vrhovima, idući od morske površine prema najvećim morskim dubinama, idući od morskih obala prema unutrašnjosti kontinentata, itd. To je, sa svoje strane, primoralo živa bića i ekosisteme da se specifično prilagode specifičnim uslovima date sredine. Ustvari, svako mesto na Zemlji postavlja životu određene ekološke probleme egzistencije, pa su u toku evolucije i nađena odgovarajuća biološka odnosno ekološka rešenja. Osim toga, s obzirom da je svaka sredina heterogena, postoje i različita rešenja, a i za svaki konkretan ekološki problem moguća su različita rešenja, i ona su od strane živih bića i realizovana. Najzad, prisustvo drugih živih bića, na istom mestu, primorala su svako živo biće da se i svojim susedima specifično prilagode, pre svga u vezi sa trofičkim odnosima (različiti oblici simbioze, parazitizma, poluparazitizma, hiperparazitizma, saprofitizma, itd.).

Zato su, bez obzira na osnovne jednostavne principe od kojih se pošlo, ekosistemi veoma raznovrsni i veoma složeni. Ovo je zaključak od kapitalnog teorijskog i praktičnog značaja. Ustvari, s obzirom na tu složenost i raznovrsnost moramo u našim intervencijama u živoj prirodi, u spoljašnjoj sredini i u ekosistemima biosfere, biti krajnje oprezni, naše akcije moramo zasnivati na rezultatima nauke i prilagoditi ih svakom konkretnom slučaju.

Iz dosadašnjeg izlaganja lako se moglo zaključiti da ekološke pojave, osobine sredine i ekosistema, imaju **regionalan karakter**, pa čak i

**lokalan**, te da se zato obavezno istraživanja moraju vezivati za svaki konkretan slučaj, za svaku konkretnu ekološku situaciju (bez obzira na potrebu širokog ekološkog uopštavanja i korišćenja svih iskustava), da praktični zahvati i intervencije moraju u suštini biti prilagođene regionalnim i lokalnim prilikama.

Istina, uočavanje osnovnih, bitnih principa koji su, kako rekosmo, jednostavni, na primer princip proticanja energije i kruženja materije, u velikoj meri olakšavaju stvar. Naime, kada znamo da u spoljašnjoj sredini i u ekosistemima dejstvuje nekoliko osnovnih, dosta jednostavnih zakona i principa, lako je, bar kao osnovna polazna tačka, da u svim našim delatnostima štitimo odvijanje tih osnovnih zakonitosti i realizovanje tih osnovnih principa. Jednostavno rečeno, uzmimo kao primer, bez obzira šta budemo radili u pojedinim ekosistemima i u biosferi, moramo očuvati nesmetano odvijanje procesa kruženja materije i proticanja energije, proces ishrane kroz potpune trofičke lance, u ekološkim piramidama odgovarajuće odnose biomase, brojeva, energetske itd.

Nažalost, do sada je ljudska delatnost išla, uglavnom, nasuprot ovim zahtevima. Narušavanje životne sredine i ekosistema bilo je u stvari narušavanje osnovnih zakonitosti koje tu moraju da vladaju. Uništavanje pojedinih organskih vrsta, štetno već samo po sebi zbog **osiromašjenja genofonda biosfere** (a što je, inače, poseban, izuzetno značajan problem), značilo je u stvari uništavanje jedne od karika u lancima ishrane i time, često, dovođenje u pitanje normalno i za date prilike optimalno realizovanje osnovnih principa biosfere: transformaciju sunčeve energije u potencijalnu hemijsku energiju vezanu u organskim jedinjenjima, organsku produkciju, proticanje energije i kruženje materije. Zagađivanje sredine, što je danas postalo izuzetno aktuelno, ne znači samo direktno ugrožavanje ljudskog zdravlja i života, već isto tako i narušavanje ekosistema i biosfere u njihovim osnovnim funkcijama.

Jasno je, prema svemu što je rečeno, da je za opstanak ljudi na Zemlji od izuzetnog značaja da se spoljašnja sredina, ekosistemi i biosfera u celini, sačuvaju, zaštite, obnove i unaprede. Ovo može biti sprovedeno isključivo udruživanjem pozitivnih društvenih snaga, naučnih dostignuća, posebno ekologije, i odgovarajućih praktičnih delatnosti u skladu sa naprednim naučnim tendencijama.

## OSNOVNE KARAKTERISTIKE BIOSFERE I NJENE OSNOVNE AKTIVNOSTI

Biosfera je veoma specifična sfera Zemlje, onaj deo atmosfere, hidrosfere i litosfere naseljen živim bićima, koja su evolutivnim putem organizovana u životne zajednice (biocenoze), kroz jedinstvo žive i nežive prirode u biološke makrosisteme višeg reda, tj. u ekosisteme. Biosfera je, u suštini, ogroman biološki makrosistem, funkcionalan mozaik mnogobrojnih ekosistema, u kome je jedinstvo žive i nežive prirode ostvareno kroz dijalektičko jedinstvo i borbu suprotnosti, kroz dugotrajnu evoluciju uzajamnog prlagođavanja i konkurencije živih bića međusobom, i živih bića sa spoljašnjim fizičkim i hemijskim uslovima

sredine. Biosfera je ogroman, planetarni mehanizam, čija je jedna od osnovnih funkcija transformacija Sunčeve energije u potencijalnu hemijsku, vezanu procesom fotosinteze u novostvorenim organskim materijama.

Biosfera Zemlje je prastari, izvanredno složeni, polikomponentni, opšte planetarni, termodinamički otvoreni, autoregulativni sistem živih bića i nežive prirode; ona akumulira i preraspodeljuje ogromne resurse energije i određuje sastav i dinamiku zemljine površine, atmosfere i hidrosfere. Biosfera, istovremeno, poseduje i plastičnost i rezistentnost u odnosu na spoljašnje uticaje. Ova plastičnost omogućuje čoveku da, prema svojim potrebama, menja različite komponente biosfere. Ali, ove promene ne smeju da izađu izvan određenih granica, jer bi se time ugrozile složene uzajamne veze koje postoje u biosferi kao sistemu, i koje se nalaze u stanju dinamičke ravnoteže. O svim ovim opasnostima, i ekološkoj suštini koja se iza njih krije, prethodno je već bilo dovoljno rečeno.

Nesumnjivo da je u biosferi njena najvažnija komponenta živa materija, odnosno živa bića koja u njoj aktivno deluju; živa komponenta biosfere je garant njene najveće stabilnosti. Od posebnog je značaja da se istakne raznovrsna uloga koju u biosferi imaju živa bića, načini kojima ona deluju na okolnu sredinu.

Pre svega, osnovna funkcija živih bića u biosferi je **stvaranje organske materije putem fotosinteze**, što ostvaruju zelene biljke, i **pretvaranje fotosintezom sunčeve energije u hemijsku**. Prema nekim novijim izračunavanjima, svake godine nadzemne biljke fotosintezom akumuliraju ogromnu količinu energije, koja odgovara količini od  $21,3 \times 10^{15}$  kkal. Sličnu količinu fiksiraju i morske biljke, pretežno fitoplankton.

U biosferi je stalno prisutan polagan ali neprekidan **proces evolucije živih bića**, pri čemu nastaju nove vrste, dok mnoge stare iščezavaju; smatra se da svaka vrsta, prosečno uzev, traje jedan geološki period ili približno 30 miliona godina.

Karakter ekosistema, pa i čitave biosfere, menja se u vezi sa **promenom brojnosti organizama i njihovim različitim rasporedom na Zemlji**; ove promene uslovljene su, pre svega, tektonskim promenama i promenama u reljefu Zemlje, promenom klime i zemljišta.

Neprestano se odvija **smena pokoljenja** svih organskih vrsta, pri čemu se ostvaruju i ciklusi migracije elemenata, u vezi sa rađanjem i smrću pojedinih jedinki biljaka i životinja.

U toku čitavog života organizama neprestano se odvija **proces razmene materije između organizama i njihove spoljašnje sredine**.

Između različitih organizama ekosistema postoje **trofičke i simbiotske veze**. To je ostvareno pre svega kroz **lanac ishrane** i preraspodelu mineralnih i organskih jedinjenja, i energije u njima.

Izumrla i odbačena tkiva, leševi organizama, ekskrementi, podvrgavaju se **biolizi i mineralizaciji**; to sve suštinski utiče na obrazovanje minerala i druge prirodne procese.

U toku čitavog svog života organizmi utiču na **proces raspadanja stena** i na obrazovanje i dalju sudbinu najsitnijih čestica, od kojih se

zatim **formira zemljište**. Zemljište je u stvari produkt aktivnosti živih bića, uz sadejstvo klime i odgovarajuće geološke podloge.

**Gasni promet** u biosferi je veoma značajan proces, i on se ostvaruje pre svega metabolizmom organizama (disanje, fotosinteza); gasni promet biosfere uključuje u sebi kompleks mnogobrojnih i raznovrsnih gasnih reakcija, koje dovode do apsorpcije i izlučivanja O, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, vodene pare, i dr. U suštini, istorija zemaljske atmosfere u celini, zemljišnog vazduha i vazduha rastvorenog u kopnenim vodama i vodama svetskog mora, vezana je za gasne funkcije organizama.

**Oksidaciona funkcija biosfere** vezana je za **oksidacionu delatnost živih bića**, koja, ustvari, igraju važnu ulogu u procesima raspadanja, migracije i sedimentacije materija, u hemijskom sastavu vode i atmosfere i razvoju zemljišta.

**Redukciona funkcija biosfere** vezana je za **mikroorganizme** koji mogu da žive i u anaerobnim uslovima, što je dovelo do redukovanja mineralnih i organskih jedinjenja.

**Koncentracija i izdvajanje (izlučivanje) teško rastvorljivih kalcijumovih soli** (karbonata, fosfata i nekih organskih soli), vezano je za sposobnost bakterija, jednoćelijskih morskih alga, mahovina, viših biljaka i životinja; ta aktivnost ima veliki biogeochemijski značaj, kao i za stvaranje zemljišta. Velike količine kalcijuma nataložene su od strane organizama u obliku krečnjaka i krede. Ustvari, posle pojave organizama i formiranja biosfere, biogeni oblici cirkulacija i akumulacije kalcijumovih soli u sedimentnim stenama i zemljištu, potisnuli su čisto hemijske načine, koji su inače bili jedino prisutni pre pojave života. To isto može se reći i za gvožđe i mangan.

**Koncentracija elemenata iz disperznog stanja** takođe je značajna funkcija organizama u biosferi. Ustvari, organizmi selektivno apsorbuju elemente iz spoljašnje sredine, pri čemu se neki u tom pogledu posebno odlikuju. To dovodi do velike akumulacije tih elemenata u biogenim sedimentnim slojevima i u humusnom horizontu zemljišta; u poslednjem slučaju, ovo i uslovljava hemijsku plodnost zemljišta.

**Sinteza i razlaganje organskih materija** jedna je od najbitnijih funkcija organizama, ekosistema i biosfere u celini. Time se održava neprekidno kruženje materije. U toku samo jedne godine u ekosistemima na kopnu obrazuje se i razgrađuje do  $55 \times 10^9$  t biljnog materijala.

Ovih nekoliko primera nekih od osnovnih funkcija biosfere i njenih sastavnih komponenti, ekosistema i živih bića, trebalo je da ukaže, bar donekle, na svu složenost i izvanredno veliki značaj funkcionisanja ovog ogromnog biološkog makrosistema. Istovremeno, da podvuku i izvanredno veliki značaj i nezamenljivu ulogu žive komponente u biogeosferi, dalje, da istaknu još jednom od kolike je važnosti da sve čovekove aktivnosti u biosferi vode računa o ovom značaju i o ovoj složenosti, da budu zasnovane na naučnom prilazu problemima i da polaze od stvarnih i perspektivnih potreba čitavog čovečanstva.

## DELOVANJE ČOVEKA NA BIOSFERU

Čovek, u čitavoj svojoj istoriji ali naročito danas, na raznovrsne način deluje na živu prirodu oko sebe, na ekosisteme i biosferu u celini. Neke od tih delatnosti su pozitivne, ali je većina od njih krajnje negativna i pogubna. Ukazaćemo samo na neke. Prethodno treba napomenuti da ekologija, danas, ne smatra da je zadatak ljudi da prirodu **pokore**, što je, inače, bilo doskora veoma popularna deviza među ljudima, prihvaćena od strane različitih slojeva društva, različitih ideologija, od država i društvenih sistema. Čak šta više, ova deviza se smatrala veoma naprednom, a njeni nosioci istovremeno i nosioci progressa.

Međutim, danas polazimo od toga da ljudi kao biološka i društvena bića, imaju određene biološke i emocionalne potrebe za svoj opstanak i puni život, i da te potrebe mogu biti zadovoljene ne pokoravanjem prirode već, pre svega, harmoničnim sadejstvom sa silama i zakonima prirode. Ustvari, zaštita i unapređenje sredine, ekosistema i biosfere na Zemlji, trebalo bi da dovede do punog fizičkog i psihičkog procvata čoveka i procvata njegove civilizacije.

Evo nekoliko najvažnijih čovekovih aktivnosti u biosferi, od kojih mnoge imaju izrazito negativne posledice:

1. **Lov na životinje uz pomoć vatre** (dovodi, između ostalog, do nenamernog uništavanja šumske vegetacije).
2. **Migratorna i sedentarna poljoprivreda** (u krajnjem slučaju dovodi do ispošćavanja zemljišta).
3. **Irigacija** (u sušnim oblastima dovodi do zaslanjivanja podloge).
4. **Prekomerno iskorišćavanje pašnjaka od strane domaćih životinja**.
5. **Uništavanje šumske vegetacije**. Jedan od najštetnijih oblika delovanja čoveka na biosferu. Kao najneposrednija katastrofalna posledica uništavanja šuma je erozija: u daljem rezultatu poremećaj optimalnih hidroloških odnosa i izazivanje katastrofalnih poplava.
6. **Isušivanje vlažnih teritorija**. U krajnjem slučaju, pri neopretnoj i preteranoj primeni isušivanja, dolazi do eolske erozije zemljišta.
7. **Preteran lov nekih dragocenih vrsta životinja**. U krajnjem slučaju dovodi do poremećaja ekološke ravnoteže u ekosistemima, kao i do osiromašjenja genofonda.
8. **Namerno istrebljenje pojedinih vrsta**. Štetne posledice kao i prethodno. Jedan od najboljih primera za ovaj slučaj je uništavanje vukova što, ekološki gledano, nije ničim opravdano.
9. **Zagađivanje sredine otrovnim gasovima i otpadcima**, od strane industrije, gradova i domaćinstava. Otrovnim dimnim gasovima, koje izbacuje industrija, naročito pri topljenju metala, prouzrokuju uništavanje vegetacije, a takođe i životinja. Poznat je slučaj potpunog uništavanja svega živog u okolini bakarne industrije u državi Tenesi, SAD.
10. **Narušavanje prirodne drenaže**. Slučaj sa predelima gde se vrši površinski kop uglja, kao i klasični ugljenokopi u rudarskim jamama.
11. **Bacanje industrijskih i drugih otpadaka u reke (i jezera)**. Očevidan primer štete koja se nanosi biosferi. Prepreka uspešnoj borbi protiv ovoga oblika zagađivanja sredine jeste primitivno shvatanje da su reke prirodni kanalizacioni sistemi, sposobni da se sami čiste.

12. **Negativne posledice izazvane prenaseljenošću.** Veoma mnogobrojne i raznovrsne štete koje se ovim nanose biosferi.
13. **Zagađivanje vazduha, vode i zemljišta.** Vrlo raznovrsni oblici negativnog delovanja (gar, smog, pesticidi, nafta, deterdženti, itd.). Poseban oblik je **radioaktivno zagađivanje**, a takođe i **termičko zagađivanje**.
14. **Poremećaj kiseoničnog i uljendioksidnog balansa u biosferi.** Utrošak kiseonika i izlučivanje CO<sub>2</sub> u atmosferi je u izvesnom stepenu uzajamno povezano. U biosferi između ova dva procesa postoji izvesna ravnoteža, pri čemu treba imati na umu da je kiseonik neophodan za disanje, a da je istovremeno produkt procesa fotosinteze. Prema tome, velikim delom kiseonik, toliko potreban životu, biogenog je porekla. Danas se nalazimo pred opasnošću da se potreban odnos između O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub> poremeti. To je pre svega u vezi sa intenzivnim sagorevanjem fosilnih organskih materija. Navdimo, kao ilustraciju, da savremeni mlazni avion u toku leta preko Atlantika upotrebi za sagorevanje 35 t kiseonika. Zato se i može postaviti pitanje zar nisu upravo proizvodni procesi u industriji i sagorevanje različitih goriva faktor ozbiljnog narušavanja odnosa između izlučenog i upotrebljenog kiseonika, naročito ako imamo u vidu brzinu kojom se uništavaju površine pod šumskom vegetacijom i drugim oblicima prirodne vegetacije?
15. **Negativne posledice na biosferu usiljene, nekontrolisane i haotične urbanizacije.** Pored negativnog uticaja urbanizacije na biosferu u celini, treba ukazati i na posledice negativne za psihičko, zdravstveno i društveno stanje ljudi. Jedan od posebnih problema je »problem velikih ili malih gradova«, i, s tim u vezi, odnos gradskih površina prema zelenim površinama prirodne i veštačke vegetacije.

## PERSPEKTIVE

Iz dosadašnjeg izlaganja moglo se jasno videti da su životna sredina, ekosistemi i biosfera u celini, vrlo složeni biološki makrosistemi. i da se čovekov odnos prema njima mora zasnivati na zaključcima nauke, prvenstveno biologije i ekologije, kao i niza primenjenih bioloških disciplina (medicine, agronomije, šumarstva, veterine, itd.), i to u skladu sa trajnim potrebama i pozitivnim ciljevima čovečanstva.

Ovo se utoliko više mora sprovesti, s obzirom da eksplozivni porast čovečanstva već sada postavlja pred nas ozbiljne i teške probleme dalje egzistencije ljudi. Ti problemi su veoma teški pre svega zbog konačne ograničenosti zemaljskog prostora, s jedne strane, i produkcione ograničenosti biosfere, s druge. Ta produkciona ograničenost biosfere i njenih ekosistema je pre svega u vezi sa ograničenim količinama niza mineralnih materija koje služe kao izvorni materijal za organsku produkciju hrane (npr. ograničene količine CO<sub>2</sub>, fosfora, kalijuma, itd.), kao i sa nemogućnošću da se kruženje materije beskonačno ubrzava.

Ne ulazeći, ovom prilikom, u pitanje kakve perspektive pruža osvajanje kosmičkog prostranstva i kolonizacija planeta sunčevog siste-

ma, treba istaći da je prvenstven zadatak nauke i društva da zaštiti čovekovu sredinu **na Zemlji**, prirodne resurse, ekosisteme i biosferu u celini, da obnovi njihove uništene ili degradovane delove i da, najzad, unapredi i poboljša funkcionisanje ekosistema i biosfere u celini.

Treba istaći da mnogi ekosistemi i delovi biosfere, mada su prilagodni postojećim spoljašnjim uslovima, ipak rade sa određenom »greškom«. Merilo optimalnosti rada svakog ekosistema treba da bude, između ostalog, njegova produkciona sposobnost. Tu, često, postoji očigledan raskorak između aktuelne produkcione sposobnosti i potencijalne produktivnosti, s obzirom na postojeće energetske uslove u vezi sa sunčevim zračenjem. Ova poslednja je, naravno, najčešće daleko veća od aktuelne. Tako, na primer, prostrani pustinjski ekosistemi rade sa očiglednim nedostatkom u pogledu produktivnosti, što je posledica jedne »greške« u njima: naime, nedovoljna količina vode drastično limitira organsku produktivnost i pored dovoljne količine energije koju Sunce emituje ovim područjima u toku godine.

Zadatak ekologije, biologije, primenjene nauke i tehnike, jeste da utvrdi koji ekosistemi rade sa greškom, u čemu je ta greška i kako se ona može otkloniti. Ovakvo usmeravanje nauke i društva otvara dobre perspektive rešavanju niza gorućih problema egzistencije čovečanstva.

Ne treba zaboraviti da je funkcionisanje svakog ekosistema, i biosfere u celini, posebno funkcionisanje u smislu organske produktivnosti, zasnovano na određenim **strukturama**. Prema tome, kada kažemo zaštita, obnova i unapređenje ekosistema, mislimo pre svega na strukturu koju treba zaštititi, obnoviti ili unaprediti.

Veoma je značajno da se shvati da život ekosistema i biosfere počiva, ustvari, na **životnoj aktivnosti živih bića**, organskih vrsta biljaka, životinja i mikroorganizama, te da je zaštita organskih vrsta jedan od najvažnijih zadataka. Pri tome, zaštita genofonda biosfere ima poseban i specifičan značaj.

Veliki problemi ekologije pomaljavaju se i u vezi sa savremenom urbanizacijom. Nekontrolisano formiranje i rastenje gradova postaje sve opasnija pojava. Problem gradova i ljudi, problem ljudskog stanovanja, problem malih ili velikih gradova, itd., problemi su kojima se mora prići što ozbiljnije i što hitnije. Nažalost, mora se reći da je do sada, uglavnom, urbanizacija išla samostalnim putem, gotovo bez ikakve veze sa ekologijom i drugim biološkim naukama.

Najzad, **ekologija čoveka** je oblast, neobično značajna, koja stoji pred nama i koja gotovo da nije ni načeta. Moguće da dobro poznamo bolesnog čoveka, što je zasluga pre svega medicine, ali ekologiju čoveka u celini, naročito zdravog čoveka, i koji su preduslovi i da ostane zdrav, poznamo sasvim nedovoljno. Ustvari, ekologija čoveka kao posebna naučna oblast još uvek nije ni definisana, još uvek ima različitih mišljenja o tome kakav karakter ove nauke treba da bude, čime treba da se bavi i koji su njeni ciljevi. Međutim, bez razvijene ekologije čoveka ne možemo se nadati ni da će opšta ekologija, niti nauka u celini, moći da odredi potpuno ispravan stav prema problemu odnosa čoveka i njegove sredine.



Potrebno je, nesumnjivo, formirati i negovati kod svih ljudi **ekološki način mišljenja**. Ustvari, ekološki način mišljenja znači da živu prirodu, biosferu i njene ekosisteme, treba posmatrati kao složene makrosisteme u kojima vladaju određeni, strogi zakoni, znači shvatiti da je sve to jedna celina koja se ne sme narušavati. Strogo određeni procesi proticanja energije i kruženja materije u ekosistemima, zatim proizvodnja organske materije koja je naša jedina hrana, treba da budu očuvani i poboljšani. Treba da znamo da se u biosferi ništa ne sme menjati bez sagledavanja posledica do kojih će doći, i koje mogu biti veoma negativne. Čak katastrofalne. Ljudi treba da shvate da je **zaštita prirode** jedina šansa njihovog opstanka, i da bi propast žive prirode i biosfere u celini označilo i kraj samom čovečanstvu.

Zato u obrazovanju, školskom i vanškolskom, naročito u nižim i srednjim školama, **izučavanje ekologije** treba da bude jedan od najvažnijih zadataka. Ekologija je upravo nauka koja nas uči da je u živoj prirodi sve povezano, da biosfera i ekosistemi funkcionišu po strogo određenim prirodnim i ekološkim zakonitostima, i da je čovek u svojoj egzistencij u najvećoj mgućoj meri zavistan od biosfere. Kada svi ljudi budu dovoljno ekološki obrazovani, kada shvate kakav ogroman značaj biosfera i njeni ekosistemi imaju za opstanak čovečanstva, tada neće biti takvih negativnih antropogenih uticaja na živu prirodu kakvi su bili do sada, i koji su često dovodili u biosferi do katastrofalnih posledica. Jednom rečju, ekologija u narodnom prosvetivanju treba da ima izuzetan značaj.

Na kraju, recimo i to da je jedino rešenje svih ovih problema čovekove sredine, koje smo mi samo ovlaš skicirali, u razvoju naučnih istraživanja, ne samo ekoloških i bioloških, već i svih drugih, u primeni naučnih dostignuća na korist ljudskog roda. Međutim, to bi bilo nedovoljno ako se naše ponašanje ne bi saobrazilo novom shvatanju prirode i odnosa ljudi prema njoj, saobrazilo u skladu sa **ekološkom etikom** i takvim društvenim moralom koji bi vodo računa o čovečanstvu kao celini i o njenoj životnoj sredini takođe kao celini, obuhvaćenoj jedinstvenim gigantskim biološkim makrosistemom, biosferom.

## ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Jedan od najznačajnijih zadataka i imperativa pred kojima stoji savremeno čovečanstvo, a to je istovremeno i naš zadatak, jeste racionalno korišćenje zemaljskog prostora pogodnog za bitisanje živih bića i čoveka, i prirodnih resursa koje pruža zemaljska biosfera. I zemaljski prostor i zemaljski resursi biosfere strogo su ograničeni, konačni su u svojim mogućnostima, iz čega u suštini i proističe ozbiljnost problema i zadataka pred kojima danas stoje ljudi.

Od velike je praktične važnosti da se shvati da pojam spoljašnje (čovekove) prirodne sredine obuhvata, u suštini, složeni mozak biogeoloških makrosistema, tj. ekosistema, i da je, u krajnjoj liniji, prirodna životna sredina čovekova biosfera u celini.

Osnovni principi na kojima počiva funkcionisanje ekosistema i biosfere jednostavni su, ali su, s druge strane, konkretni oblici toga funkcionisanja i strukture ekosistema u toj meri složeni, da se u našem delovanju prema spoljašnjoj sredini moramo rukovoditi zaključcima i preporukama nauke, i postupati sa svom mogućom oprežnošću.

Od neobično velikog značaja je da ni jedna ljudska delatnost ne sme da dovede do ometanja kruženja materije u ekosistemima i biosferi, da, naprotiv, ta delatnost treba da bude usmerena na sprečavanje blokiranja određenih količina materije i time njihovo trajno ili privremeno isključivanje iz kruženja. Čovek treba da forsira što brže kruženje materije (to, praktično, znači što veći broj generacija biljaka i životinja za što je moguće kraće vreme), jer je u tome ključ za povećanje produktivnosti biosfere i spas od gladi koja pretili čovečanstvu u celini. Ipak, treba imati na umu da i tu postoje granice i da se kruženja, odnosno tzv. biogeohemijski ciklusi, ne mogu beskrajno ubrzavati, između ostalog i zbog ograničenosti potrebnog materijala na Zemlji.

Za opstanak ljudi na Zemlji od izuzetnog značaja da se spoljašnja sredina, ekosistemi i biosfera u celini, sačuvaju, zaštite, obnove i unaprede. Ovo može biti postignuto jedino udruživanjem pozitivnih društvenih snaga, naučnih dostignuća, posebno ekologije, i odgovarajućih praktičnih delatnosti u skladu sa naprednim naučnim tendencijama.

Nesumnjivo je da je u biosferi njena najvažnija komponenta živa materija, odnosno živa bića koja u njoj aktivno deluju; živa komponenta biosfere je najveći i najznačajniji garant njene sigurnosti i trajnosti. Zbog toga živa bića na Zemlji treba da budu u najvećoj mogućoj meri zaštićena, u skladu sa zaključcima nauke, posebno biologije i ekologije.

Životna sredina, ekosistemi i biosfera u celini, veoma su složeni biogeološki makrosistemi, pa se zato čovekov odnos prema njima mora zasnivati na zaključcima nauke, prvenstveno biologije i ekologije, kao i niza primenjenih bioloških disciplina (medicine, agronomije, šumarstva, veterine, itd.), i to u skladu sa trajnim potrebama i pozitivnim ciljevima čitavog čovečanstva.

Zaštita, obnova i unapređenje životne sredine, odnosno ekosistema i biosfere u celini, utoliko se više i odlučnije mora sprovesti s obzirom da eksplozivni porast čovečanstva već sada postavlja pred nas ozbiljne i teške probleme dalje egzistencije ljudi. Ti problemi su veoma teški pre svega zbog konačne ograničenosti zemaljskog prostora, s jedne strane, i produkcione ograničenosti biosfere, s druge.

Ne ulazeći u pitanje kakve perspektive pruža osvajanje kosmičkog prostranstva i kolonizacija planeta sunčevog sistema, treba istaći da je sada prvenstveni zadatak nauke i društva da zaštiti čovekovu sredinu **na Zemlji**, prirodne resurse, ekosisteme i biosferu u celini, da obnovi njihove uništene ili degradovane delove i da, najzad, unapredi i poboljša funkcionisanje ekosistema i biosfere u celini.

Mnogi ekokistemi i delovi biosfere, mada su prilagođeni postojećim spoljašnjim uslovima, ipak rade sa određenom »greškom«. Merilo optimalnosti rada svakog ekosistema treba da bude, između ostalih

zahteva, njegova produkciona sposobnost. Često postoji očigledan rasporak između aktuelne produkcijske sposobnosti i potencijalne produktivnosti, s obzirom na postojeće energetske uslove u vezi sa sunčevim zračenjem. Zadatak ekologije, biologije, primenjene nauke i tehnike, jeste da utvrdi koji ekosistemi rade sa greškom, u čemu je ta greška i kako se ona može otkloniti. Ovakvo usmeravanje nauke i društva otvara dobre perspektive rešavanju niza gorućih problema egzistencije čovečanstva.

Veliki problemi pomaljavaju se i u vezi sa savremenom urbanizacijom. Nekontrolisano formiranje i rastenje gradova postaje sve opasnija pojava. Problem gradova i ljudi, problem gradskog stanovanja, problem malih i velikih gradova, itd., problemi su kojima se mora prići što obziljnije i što hitnije. Nažalost, mora se reći da je do sada, uglavnom, urbanizacija išla samostalnim putem, gotov bez ikakve veze sa ekologijom i drugim biološkim naukama.

**Ekologija čoveka** je oblast, neobično značajna, koja stoji pred nama i koja gotovo da nije ni načeta. U stvari, ekologija čoveka kao posebna naučna oblast još uvek nije jasno definisana, još uvek ima različitih mišljenja o tome kakav karakter ove nauke treba da bude, čime treba da se bavi i koji su njeni ciljevi. Međutim, bez razvijene ekologije čoveka ne možemo se nadati ni da će opšta ekologija, niti nauka u celini, moći da odredi potpuno ispravan stav prema problemu odnosa čoveka i njegove sredine. Zato treba nastojati da i ekologija čoveka dobije svoje pravo mesto među naukama.

Veoma je potrebno formirati i negovati kod ljudi **ekološki način mišljenja**. U stvari, ekološki način mišljenja znači, sasvim ukratko rečeno, da živu prirodu, biosferu i njene ekosisteme, treba posmatrati kao složene biogeološke makrosisteme u kojima vladaju određeni, strogi zakoni, znači shvatiti da je to sve jedna nedeljiva celina koja se ne sme narušavati; znači shvatanje da se u biosferi ništa ne sme menjati bez sagledavanja posledica do kojih će doći i koje mogu biti veoma negativne, čak katastrofalne. Ljudi treba da shvate da je **zaštita i unapređenje prirode** jedina šansa njihovog daljeg opstanka, i da bi propast žive prirode i biosfere u celini označio i kraj samom čovečanstvu.

U obrazovanju, školskom i vanškolskom, **izučavanje ekologije** treba da bude jedan od najvažnijih zadataka. Ekologija je upravo nauka koja nas uči da je u živoj prirodi sve povezano, da biosfera i ekosistemi funkcionišu po strogo određenim ekološkim i biološkim zakonitostima, i da je čovek u svojoj egzistenciji u najvećoj mogućoj meri zavistan od biosfere. Ekologija u narodnom prosvetivanju treba da ima izuzetan značaj.

Međutim, sve bi bilo nedovoljno, razvijanje nauke i korišćenje njenih rezultata, ako se naše ponašanje ne bi saobrazilo novom shvatanju prirode i odnosa ljudi prema njoj, saobrazilo u skladu sa **ekološkom etikom** i takvim društvenim moralom koji bi vodio računa o čovečanstvu kao celini i o njegovoj životnoj sredini takođe kao celini, obuhvaćenoj jedinstvenim gigantskim biogeološkim makrosistemom, biosferom.

## Summary

MILORAD M. JANKOVIC

### **THE MODERN SCIENTIFIC-THEORETICAL ASPECTS OF THE INTERRELATION MAN AND BIOSPHERE — THE PROBLEMS AND PROSPECTIVES**

One of the most important tasks and imperatives faced by the actual mankind and ourselves, concern the rational use of the Earth's space suitable for human and animal life, and the natural resources offered by the Earth's biosphere. Both the space and the resources of the biosphere are strictly limited, i.e. they are final as to their capacities, which makes the mentioned problem particularly serious. It is of great practical importance to realize the fact that natural environment (of Man) includes a complex mosaik of bio-geo-ecological macrosystems, i.e. the ecosystems, and that in the long run the natural environment of Man represents the total of the biosphere. The general principles of the ecosystem and biosphere functioning are simple, however, the concrete forms of the functioning and structure of ecosystems are complex at such an extent that all our activities concerning the external environment must be based on the conclusions and suggestions of the science and applied with extreme care. It is of particular importance to prevent any activity interfering with the material turnover within ecosystems and the biosphere. On the contrary, all such activities should be directed as to stop blockade of the essential matter, which otherwise, can be permanently or temporarily excluded from the material turnover. Man should enhance the material turnover (this practically means production of as higher number of plant and animal generations in as shorter time as possible) for it makes the key of the improved production of the biosphere and the security measure against the starvation that threatens the mankind as a whole. However, it should be born in mind that this also has its limits, since the biogeochemical cycles cannot be accelerated indefinitely, due, first of all to the limited quantities of the necessary material.

It is of exceptional importance for further existence of Man the preservation, protection, restauration and improvement of the biosphere as a whole. This can be achieved only through the positive integration of social efforts, scientific progress, in particular the progress in ecology and the corresponding practice correlated with the scientific trends.

The living matter, i.e. the active living forms, which are positively the most important component of the biosphere, represent the greatest and the most important guaranty of its security and durability. The living creatures should therefore be under maximum protection according to the scientific conclusions particularly thos of the biological and ecological sciences.

The environment, ecosystems and the total biosphere are extremely complex biogeological macrosystems, therefore our attitude toward them must be based on the science, in the first place on biology

and ecology, but also on a whole range of applied biological disciplines (medicine, agriculture, forestry, veterinary sciences etc.), all according to the permanent needs and positive aims of the whole mankind.

The protection, restauration and improvement of the environment, ecosystems and the total biosphere respectively, should be done more decisively, since the explosive increase of the human population already imposes serious problems concerning further existence of the mankind. The problems are very difficult to solve, the space of the Earth and the productivity of the biosphere being limited.

Leaving aside for the moment the perspectives offered by the conquest of the cosmic space and the possible colonisation of the planets in the solar system, it should be emphasized that primary efforts of the science and society must concentrate on the protection of the environment of Man on **the Earth**, of natural resources, ecosystems and the biosphere as a whole, on restauration of their destroyed or deteriorated parts and finally on the melioration and improvement of the ecosystem and biosphere functioning.

Many ecosystems and parts of the biosphere, though adapted to the external actual conditions, operate with a specific »error«. The measure of the optimality of each ecosystem should be its productive capacity. There is often an evident disparateness between the actual and potential productivity as regards the existing energy conditions resulting from the solar radiation. The main purpose of ecology, biology, applied science and technology should be to make evidence of the ecosystems operating with such an »error«, the kind of the error and the way of eliminating it. Such trends in the science and society offer good perspectives of the solution of many the burning problems concerning the existence of the mankind.

Serious problems arise also in connection with modern urbanisation. The uncontrolled establishment and growth of settlements and cities becomes an increasing danger. The urban problems, the problems of small and large urban centers ect. should be treated more seriously and more urgently. Unfortunately, it must be stated that urbanisation followed its own independent way, devoid of almost any relation to ecology and biological sciences.

**Human ecology** is an extraordinarily important but almost untouched field. In fact the human ecology has not been yet even clearly defined as a scientific branch, so that there are still various opinions on the character, concern and purposes of that science. However, without and advanced human ecology we cannot expect the general ecology and the science as a whole to define a really correct attitude towards the problem of Man and his environment. We should therefore insist on an adequate position of ecology among other sciences.

It is very necessary to form and develop the **ecological way of thinking**. In fact the ecological way of thinking means shortly that living nature, biosphere and its ecosystems should be considered as complex biogeological macrosystems based on specific, very strict rules, an indivisible integrity which must not be deteriorated; also, every change in the biosphere should be considered together with its possible

consequences which sometimes may be very negative even catastrophic. Man should realize that protection, management and improvement of nature makes his only chance for further survival and that destruction of the living nature and the biosphere as a whole means the end of the mankind.

In both the normal and supplementary education, **ecology** should be one of the most important subjects. Ecology is that major science teaching on the interdependence and integrity of the living nature where the biosphere and ecosystems function according to the strict ecological and biological rules, and emphasizing that Man's existence depends fully on the biosphere. Ecology should, therefore, hold an exceptional place in the national education.

yuotmasriezmazc

However, all the mentioned, i.e. the scientific progress and the applications would be unsatisfiable if our attitude and behaviour would not be conformable to the new approach and relation towards nature, and if we do not develop the **ecological ethic** and such a social moral which consider the humanity and environment as integrities set in the gigantic biogeological macrosystem — the biosphere.