



PRIMENJENA EKOLOGIJA/APPLIED ECOLOGY

ISBN 978-86-86859-40-2, Monografija/Monography, COBISS.SR-ID 21359950

Objavili/Publishers: Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Univerzitet Singidunum, Fakultet za primenjenu ekologiju, Fondacija za ekološke akcije Green Limes

Urednici/Editors

Naziv rada/Article

Autori/Authors

**Godina izdanja/
Year of publishing**

Ključne reči:

Key words:

Jordan Aleksić & Slađana Đorđević

Ekologija kao naučna disciplina/Ecology as a Scientific discipline

Slađana Đorđević, Daniela Cvetković

2014

Ekologija, Ekološki principi, Globalni ekološki problemi

Ecology, Ecological Principles, Global Environmental Issues

Ekologija kao naučna disciplina

Slađana Đorđević

Daniela Cvetković

„Ekologija nije samo nauka o čovekovoj sredini, već je velikim delom stav ljudskih bića prema prirodi.... Etički stav koji bi trebalo da zauzmemo, kao ljudska bića, prema prirodi i drugim vrstama srž je našeg ekološkog razmišljanja“ (Senegalski filozof Sulejman Bašir Dianj)

Opšteprihvaćena definicija ekologije je da je ekologija nauka koja proučava uzajamne odnose između organizama i sredine od kojih zavisi opstanak jedinki i populacija organskih vrsta i njihovih zajednica u prirodi. Ekologiju je kao biološku disciplinu definisao Ernst Haeckel 1866. g. kao „ukupnu nauku o odnosima organizama prema okolini. Prva bitna ekološka opažanja zabeležio je *Charles Darwin* još 1859. g. u svojoj knjizi *"Poreklo vrsta"*. On ukazuje da se priroda ne osvećuje ljudima, ali im podnosi svoje račune. Na osnovu savremenih dostignuća ekologije može se dati i sadržajnija, moderna definicija ekologije, koja glasi: „Ekologija je nauka koja proučava rešenja koja su živa bića realizovala, na različite načine, u vezi sa problemima koje je spoljašnja sredina postavila živim bićima i koja su ona morala rešiti kroz svoju evoluciju da bi u tim konkretnim sredinama mogla opstati“ (Janković, 1995).



Na osnovu savremenih dostignuća ekologije može se dati i sadržajnije, moderna definicija ekologije, koja glasi: „Ekologija je nauka koja proučava rešenja koja su živa bića realizovala, na različite načine, u vezi sa problemima koje je spoljašnja sredina postavila živim bićima i koja su ona morala rešiti kroz svoju evoluciju da bi u tim konkretnim sredinama mogla opstati“ (Janković, 1995).

Jednostavno rečeno, ekologija se može definisati i kao nauka koja proučava mehanizme opstanka živih bića. U sintetičkom smislu, ekologija je nauka koja proučava kompleksnu strukturu i funkcionisanje prirode u celini, uključujući i čoveka, odnosno čovečanstvo kao specifičnu komponentu bioloških sistema na Zemlji.

Koren izraza „ekologija“ potiče od grčke reči „oikos“ što znači dom, stanište, i grčke reči „logos“ odnosno znanje, učenje. Iz istog korena potiče i termin „ekonomija“, koja predstavlja nauku o proizvodnji i raspodeli dobara, o materijalnom održavanju ljudskog društva, o ljudskim materijalnim potrebama i njihovom zadovoljavanju. Kako održavanje žive prirode počiva na uzajamnim odnosima koji vezuju živa bića jedne za druge kao i za neživu prirodu, ekologija je u isti mah i ekonomija žive prirode, nauka o proizvodnji i raspodeli organske materije u prirodi, o gustini naselja organskih vrsta i o održavanju živog sveta uopšte (Stanković, 1962).

Ekologija je postala sinteza svih naučnih disciplina koje proučavaju čoveka i živi svet, sinteza znanja i činjenica u čijem središtu se nalazi čovek i organizacija života na Zemlji, što je i opravdano ukoliko čoveka posmatramo kao najvažnijeg ekološkog činioca koji svojim delovanjem najviše menja odnose unutar žive i nežive prirode, kao i samu sliku prirode. Danas ona ne proučava samo odnos između životne sredine i različitih živih bića, nego i odnos između različitih živih bića međusobno. Ekologija proučava i protok energije i kruženje materije u prirodi: zemlji, vodi vazduhu. Ona proučava raspored i gustinu populacija organskih vrsta, način života i ponašanje u datim uslovima sredine. Krajnji cilj ekologije je da utvrdi načela na kojima počiva zajednički život organizama u svakoj životnoj sredini.



Razvoj ekologije kao naučne discipline

Ekologija je relativno mlada nauka, ali i pored toga u njenom razvoju mogu se razlikovati nekoliko posebnih faza. Kao osnovne faze u njenom razvoju najčešće se navode: proučavanje životne sredine pojedinih vrsta; proučavanje ekosistema, proučavanje međusobnog uticaja ekosistema; proučavanje biosfere i proučavanje položaja i uloge čoveka u biosferi. Može se zapaziti da se polje proučavanja ekologije širi sa naglašenijom degradacijom prirodne sredine.

Razvoj ekologije je zapravo počeo opisivanjem prirode, i to je prva faza u njenom razvoju, koja je nastavljena proučavanjem sredine u kojoj žive pojedine vrste i njihovog odnosa sa drugim vrstama. Ova proučavanja dovode do proučavanja zajednice vrsta, tj. do razvoja sinekologije. Otkrivaju se zakoni dinamike populacija međuzavisnih vrsta, pri čemu su stvorena dva osnovna pojma sinekologije – lanac ishrane i piramida brojeva. Lanci ishrane obezbeđuju energiju neophodnu za opstanak živih organizama. Međutim, ekologiji je i dalje nedostajala osnovna jedinica proučavanja, pa je kasnije formulisana i termin – ekosistem.

U drugoj fazi svog razvoja ekologija proučava ekosistem. Termin *ekosistem* u nauku je 1930. godine uveo engleski ekolog Artur Tensli (Arthur Tansley) podrazumevajući pod njim svaki otvoreni sistem živih bića (biocenoze) i spoljašnje sredine (biotopa) u kojem vladaju ekološki odnosi. Ekosistem je shvaćen kao sistem jasno prostorno i vremenski određen, što obuhvata one organizme koji ga nastanjuju, fizičke uslove tla i klime, kao sva međusobna dejstva različitih organizama i organizama i fizičkih uslova. U ekosistemu vlada određena ravnoteža, koja postoji sve dok se ne naruši spoljnim uticajem ili intenzivnom unutrašnjom aktivnošću.

U trećoj fazi razvoja ekologija se usredsređuje na proučavanje međusobnog uticaja ekosistema, pre svega granične zone dva ekosistema. Proučavanja su pokazala da je određivanje granica među ekosistemima teško, jer su oni međusobno zavisni, tj. između njih postoje razni međuuticaji – razmena energije, lanac ishrane, cirkulacija kiseonika i ugljen-dioksida. Ekosistemi su prirodno sposobni za samoregulaciju, i svi oni zajedno čine jednu celinu na Zemlji, jedan globalni ekosistem nazvan biosfera.

Proučavanje biosfere predstavlja četvrtu fazu u razvoju ekologije. Biosfera predstavlja životnu sredinu svih živih bića, pa i čoveka. U biosferi, tj. u okvirima svakog ekosistema posebno, odvijaju se permanentni procesi kruženja materije i energije, uslovljeni strukturom biogeohemijskih ciklusa i protokom vode i vazduha u hidrosferi i atmosferi. Bilo kakvo narušavanje tih ciklusa može da se odrazi na globalne cikluse u biosferi.

Peta faza razvoja ekologije obeležena je proučavanjem čovekovog položaja u biosferi, pri čemu se polazi od saznanja da beskrajna raznovrsnost ekosistema i živog sveta na Zemlji nisu odraz nejedinstvenosti u biosferi, već raznovrsnih rešenja egzistencije živih bića u različitim geografskim i

ekološkim uslovima. Čovek svojim aktivnostima menja prirodu i izaziva menjanje životnih zajednica oko sebe a da toga uglavnom nije i svestan.

Međutim, i pored svoje neobuzdane težnje za prevlašću nad prirodom, ostaje zavistan od tih promena koje sam stvara, jer materija u prirodi ima sopstvene tokove i zakonitosti i zbog toga se ljudski ciljevi mogu realizovati samo ukoliko se te zakonitosti poštuju. Čovek u odnosu na ostala živa bića ima preimućstvo što kao svesno biće ima mogućnost da sazna, shvati i pravilno primeni prirodne zakone. Shodno tome, imajući u vidu da su prirodni resursi ograničeni, neophodan je razvoj ekološke politike, posebno u siromašnim zemljama.

Ona treba da obuhvati planove korišćenja prirodnih resursa, finansijske planove za očuvanje, regeneraciju i zaštitu prirode, zakonsko regulisanje korišćenja i parcelisanja obradivog zemljišta, mrežu institucija koje se bave zaštitom prirode i onih koje obrazuju stručne kadrove ili vaspitavaju stanovništvo za očuvanje prirode (Stojanović, 1984).

Ekologija se u pravom smislu reči formirala znatno kasnije tek u drugoj polovini XIX veka, a procvat doživela posle pedesetih godina XX veka, kada je prihvaćeno saznanje da čovek ne može prisvajati prirodu ne vodeći računa o zakonitostima koje vladaju u njoj, a da time ne ugrozi i uslove za svoj opstanak. Ustvari ekologija kao nauka nastaje onda kada ekonomska aktivnost čoveka počinje da trajno da degradira prirodno okruženje i usled toga dovodi u pitanje svoj opstanak ili bitno menja uslove za svoj razvoj. Zato ekologija počinje da se bavi uslovima koje ekonomska aktivnost treba da ispuni i eksternim granicama koje mora poštovati da ne bi izazvale efekte suprotne svojim ciljevima. Ekološki problemi postali su predmet istraživanja i rešavanja onda kada narušavanje ekološke ravnoteže nije pogađalo samo radničku već i buržoasku klasu. Ekološki pokret je nastao tek kada su područja u kojima je stanovala i buržoazija postala ekološki ugrožena usled industrijalizacije. Posle Drugog svetskog rata, razvoj ekologije bio je uslovljen i saznanjem da je ekonomski razvoj koji je omogućen usavršavanjem oruđa za rad i novim tehnologijama, došao u sukob sa društvenim napretkom, koji je postao ograničen sve izrazitijom neravnotežom između stope rasta stanovništva i opadajućih životnih resursa. Pojedini ekološki problemi nisu mogli uspešno da se reše tehničkim merama, ali se ekološka kriza mogla sprečiti samo ako se shvati kao pitanje života na planeti Zemlji, a to znači kao pitanje ljudske civilizacije.

Ekologija je danas posebna multidisciplinarna naučna oblast prisno povezana prvenstveno sa mnogim biološkim disciplinama (fiziologijom, anatomijom, morfologijom, sistematikom, paleontologijom, organskom evolucijom), ali i sa drugim prirodnonaučnim disciplinama kao što su biogeografija, geologija, geomorfologija, hidrologija, klimatologija, pedologija, fizika, matematika, i društvenim naukama poput sociologije, ekonomije, prava, politike. Ekologija ima ogroman značaj kako sa fundamentalnog, tako i sa praktičnog stanovišta.

Nema sumnje da je ekologija jedna od najinteresantnijih grana biologije, jedan njen deo koji nam omogućava da duboko prodremo u tajne žive prirode, u sve one veze koje postoje između živih bića

i onoga što im pruža sredina koja ih okružuje. Ali, ekologija je ne samo teorijski zanimljiva, već isto tako i veoma korisna nauka. Ulaženjem u suštinu ekoloških zakonitosti i pojava, daje nam mogućnost da živu prirodu uredimo prema svojim potrebama. U tome leži možda i jedna od najbitnijih koristi koju nam ekologija može dati, u tome je njen najveći značaj za ljudsko društvo. Međutim, nedovoljno poznavanje tih ekoloških zakonitosti dovelo je, i dovodi i dalje do velikih i nepopravljivih šteta kako za ljudsko društvo, tako i za celokupni živi svet.

Ekologija se razvijala i kao prirodna – biološka disciplina, i kao društvena – humanistička nauka. Kao prirodna nauka ona ne sme isključiti čoveka, a kao humanistička disciplina ne sme biti odvojena od prirode. U stvari, ekologija svojim saznanjima treba da doprinese stvaranju humanih uslova života prevazilaženjem prisvajackog odnosa društva prema prirodi, koji ne vodi računa o osnovnom ekološkom principu da u prirodi postoji ekološka uslovljenost. Nepoštovanje ovog principa, naročito poslednjih tridesetak godina, ima za posledicu narušavanje ekološke ravnoteže dovodeći u opasnost ne samo opstanak biljnih i životinjskih vrsta nego i samog čoveka.

Osnovna ekološka saznanja o zakonitostima koje vladaju u prostoru u kome se odvija život, kao i saznanja o načinima prilagođavanja i preživljavanja organizama, predstavljaju neophodnu naučnu osnovu za savremenu zaštitu životne sredine. Dakle od stepena osnovnih ekoloških znanja zavisi i efikasnost zaštite životne sredine, pa samim tim i budućnost savremene civilizacije i kvalitet života generacija koje dolaze.

Ekološki principi

Poznavanje osnovnih ekoloških principa osigurava uslove za racionalno iskorišćavanje prirodnih izvora biosfere u korist svih jedinki, poboljšava odnose između čoveka i njegovog životnog ambijenta i omogućava lakše predviđanje posledica današnje aktivnosti na budućnost planete. Osnovne ekološke zakonitosti su kruženje materije, protok energije koji je zasnovan na trofičkim odnosima, biogeohemijskim ciklusima, biološkoj raznovrsnosti, hijerarhijskoj organizaciji i adaptibilnosti biosistema, dinamičnosti ili sukcesijama, organskoj produkciji i stabilnim i uravnoteženim uslovima i resursima sredine. U eri brzog tehnološkog razvoja i dinamičnog rasta ljudske populacije, trebalo bi ekološki svest i savest savremenog civilizovanog društva prihvatiti za održivim korišćenjem resursa, kao etički ekološki princip.

Organizam ne postoji sam kao izdvojena jedinka, već se posmatra u sklopu identičnih organizama koji čine prvu ekološku kategoriju koju nazivamo populacija.

Populaciju čine organizmi iste vrste koji žive na istom prostoru. Oni imaju niz zajedničkih svojstava kao što su: sličan genotip, fenotip, razmnožavanje, isti način prehrane, slično ponašanje i druga obeležja. Među njima postoje odnosi uzajamne zavisnosti i biološke povezanosti.



Slika 1. Populacije maslačka na jednoj livadi

Svaka populacija je vrlo pokretan, **dinamičan sistem**. Ona je u stalnom kretanju, kako u prostoru tako i u vremenu. Populacija ima niz bitnih osobina, kao što su:

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



Slika 2. Populacija divljih konja

Životna zajednica ili biocenoza jeste sledeća viša ekološka organizaciona jedinica – zajednica svih biljaka i životinja koje žive na jednom prostoru, npr. jezero, šuma, livada. Svaka životna zajednica vezana je uz određeni životni prostor koji zovemo stanište ili **biotop**.

Životna zajednica zajedno sa svojim biotopom čini još višu ekološku organizacijsku jedinicu - **ekosistem**. To je osnovna prostorna ili organizacijska jedinica živih organizama i nežive materije u kojoj se stvaraju, kruže i razmenjuju materija i energija. Na planeti Zemlji postoji veliki broj ekosistema koji se prožimaju i međusobno utiču jedni na druge. Skup ekosistema čini još višu organizacijsku jedinicu – biosferu. Biosfera je sav prostor na Zemlji u kojem se odvija život. Obuhvaća kopnena područja: pedosferu, deo litosfere do dubine od desetak metara; hidrosferu, velike vodene površine do dubine od 11000 m; troposferu, deo atmosfere do visine od 16 km; stratosferu, sloj atmosfere do visine od 50 km u kojem ozonski sloj čini zaštitni filter od prekomernog UV zračenja te tako efikasno omogućava život na Zemlji i zato ga možemo posredno uključiti u biosferu.

S obzirom na okolnost da je količina materije na našoj planeti ograničena, u ekosistemima se razvio precizan mehanizam prirodne obnove, odnosno kruženja materije. Procenjuje se da bi se sav ugljen-dioksid iz atmosfere potrošio za samo 35 godina ukoliko ne bi postojao mehanizam prirodnog

kruženja. Ti biogeni procesi kruženja materije predstavljaju značajnu funkciju svakog ekosistema. Njihova priroda određuje masu živih organizama (biomasu), strukturu ekosistema, hemizam sredine. U suštini, biomasa na Zemlji se ne nagomilava, već se održava na približno istom nivou, s obzirom na to da se ona neprekidno razgrađuje i nanovo stvara iz istog građivnog materijala, tj. u njenim okvirima se neprekidno odvijaju procesi kruženja materije i proticanja energije. U prirodi postoji veliki broj kruženja različitih jedinjenja i elemenata, ali su za život najznačajniji ciklusi ugljenika, kiseonika, azota, fosfora i vode.

Hemijski elementi koji učestvuju u biogeohemijskim ciklusima nazivaju se bioelementima i ima ih 66. Delimo ih u tri grupe – makroelementi (C, H, O, N, P, S, Ca, Si, Mg, Na, K, Cl, Fe) koji čine 99% suve težine živih organizama. Ostali bioelementi pojavljuju se u znatno manjim koncentracijama – mikroelementi, kao i ultramikroelementi. Elementi prisutni u jednom ekosistemu deluju međusobno povezano. Onaj element koji je u minimumu praktično određuje dešavanja u tom ekosistemu (Liebigov zakon minimuma).

Primarna organska materija proizvođača, dalje, kroz splet lanaca ishrane biva korišćena od strane potrošača kao hrana. Odnosi ishrane između pojedinih funkcionalnih kategorija članova ekosistema mogu se u datom trenutku kvantitativno izraziti u vidu trofičke piramide, čiji svaki stupanj predstavlja ukupnu količinu mase organske materije (biomase) svih populacija koje mu pripadaju. Mere organske produkcije ekosistema (ili samo jednog trofičkog nivoa), ili njegov produktivitet, izražavaju se količinom organske materije stvorene u jedinici vremena.

I na kraju prema ruskom biogeohemičaru Vernadskom, poslednje od mnogih stanja evolucije biosfere je noosfera ili sfera razuma (gr. noos – razum). Ova sfera koja se razvija u naše doba, rezultat je evolucije ljudskog mozga, kulturne evolucije, eksponencijalnog rasta ljudske populacije, razvoja nauke i tehnologije, interakcije ljudske misli i saznanja, kao i sve izraženijeg uticaja čoveka na biosferu koja se njegovim delovanjem ubrzano menja.

Podela ekologije

Ekologija u suštini proučava dva kompleksa faktora, a to su biološki (živa bića) i fiziografski (neživo okruženje), kao i njihove zavisnosti. Iako je od svog prvobitnog okvira života, stvorio specifičan kulturni okvir, čovek je ipak ostao deo prirode. Njegov odnos, kao prirodnog bića koje je istovremeno i društveno, prema životnoj sredini se bitno razlikuje od odnosa drugih živih bića. Jer između čoveka i životinje postoji suštinska razlika koja ih razdvaja, a to je svest koju čovek poseduje kao individua i društveno biće. Zbog toga se zakonitosti otkrivene proučavanjem životinja i biljaka ne mogu jednostavno prenositi na čoveka i njegov odnos sa životnom sredinom.

Ako se pođe od definisanja ekologije kao nauke koja proučava odnos živih bića i njihove sredine, kao i njihov međusobni odnos, i izvrši podela živih bića na biljke, životinje i ljudsku vrstu, moguće je načiniti podelu ekologije na ekologiju biljaka, ekologiju životinja i ekologiju čoveka.

Ekologija biljaka (fitoekologija) proučava odnose biljaka i njihovih zajednica (fitocenoza) prema životnoj sredini.

Ekologija životinja (zooekologija) se bavi proučavanjem ekoloških potreba životinja, njihovih populacija, rasporedom, ponašanjem i odnosima između životinja i njihovih zajednica (zoocenoza) prema životnoj sredini.

Ekologija čoveka (humana ekologija), u najopštijem smislu, ispituje odnose čoveka prema živoj i neživoj okolini. Humana ekologija je relativno nova naučna disciplina. Ovaj termin su prvi spomenuli 1921. godine američki urbani sociolozi Bardžes (Ernest Watson Burgess) i Park (Robert Ezra Park), u delu „Introduction to Science of the Sociology“. Humana ekologija je u početku shvatana kao medicinska disciplina koja izučava uticaj sredine na čoveka (Božić, 1977). Međutim, uticaj sredine na čoveka nije izučavan samo u okviru medicinskih istraživanja, već i u okviru drugih disciplina – tehnike, ekonomije, prava, arhitekture, psihologije. Nastanak humane ekologije je u neposrednoj vezi sa saznanjem da ekologija kao nauka treba da istraži prirodu strukture ljudskih zajednica koje se javljaju u različitim habitatima (uslovima gde postoji mogućnost za kontinualnu ljudsku egzistenciju – hrana, klima i drugi uslovi). Predmet izučavanja humane ekologije po jednom shvatanju je uzajamni odnos između prirode uopšte i čoveka posebno, a po drugom je uređenje prostora nastalog aktivnostima ljudskog društva. Humana ekologija, na kraju, istražuje četiri osnovne teme – stanovništvo, okolinu, tehnologije i organizaciju. Pritom se ona može definisati kao nauka o strukturi i razvoju ljudskih zajednica i društva sa stanovišta procesa prilagođavanja ljudskih populacija prema okolnoj sredini, uzimajući u obzir i tehnološke sisteme i obrasce društvene organizacije kojima je to prilagođavanje postignuto. Ona istražuje kako uticaj ekosistema na čoveka, tako i uticaj čoveka na ekosisteme i posledice koje se pri tome javljaju.

Na temeljima humane ekologije, nastala je socijalna ekologija, kao društvena (sociološka) nauka koja istražuje odnos čoveka i njegove životne sredine analizirajući društvene procese i odnose koji utiču na elemente čovekove životne sredine. Socijalna ekologija, treba da doprinese, kako se ističe, u rešavanju konflikta između društva i prirode, koji je karakterističan za naš vek i koji može da ugrozi ne samo opstanak života na Zemlji, već ga i direktno ugrožava (Large, 1981). U takvom svom predmetnom određenju, ona bi trebalo da se pozabavi i odnosom radne i životne sredine, jer ne postoji samo međuzavisnost u narušavanju, već i u zaštiti ovih sredina od degradacije i njihovog pretvaranja u dehumanizovane sredine čovekovog rada i života.

Koje su to grane ekologije?

Ekologija kao nauka širokog polja proučavanja, može se podeliti na različite poddiscipline, korišćenjem različitih kriterijuma. Jedna takva klasifikacija koja uzima kao kriterijum složenost izučavanih sistema (od najnižeg do najvišeg nivoa složenosti) izdvaja sledeće poddiscipline:

- bihevioralna ekologija koja proučava ekološke i evolucione osnove ponašanja životinja i ulogu ponašanja u prilagođavanju životinja njihovim ekološkim staništima;
- populaciona ekologija koja proučava dinamiku populacija određene vrste i njenom povezanošću sa faktorima prirodne sredine;
- biocenologija koja proučava interakcije između vrsta unutar određene životne zajednice (biljne ili životinjske);
- ekologija ekosistema koja proučava kako protok energije i kruženje materije interaguju sa biotičkim komponentama ekosistema;
- ekologija predela koja proučava procese i veze među raznim ekosistemima ili većim geografskim područjima;
- evoluciona ekologija koja proučava ekologiju vrsta kroz njihovu evoluciju;
- opšta ekologija koja se bavi problematikom na makroekološkom nivou.

Ekologija se takođe može podeliti i prema:

- proučavanoj grupi organizama, npr. ekologija životinja, ekologija biljaka, ekologija gljiva, ekologija mikroorganizama, ekologija insekata;
- prema proučavanom biomu, npr. šumska ekologija, pustinska ekologija, arktička ili polarna ekologija, tropska ekologija, bentoska ekologija;
- osnovnim tehnikama koje se koriste za proučavanje, npr. molekularna ekologija, biohemijska ekologija, citoekologija, genetička ekologija, makroekologija, terenska ekologija, statistička ekologija, teorijska ekologija;
- filozofskom pristupu npr. sistemska ekologija je usredsređena na proučavanje, razvoj i organizaciju ekoloških sistema iz holističke perspektive, primenjujući metodologiju matematičkog modelovanja, simulacije i sistemske analize ili npr. politička ekologija koja spaja politiku i ekonomiju na problemima kontrole životne sredine.

U zavisnosti od nivoa proučavanja pojedinih pojava i procesa, ekologija se deli na:

- autekologiju,
- demekologiju i
- sinekologiju.

Autekologija (idioekologija ili analitička ekologija) proučava odnose pojedinih vrsta organizama prema uslovima spoljašnje sredine.

Demekologija (populaciona ekologija) istražuje odnose između populacija i spoljašnje sredine, kao i uzajamne odnose organizama unutar populacije.

Sinekologija (sintetička ekologija) proučava odnose između životnih zajednica i spoljašnje sredine, kao i uzajamne odnose organizama unutar životnih zajednica. Ukoliko je reč o proučavanju biljnih zajednica (fitocenoza), onda se ova oblast ekologije označava kao fitocenologija (fitosinekologija). Ukoliko se radi o proučavanju životinjskih zajednica (zoocenoze), onda se ova oblast ekologije označava kao zoocenologija (zoosinekologija). Završni stupanj sintetičke ekologije čini ispitivanje ekosistema kao jedinstva životne zajednice i njenog staništa, u njihovim uzajamnim odnosima. Ekosistem je glavni predmet sintetičke ekologije, a sa izučavanjem ekosistema ekologija prestaje da bude čisto biološka nauka, i susreće se sa nizom nauka koje proučavaju neživu prirodu

Pored pomenutih, postoje i drugi kriterijumi za podelu ekologije na pojedine uže oblasti. Na primer, ukoliko se kao kriterijum uzmu odnosi organizama i njihovih zajednica u pojedinim specifičnim tipovima životne sredine, može se govoriti o ekologiji kopna, ekologiji slatkovodne sredine, ekologiji morske sredine i kosmičkoj ekologiji. Još specifičnije grane ekologije su na primer, predeona ekologija, urbana ekologija, ruralna ekologija, ekologija zagađenih sredina, radijaciona ekologija, itd. Navedene podela u okviru ekologije proistekle su iz potrebe studioznijeg istraživanja pojedinih tipova odnosa između organizama i životne sredine. Međutim, i pored brojnih podela, biljni i životinjski organizmi, pa ni sam čovek, ne mogu se odvojiti jedni od drugih kao što se ne mogu odvojiti od njihovog okruženja. Svi organizmi, od virusa i bakterija, pa do čoveka, među sobom su vezani mnogostrukim, neraskidivim, interaktivnim egzistencijalnim vezama koje im obezbeđuju opstanak.

Imajući u vidu celokupnost značenja pojma ekologija, savremeni ekolozi imaju obaveze da istraže:

- svojstva životne sredine u datom sistemu;
- utvrde biološku raznovrsnost u datom sistemu;
- odrede veličinu i brojnost populacija unutar životnih zajednica u datom sistemu;
- izmere i ocene aktivnost populacija, odnosno životnih zajednica u odnosu na sredinu i međusobno.

Da bi se ovi zahtevi ispunili, ekolozi moraju da koriste mnoge metode i nauke, polazeći od biološke taksonomije i sistematike, preko morfologije, fiziologije, genetike, etologije, laboratorijskih i eksperimenata u prirodi, kontinualnog i sveobuhvatnog monitoringa do matematičkog modeliranja i prognoziranja sudbine analiziranog sistema (populacije, zajednice ili ekosistema u celini).

Savremena ekologija se razvija u samostalan sintetički sistem ideja sa multidisciplinarnim pristupom prirodnim pojavama. Otac moderne ekologije, Odum (Eugene Pleasants Odum) u knjigama „Fundamentals of ecology“ (1953), i „Ecology: The Link Between the Natural and the Social Sciences“ (1975), ekologiju smatra vezom između prirodnih i društvenih nauka. Ekologija predstavlja novu, integrativnu naučnu disciplinu, koja predstavlja sintezu mnogih do sada stečenih ljudskih znanja.

Danas, ekologija predstavlja jednu od najznačajnijih prirodnih nauka, koja dolazi u centar pažnje zbog toga što je čovek svojim negativnim delovanjem zagadio i narušio prostor u kome se odvija život na našoj planeti. U mnogim delovima sveta ugrožen je opstanak velikog broja biljaka i životinja, a stepen

zagađenosti je dostigao toliki nivo da je i opstanak samog čoveka doveden u pitanje. Zbog toga, ekologija kao biološka naučna disciplina koja se neprestano unapređuje, primenjena u poljoprivredi, šumarstvu, lovstvu, ribarstvu, medicini i drugim oblastima ljudske delatnosti, omogućava da se izbegnu mnoge štetne i tragične posledice koje su se tokom razvoja civilizacije dešavale u prirodi. Na taj način, ona je nauka koja podučava i pomaže da se sačuvaju materijalna i prirodna bogatstva i raznovrsnost organskih vrsta na Zemlji.

Šta su to globalni ekološki problemi?

Postoji mnogo problema koji povezuju životnu sredinu i nas, međutim, jedna od opšteprihvaćenih definicija generalno, ekološke probleme definiše kao probleme nastale usled ljudskih aktivnosti u životnoj sredini. Prema ovoj definiciji, uzroci problema u životnoj sredini su ljudske aktivnosti koje dovode do promena u okruženju. Naravno, definicija je preširoka jer se ne mogu sve ljudske aktivnosti mogu smatrati uzročnicima ekoloških problema, te preciznije određenje uzroka ekoloških problema možemo posmatrati kroz sledeću definiciju: ekološki problemi su promene izazvane ljudskim aktivnostima koje u velikoj meri ugrožavaju balans ekosistema i blagostanje stanovništva. Sledeća slika možda najbolje opisuje definiciju termina *ekološki problemi* i veze sa drugim pitanjima.



Slika 3: Definicija za ekološke probleme i povezanost sa drugim socioekonomskim činiocima

Današnja civilizacija, na samom startu trećeg milenijuma, suočena sa brojnim ekološkim problemima, koji su, objektivno, teški za rešavanje (Novitović, 2009.). Rapidna degradacija resursa i ekosistema na globalnom nivou rezultat je globalizacije i urbanizacije, siromaštvo, neodrživi potrošački obrasci i rast stanovništva (Anand, 2013).

Na globalnom nivou identifikovano je 10 glavnih ekoloških pretnji sa kojima smo suočeni u 21. veku:

- globalno zagrevanje,
- nedostatak pijaće vode

- nedostatak energije (energetska zavisnost),
- učestali prirodni hazardi,
- rapidan gubitak biološke raznovrsnosti,
- širenje gradova,
- rast ljudske populacije,
- porast nivoa mora,
- smanjenje nivoa podzemnih voda,
- infektivne bolesti i bolesti kacinogeneze i mutageneze.

Globalno zagrevanje uzrokuje mnoge ekološke probleme

Globalno zagrevanje dovodi do porasta temperature okeana i Zemljine površine, izaziva topljenje polarnih kapa, porast nivoa mora, isto tako i promene u rasporedu padavinama koje uzrokuju poplave ili desertifikaciju. U osvit trećeg milenijuma, glečeri su postali značajno središte istraživanja, iz razloga što je njihovo povlačenje rapidno, a njihovo otapanje osim uticaja na ukupan porast nivoa mora, imaće značajne posledice na više od milijardu stanovnika koji žive u dolinama reka koje se napajaju iz glečerskih jezera. Pomenimo samo da glečeri snabdevaju pijaćom vodom pola milijarde stanovnika u regionu Himalaji-Hindu-Kuš, i 250 miliona stanovnika Kine. (Chain, 2007).

Globalno zagrevanje značajno utiče i uticaće na pomeranje vegetacionih pojaseva, populacija životinja, ali i na poljoprivredu (Cvetković, 2013). Iako poljoprivreda na globalnom nivou, usled tehnološkog napretka i efikasnije poljoprivredne prakse, može pretrpeti male promene u pogledu osnovne proizvodnje u uslovima promenjene klime, stvoriće se veliki regionalni jaz između razvijenih i nerazvijenih zemalja. (Đorđević, 2013)

Gubitak biološke raznovrsnosti brži je od prirodne stope

Procene iščezavanja vrste na godišnjem nivou variraju u literaturnim izvorima. Na osnovu podataka dostupnih na sajtu WWF-a, godišnje iščezne između 0.01 i 0.1% celokupnog broja vrsta, dnevno nestaju 74 vrste, odnosno 27.000 vrsta godišnje (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Nekoliko hiljada vrsta iščezne pre nego što budu uvršćene u spisak ugroženih vrsta. Njihovo nestajanje označava i nestajanje mogućnosti njihove upotrebe u funkciji pomoći čoveka: lečenja, ishrane i drugih aktivnosti. U široj naučnoj javnosti preovladava mišljenje formirano na bazi projekcionih modela, da će da će, ako se nastavi sadašnji trend izumiranja vrsta, do kraja 21. veka nestati oko 50% biološke raznovrsnosti.

Organske vrste su nosioci specifične kombinacije gena i specifičnih funkcija u određenim ekosistemima (svaka vrsta je originalno i neponovljivo rešenje života/evolucije), te njihovo antropogeno uslovljeno izumiranje ili ugrožavanje predstavlja najdirektnije smanjivanje ukupnog

biodiverziteta planete. Kao odgovor, vlade i zajednice širom sveta izražavaju zabrinutost zbog neprečišćavanja industrijskih produkata, za održavanje plodnosti zemljišta, ublažavanje poplava, suša, detoksikaciju i razlaganje otpada, održavanje koncentracije gasova i vodene pare u atmosferi, i kontrolisanje zaraznih agenasa. (Anand, 2013)

Značajno je pomenuti novu zdravstvenu brigu o efektima upotrebe biotehnologija u genetskoj modifikaciji hrane. Široka javnost postavlja pitanja o zdravstvenim i ekološkim rizicima genetski modifikovane hrane, a intenziviranje lobija protiv GMO u Evropi, prenela se i na ostali deo sveta. Zagovornici tvrde da biotehnologije u proizvodnji hrane smanjuju troškove, pomažu da se nahrane zemlje u razvoju i smanjuju upotrebu pesticida (Anand, 2013). Protivnici ukazuju na nedovoljnu istraženost zdravstvenog i ekološkog rizika. Brojna istraživanja su usmerena upravo u pravcu odgovora u pogledu zdravstvenih i ekoloških rizika i kreiranja propisa kojima bi se ova oblast bliže regulisala.

Konvencija Ujedinjenih nacija o biološkoj raznovrsnosti (UNCBD), koja je usvojena 1992. godine i koju je od tada je ratifikovalo više od 175 zemalja, postavlja tri glavna cilja: očuvanje biološke raznovrsnosti, održivo korišćenje njegovih komponenti, i fer i pravičnu podelu koristi od upotrebe genetskih resursa (Cvetković, 2011). U maju 2000. godine, otvorena je za potpisivanje Konvencija o biološkoj sigurnosti (Kartagena protokol o biološkoj zaštiti). Srbija je ovaj protokol ratifikovala 2005. godine. Protokol nastoji da zaštiti vrste na planeti i ekosisteme od potencijalnih rizika koje izazivaju živi modifikovani organizmi, koji se obično nazivaju genetski modifikovani organizmi (GMO), i da se uspostavi mehanizam razmene informacija iz oblasti biološke sigurnosti pre nego što zemlje uvoznici pristanu na uvoz takvih organizama.

Smanjivanje rezervi podzemnih voda

Problematika smanjenja rezervi podzemnih voda, tesno je vezana kako sa današnjim, tako i sa budućim problemima nedostatka pijaće vode i neravnomerne distribucije. Podzemne vode su najvažniji resurs za snabdevanje vodom za piće u svetu. Oko 60% pijaće vode na globalnom nivou dobija se iz podzemnih rezervi, a u sušnim područjima i do 100%. Podzemne vode predstavljaju najekonomičnije rešenje za snabdevanje ruralnog stanovništva. Voda predstavlja lokalni resurs koji se može eksploatisati sa relativno niskim ulaganjima. Iako ovaj resurs u izvesnoj meri ima svoju prirodnu zaštitu, zagađivanje podzemnih voda nalazi se u fokusu šire svetske javnosti, kako sa aspekta prevencije zagađivanja, tako i sa aspekta mera remedijacije.

Danas se teško može reći da postoje zemlje u kojima podzemne vode nisu zagađene pesticidima, nitratima, raznim teškim metalima, otpadom (čak i radioaktivnim), kao i raznim naftnim derivatima. Zagađivanje podzemnih voda je problematika slična kao i kod površinskih vodotoka, s tom razlikom što podzemne vode nisu "vidljive" te taj problem ostaje zasenčen u ekološkoj svesti kako pojedinca, tako i sveukupnog stanovništva.

Rast ljudske populacije, širenje gradova, pritisak na resurse

Broj stanovnika na planeti je sa brojke od 1,6 milijardi na početku 20. veka narastao na 5,4 milijarde do kraja istog stoleća. Prema izveštajima Population Reference Bureau-a procenjen broj stanovnika na planeti u 2013. godini iznio je 7,23 milijardi stanovnika.

Prognoze daljeg rasta stanovništva različite su, u zavisnosti od pristupa i uključivanja pojedinih faktora u projekcione modele. No, u istom izveštaju se navodi da će do 2050. godine stanovništvo narasti na 9,7 milijardi. Od 60-ih godina 20. veka do 2007. godine svetsko stanovništvo je raslo po stopi od oko 1,7% godišnje (UN 2009). U izveštaju Ujedinjenih nacija iz 2009. godine (World Population Prospects – the 2008 Revision) prognostikuje se usporavanje rasta stanovništva u narednih 40 godina na stopu od 0,75% (UNEP 2009).

Međutim, stanovništvo neće usporavati odnosno rasti istom stopom u svim regionima u svetu. Najveća stopa rasta stanovništva očekuje se u zemljama koje do sada nisu imale dovoljno hrane, odnosno regionu saharske Afrike. Predviđena stopa rasta za ovaj region iznosi 1,9% (za 0,9% pad u odnosu na današnju stopu rasta). Za ostale delove sveta projektovan prosečno godišnji pad stope rasta kreće se sa 1,6% na 0,55%. Ovo znači da će region saharske Afrike 2050. godine imati 1,753 milijarde stanovnika, ili 19% svetskog stanovništva (Crow, 2005), dok se za čitav afrički kontinent iziće procena od 2,4 milijade stanovnika (WPDS, 2014).

Nagli porast stanovnika za samo 100 godina, rezultovao je velikim pritiskom na sve resurse planete. Posledice rasta se ogledaju u: velikom zahtevu za vodom i energijom, intenzivnom generisanju otpada, neogovornoj eksploataciji šumskih resursa i divljih životinja, velikom pritisku na zemljišne resurse proizvodnjom hrane i urbanizacijom, iznad svega potrebi čoveka za materijalnim bogatstvima i moći.

Sa porastom svetske populacije troše se veće količine vode, sve veći broj gradova u svetu, kao mesta na kojima se na malom prostoru koncentriše veliki broj ljudi, podrazumeva i intenzivniju potrošnju vode u datim područjima. Osim toga, za kvalitetan život velikog broja ljudi u urbanim sredinama neophodno je trošiti veće količine vode po stanovniku nego što je to slučaj u ruralnom okruženju. Rast potrošnje vode u zemljama u razvoju proistče usled intenzivnog razvoja industrije, ali i rasta nivoa higijene u domaćinstvima (Đorđević, 2013). I naravno klimatske promene su značajan činilac u rastu potrošnje vode pre svega u poljoprivredi.

Što se tiče korišćenja zemljišta oko 11% površine Zemlje se nalazi pod usevima koji se koriste u ishrani i u tekstilnoj industriji. Usled porasta broja stanovnika za proteklih 60 godina površina obradivog zemljišta po glavi stanovnika se smanjila za 46% (sa 0,5 ha na oko 0,27 ha) (Đorđević, 2013).

Eksploatacija ruda (minerala) dovela je do iscrpljivanja mnogih velikih nalazišta, te se sve više koristi osiromašena ruda.

Procene i izveštaji ukazuju da je usled rasta svetske populacije proizvodnja nafte po broju stanovnika dostigla je svoj maksimum osadmedetih godina 20. veka. Međunarodna agencija za energiju (The International Energy Agency) ukazuje da će rezerve nafte i gasa zadovoljiti potrebe za narednih 60 godina pri sadašnjoj stopi potrošnje, dok će rezerve uglja trajati još dva veka.

Migracije stanovništva ka gradovima i širenje gradova je trend koji je započeo u drugoj polovini 20. veka i nastaviće se i dalje. Izveštaj "Budućnost svetske urbanizacije" Ujedinjenih nacija pokazuje da 54% stanovništva živi u gradovima. Poređenja radi, 1950. godine samo 30% stanovništva živelo je u urbanim područjima. Do 2050. godine procenjen broj stanovnika koji će živeti u gradovima iznosi 66% (UN 2014). Sa aspekta opterećenja na životnu sredinu, trend širenja gradova imao svoje negativne posledice. Nagli porast standarda življenja stanovništva, uz nedostatak rešavanja otpada i otpadnih voda doprineo je zagađivanju voda, komoditet do iscrpljivanja šuma i divljeg životinjskog sveta, a potrebe za energijom neprestano rastu.

Umesto zaključka

Osnovna ekološka saznanja o zakonitostima koje vladaju u prostoru u kojem se odvija život, kao i saznanja o načinima prilagođavanja i preživljavanja organizama, predstavljaju neophodnu naučnu osnovu za savremenu **zaštitu životne sredine**. Dakle od stepena osnovnih ekoloških znanja zavisi i efikasnost zaštite životne sredine, pa samim tim i budućnost savremene civilizacije i kvalitet života generacija koje dolaze.

Zanimanje za ekološke probleme razvilo se tek 60- ih godina 20. veka, kada je primećen štetan uticaj pesticida na stanje ekosistema i zdravlje ljudi. Problemi uzrokovani intenzivnim korišćenjem fosilnih goriva i unošenjem hemikalija u atmosferu postavljaju ekološku krizu na mesto jednog od najvažnijih globalnih problema čovečanstva. Polje delovanja ekologije znatno je prošireno: danas ova nauka pomno ispituje čovekov odnos prema prirodi, budući da su antropogene aktivnosti postale neracionalne u sikorištavanju prirode. Prekomerna seča šuma, zagađivanje voda i interevencije u vodotocima, zagađivanje atmosfere, kisele kiše, efekt staklene bašte, globane klimatske promene i nuklearni otpad samo su neki od problema s kojima se primenjena ekologija danas susreće.

Ekologiju kao nauku treba razgraničiti od zaštite životne sredine i zaštite prirode koje su primenjeni delovi ekologije kao nauke. Stoga je poistovećivanje ekologije sa zaštitom prirode i zaštitom životne sredine pogrešno. Posebno treba razlikovati komunalnu higijenu od ekologije. Isto tako treba razlikovati ekologa (diplomiranog ekologa, diplomiranog inženjera ekologije i dr.) od ekologiste (zaljubljenika u prirodu).

Literatura

- Anand S.V (2013): *Global Environmental Issues*. 2: 632 doi:10.4172/ scientificreports.632
- Amidžić, L. (2014): *Ekologija*, autorizovana skripta, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd
- Božić, I. (1977): *Šta je humana ekologija*, Rad, Beograd
- Brown R.H., Konopljancev A.A, Ineson J., Kovalevski V.S (1972): *Ground-water Studies*, Unesco, Paris
- Chan A. (2007): THE IMPACT OF CLIMATE WARMING ON THE HYDROLOGY OF GLACIER AND SNOW MELTING IN THE HIMALAYAS, Physical Climatology, Lectures
- Crow M.M. (2005): *The New Competitive Global Environment*, Arizona State University,
- Čukanović, M. (1991): *Ekološki izazov*, Elit, Beograd
- Cvetković, D., Amidžić, L., Spasić, S. (2011): *Strateški okvir zaštite biodiverziteta u Republici Srbiji*. Naučni skup sa međunarodnim učešćem „Zaštita prirode u XXI vijeku“, 20 – 23 Septembar 2011. Žabljak, Crna Gora. *Zbornik referata (knjiga br 1)*, pp. 229-237. Zavod za zaštitu prirode Crne Gore & Ministarstvo održivog razvoja i turizma
- Cvetković, D., Đorđević, S., Kukobat, T., Nikolić, M. (2014): *Adaptacije na klimatske promene u oblasti biodiverziteta u Republici Srbiji*. Deseta regionalna konferencija EnE14/ENV.net „Životna sredina ka Evropi“. Ambasadori održivog razvoja i životne sredine. Privredna komora Srbije. 5. jun. Beograd. *Zbornik radova EnE14/ENV.net*: Poglavlje 27 – Životna sredina i klimatske promene, pp. 135-140. ISBN 978-86-89961-00-3
- Dowdeswell, J.A. 2006. The Greenland ice sheet and global sea-level rise. *Science* 311:963-964
- Đorđević S., Vakanjac B., Babović N. (2013): *Prečišćavanje otpadnih voda ekosistemskim procesorom u ruralnoj zoni Tometino Polje*. VII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem: Planska i normativna zaštita životne sredine, Palić, april 2013, *Zbornik radova*.
- Đorđević S., Prodanović S., Pavlović S., Cvetković D. (2013): *Adaptacije korišćenja poljoprivrednog zemljišta na bazi regionalnih klimatskih modela*, Zaštita životne sredine između nauke u prakse – stanje i perspektive, Naučno-stručna konferencija sa međunarodnim učešćem, *Zbornik radova*
- Glavač, V., (2001): *Naučne osnove ekologije, zaštite prirode i životne sredine*, Ekološki leksikon, Barbat, Zagreb
- Gorz A.(1982): *Ekologija i politika*, Prosveta, Beograd
- Large, M. (1981): *Social ecology*, London
- Janković, M., Đorđević, V: *Primenjena ekologija*, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- Janković, M. M. (1995): *Razvoj ekološke misli u Srbiji*, Ekocentar, Beograd
- Milivojević M., Kokić-Arsić A., Kanjevac K, *Intenzitet korišćenja resursa bitnih za život i opstanak ljudske vrste*, Mašinski fakultet Kragujevac, dostupno na <http://www.cqm.rs/2010/pdf/5/01.pdf>
- Novitović O., Randić D., Novitović A., *Zaštita životne sredine*, Užice, 2009
- Odum, E. P. (1974): *Fundamentals of ecology*. Third Edition. W. B. Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto.
- Odum, E. P. (1975): *Ecology: The Link Between the Natural and the Social Sciences*. Second Edition. Holt, Rinehart and Winston, London
- Pešić, S. (2011): *Osnovi ekologije*. Univerzitet u Kragujevcu. Prirodno-matematički fakultet. Kragujevac. ISBN 978-86-6009-011-1.
- Population Reference Bureau, 2014: World Population Data Sheet, <http://www.prb.org/Publications/Datasheets/2014/2014-world-population-data-sheet/data-sheet.aspx>
- Stanković, S. (1962): *Ekologija životinja*, Zavod za izdavanje udžbenika Narodne Republike Srbije, Beograd
- Session G, 1995: *Deep Ecology for the Twenty-first Century, Readings on the Philosophy and Practice of the New Environmentalism*, Shambhala Publications
- Stevanović, B., Janković, M. M. (2001): *Ekologija biljaka sa osnovana fiziološke ekologije biljaka*. NNK International. Beograd.
- Stojanović, R. (1984): *Na putu ka visoko industrijalizovanom socijalizmu*, Savremena administracija, Beograd
- Smith, T.M., Smith, R. L. (2009): *Elements of ecology*. – Seventh edition, Pearson Benjamin Cummings, USA
- UNEP 2009, *Annual report*, United Nations Environment Programme, 2010
- World Urbanization Prospects, *The 2014 Revision*, UN, New York, 2014