

# BULLETIN

DE L' INSTITUT ET DU JARDIN BOTANIQUES  
DE L' UNIVERSITÉ DE BEOGRAD

tome X nov. ser.

Beograd 1975

№ 1—4

---

# ГЛАСНИК

ИНСТИТУТА ЗА БОТАНИКУ И БОТАНИЧКЕ БАШТЕ  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

том X нов. сер.

1975

№ 1—4

БЕОГРАД  
1975

REDAKCIONI ODBOR — COMITE DE RÉDACTION:

**Jelena Blaženčić, Radoje Bogojević, Zvonimir Damjanović, Milorad Janković,  
Radoje Marinović, Mirjana Nešković, Budislav Tatić**

UREDNIK — RÉDACTEUR:

**Milorad M. Janković**

TEHNIČKI UREDNIK I KOREKTOR  
RÉDACTEUR TECHNIQUE ET CORRECTEUR

**Radoje Bogojević**

UREDNIŠTVO — RÉDACTION:

**Institut za botaniku i botanička bašta, Beograd, Takovska 43  
Jugoslavija**

ГЛАСНИК ИНСТИТУТА ЗА БОТАНИКУ И БОТАНИЧКЕ  
БАШТЕ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

BULLETIN DE L'INSTITUT ET DU JARDIN BOTANIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE BEOGRAD

Tome X nov. ser.

Beograd, 1975

№ 1—4

TABLE DE MATIÈRES

**Milorad M. Janković and Momčilo Kojić**

Current problems in physiological plant ecology and the achievements of the Department of Physiological Plant Ecology of the Institute for Biological Research in Belgrade — — — — — — — — — — 1

**Anka Dinić**

Ecological studö of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) on the example of a typical vegetational transect on Avala — — — — — — — — — — 31

**Mirjana Janković**

Entstehung eines neuen limnischen Ökosystems infolge der Stauseeformierung am Batlawa—Fluss — — — — — — — — — — 77

**Milorad M. Janković and Radoje Bogojević**

Some characteristics of microclimate in *Pinus heldreichii* forests (*Pinetum heldreichii-Seslerietum autumnalis* M. Jank. et R. Bog.) on Ošljak, Šarplanina — — — — — — — — — — 139

**Stamena Ž. Radotić**

Über den Einfluss von pH-Wert der Baumrinde auf die Algenkolonien *Pleurococcus naegeli* Choda t angesiedelten an derselben — — — — — 153

**Milorad M. Janković**

The modern scientific-theoretical aspects of the interrelation man and biosphere — the problems and prospectives — — — — — — — 159

**Milorad M. Janković**

Plant world of natural ecosystems in S. R. Serbia — the present state and perspectives — — — — — — — — — — 181

**Milorad M. Janković**

Review of the bok: Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги 197

**Milorad M. Janković**

Review of the book: Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens — 203

**Milorad M. Janković**

Review of the book: Das Schilfrohr — *Phragmites communis* — — — — 207

**Momčilo Kojić**

Kongresna medalja profesoru dr Miloradu Jankoviću na XII Međunarodnom botaničkom kongresu — veliko međunarodno priznanje našoj botanici 211

## S A D R Ź A J

### **Milorad M. Janković i Momčilo Kojić**

Savremeni problemi fiziološke ekologije biljaka sa osvrtom na rezultate Odeljenja za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja u Beogradu — — — — — 1

### **Anka Dinić**

Ekološka studija graba (*Carpinus Betulus* L.) na primeru tipičnog vegetacijskog transekta na Avali — — — — — 31

### **Mirjana Janković**

Formiranje baražnog jezera na reci Batlavi kao novog limničkog ekosistema 77

### **Milorad M. Janković i Radoje Bogojević**

Neke karakteristike mikroklimе u munikovim šumama (*Pinetum heldreichii-Seslerietum autumnalis* M. Jank. et R. Bog.) na Ošljaku, Šarplanina — — — — — 139

### **Stamena Ž. Radotić**

O uticaju pH vrednosti kore drveća na naselja alge *Pleurococcus naegeli* Chodat, naseljene na kori drveća — — — — — 153

### **Milorad M. Janković**

Savremeni naučno-teorijski aspekti odnosa čoveka i biosfere — problemi i perspektive — — — — — 159

### **Milorad M. Janković**

Biljni svet prirodnih ekosistema SR Srbije — stanje i perspektive — — 181

### **Milorad M. Janković**

Prikaz knjige: Eksperimentalna fitocenologija tamnočetinarske tajge — — 197

### **Milorad M. Janković**

Prikaz knjige: Vegetacija istočne Evrope, severne i centrale Azije — — 203

### **Milorad M. Janković**

Prikaz knjige: Trska — *Phragmites communis* — — — — — 207

### **Momčilo Kojić**

Kongresna medalja profesoru dr Miloradu Jankoviću na XII Međunarodnom botaničkom kongresu — veliko međunarodno priznanje našoj botanici 211

MILORAD M. JANKOVIĆ i MOMCILO KOJIC

### **SAVREMENI PROBLEMI FIZIOLOŠKE EKOLOGIJE BILJAKA SA OSVRTOM NA REZULTATE ODELJENJA ZA FIZIOLOŠKU FITOEKOLOGIJU INSTITUTA ZA BIOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U BEOGRADU**

Fiziološka ekologija biljaka predstavlja savremeni odeljak fitoekologije, koji se naročito burno razvija poslednjih tridesetak godina. Klasična ekologija nije poklanjala veću pažnju eksperimentalnim ispitivanjima. Prvih decenija ovog veka počinje eksperimentalni pravac više da prodire u ekologiju. Veliki podsticaj ovakvim stremljenjima u ekologiji, posebno sa fiziološkog aspekta, dao je Ernst Stahl iz Jene. Eksperimentalni postupak kao metod dubljeg upoznavanja kausalnih veza između organizama i sredine prihvataju brojni botaničari, što dovodi postepeno do ekofiziološkog načina posmatranja. Posebno snažan impuls fiziološkoj ekologiji biljaka dao je Stahlov učenik Heinrich Walter, verovatno najpoznatiji biljni ekofiziolog današnjice, čije kapitalno delo »Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-oekologische Bedeutung« (1931) čini jasnu prekretnicu u orijentaciji fitoekologa; to je dovelo da danas imamo snažne ekofiziološke centre u svetu, a takođe i u našoj zemlji, među kojima i Odeljenje za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja »Siniša Stanković« u Beogradu, pored onih u drugim univerzitetskim centrima (Zagreb, Skoplje i dr.).

Fiziološka ekologija biljaka, prirodno, usko je povezana sa fitofiziologijom. Ipak, treba odmah naglasiti da je to disciplina koja predstavlja deo fitoekologije, bez obzira što se često služi metodama biljne fiziologije. Načelno uzeto, fiziološka fitoekologija je ekološka oblast koja proučava fiziološke procese biljnih vrsta u prirodnim, manje-više neizmenjenim, uslovima njihovih staništa, težeći da, s jedne strane, njihovu ekologiju objasni odgovarajućim fiziološkim specifičnostima i adaptacijama, i, s druge strane, da njihove fiziološke procese (njihov karakter, intenzitet i dinamiku) objasni uticajem konkretnih spoljašnjih uslova na staništu i prirodom njihovih morfološko-anatomskih adaptacija.

Zadaci fiziološke fitoekologije vrlo su složeni i kompleksni. Predmet njenog ispitivanja su fiziološki procesi u odgovarajućim prirodnim uslovima staništa, ali, u isti mah, i faktori spoljašnje sredine koji na

te procese deluju, kao i morfološko-anatomske karakteristike biljaka, koje te procese regulišu i usmeravaju. U stvari, predmet fiziološke ekologije biljaka mogao bi se označiti kao: utvrđivanje specifičnosti interakcija i uzajamnih uslovljenosti životnih procesa i morfološko-anatomskih struktura u uslovima odgovarajuće spoljašnje sredine.

Prema Walter-u (1960) osnovne razlike između fiziologije i ekologije odn. fiziološke ekologije, bile bi sledeće:

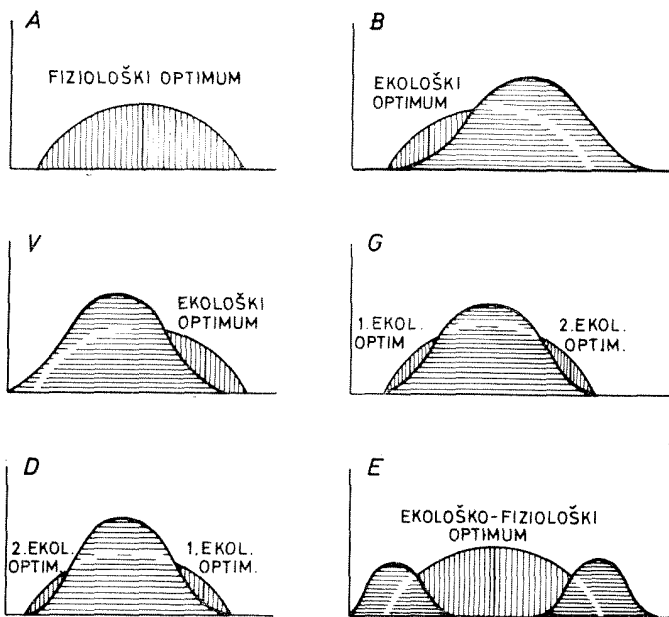
1. Fiziologija je zbog svoje jake specijalizacije više upućena na proučavanje pojedinačnih životnih funkcija, tj. ona obično ne obuhvata biljku kao celinu. Ekofiziolog, naprotiv, uvek ima u vidu da biljka predstavlja jedinstven organizam, u kome se svi delovi međusobno dopunjuju i uslovljavaju, i da promene faktora sredine utiču ne samo na pojedine funkcije, već da biljka reaguje kao celina;

2. Ekofiziolog proučava životne procese kod biljaka, kako je već pomenuto, ne u laboratoriji, već u uslovima spoljne sredine. Pri tome treba imati u vidu da se biljke ne nalaze na prirodnom staništu izolovane, već u okviru odgovarajućih biljnih zajednica, odnosno, šire, ekosistema. One su, u stvari, u kontaktu sa biljkama iste vrste, kao i sa drugim vrstama. Stoga, ekofiziolog mora računati sa faktorom kompeticije, što nije slučaj pri radu fiziologa.

Pošto se pri ekofiziološkim proučavanjima javlja faktor kompeticije kao značajan činilac koji uslovljava manifestovanje životnih procesa pojedinih vrsta u okviru biljne zajednice, ukazaćemo na neke momente u vezi s tim. Walter razlikuje fiziološki i ekološki optimum za život biljaka na nekom staništu. Fiziološki optimum može se pojaviti pri odsustvu konkurencije, a ekološki optimum je usko povezan sa uzajamnim konkurentskim odnosima između biljaka. Ekološki optimum uslovljen je ne samo staništem, već i prisustvom odgovarajućih konkurenata. Ekološki optimum može se jako menjati, ne samo zbog promena faktora staništa, već, naročito, u zavisnosti od sastava i stepena zastupljenosti drugih biljaka — konkurenata. Tako, na primer, *Hypochoeris radicata*, koja je u Evropi zastupljena samo u određenim tipovima livada, a takođe i u našoj zemlji (karakteristična je, na primer, za brdske livade tipa *Agrostideto-Chrysopogonetum grylli* Koj i Ć), kada je prenet na Novi Zeland vrlo brzo se proširila u lokalnoj flori i ušla u sastav skoro svih biljnih grupacija. To je posledica manje kompeticije biljaka tamošnje flore, što je *Hypochoeris*-u omogućilo drukčiji ekološki optimum, a što je imalo za posledicu bitno drukčije karakteristike fizioloških procesa (pre svega u pogledu intenziteta) ove vrste na Novom Zelandu.

Odnosi ekološkog i fiziološkog optimuma za rastenje, dakle za manifestacije životnih procesa, pri različitom stepenu izraženosti konkurentskih odnosa, mogu se ilustrovati sledećom šemom (Sl. 1). Vrsta koja raste u čistoj kulturi i gde je neznatno izražena kompeticija, nalazi se u uslovima fiziološkog optimuma (Sl. 1, A). Ako biljka živi pomešana sa drugim vrstama, oblast njenog rasprostranjenja se jako smanjuje. Velika zastupljenost, ili, drugim rečima, ekološki optimum vrste u zavisnosti od sastava konkurenata i stepena izraženosti konku-

rentskih odnosa, pomera se na jednu ili drugu stranu od fiziološkog optimuma (Sl. 1, B i V). Vrsta se može karakterisati čak sa dva ekološka optimuma (Sl. 1, G i D). Samo u slučaju veće konkurentne sposobnosti u poređenju s drugim vrstama, data biljka stiče dominirajući položaj i njen ekološki i fiziološki optimum se poklapaju (Sl. 1, E), ali, ipak, oblast njenog rasprostranjenja ostaje nešto manja.



Sl. 1. — Osnovni tipovi odnosa fiziološkog i ekološkog optimuma za rastenje biljaka: A — pri odsustvu kompeticije; B-E — u mešanoj kulturi (po Walter-u, 1970).

The basic types of relationships of ecologic and physiologic plant growth optimum: A — without competition; B-E — in mixed culture (after Walter, 1970).

Konkurentna sposobnost vrste je veoma složena pojava. Ona je determinisana sveukupnošću morfoloških i fizioloških svojstava vrste. U tom pogledu naročito su značajni: brzina klijanja i nicanja, brzina porasta, karakter građe izdanka i korenovog sistema, ritam razvića i trajanje života, intenzitet razmnožavanja i obnavljanja, količina produkovanoog semena i način njegovog rasprostranjenja, a takođe i zahtevi prema različitim faktorima staništa.

Ako se svemu ovome doda i to, da su biljke u okviru prirodnih zajednica često podložne međusobnim hemijskim uticajima (alelopatski odnosi), još više se ističe složenost proučavanja ekofizioloških karakteristika biljaka.

Na kraju ovog uvodnog izlaganja o specifičnostima fiziološke ekologije biljaka, iz kojeg se moglo videti sa kakvim se složenim proble-

mima sukobljava ova oblast ekologije i kakve su njene veze sa biljnom fiziologijom, može se konstatovati da fiziološka fitoekologija u stvari ima tri objekta svoga ispitivanja. Prvo, ona proučava same fiziološke procese, pre svega njihov intenzitet i dinamiku, drugo, ona analizuje stanišne uslove u kojima se životni procesi biljaka odvijaju i, treće, izučava morfološko-anatomske specifičnosti biljaka. Prema tome, fiziološka fitoekologija je veoma složena i kompleksna naučna oblast.

Savremena ekofiziološka proučavanja, bez obzira što se uvek ima u vidu ponašanje biljaka kao kompleksnih bioloških sistema, iz praktičnih razloga, izvode se na različitim nivoima. U skladu sa podacima savremene eksperimentalne biologije o različitim nivoima regulacije u živim sistemima, proučavanja u fiziološkoj ekologiji uslovno se mogu podeliti na:

1. proučavanja na subćelijskom i ćelijskom nivou,
2. proučavanja na nivou organizama i
3. proučavanja na cenotičkom nivou.

CITOEKOLOGIJA, koja se zasniva na citofiziološkim proučavanjima, uvedena je u nauku od strane T i s c h l e r a (On some problems of cytotaxonomy and cytoecology, Journ. Indian. Botan. Soc., 16, 3, 1937). Citoekologija ima za cilj izučavanje promena u građi i životnim funkcijama ćelije pod uticajem faktora sredine i posledica koje one imaju za životne manifestacije organizma kao celine. Biebl (1962) govori o »protoplazmatičnoj ekologiji«, koja razmatra odnose između karakteristika protoplazme i spoljašnjih uslova. Organizmi se prilagođavaju faktorima sredine svim svojim bićem. Adaptivni efekat može se dostići na raznim nivoima organizacije živih bića. Na primer, ako se biljke senke prilagođavaju uslovima prekomerne insolacije rastući u šumi u prizemnom spratu zaštićene drugim biljkama, onda to treba smatrati cenotičkim prilagođavanjem. Ako se taj cilj postiže uvijanjem lisne ploče — to je prilagođavanje organa. Međutim, premeštanjem hlorplasta pod uticajem jakog osvetljenja uz bočne zidove ćelija (odn. njihovim prelaženjem u položaj parastrofe) — to je ćelijsko prilagođavanje. Posebno je sa citološkog stanovišta značajno prilagođavanje biljaka prema povišenim temperaturama. Danas se smatra da otpornost biljaka prema visokim temperaturama ima svoju osnovu na svojstvima protoplazme da svoju aktivnost usmeri u najpogodnijem pravcu u datom trenutku. Moderna citoekologija neizbežno je usko povezana sa molekularnim prilazom pri objašnjenju svih pojava na nivou ćelije. Danas se pitanje otpornosti ćelije prema raznim faktorima spoljašnje sredine razmatra i sa pozicija molekularne biologije. Na primer, razumljivo je da se pitanje ponašanja biljnih ćelija prema hladnoći, pregrevanju ili vodnom deficitu ne mogu razmatrati bez uzimanja u obzir stepena otpornosti belančevina protoplazme prema tim agensima. Kako je od strane niza autora utvrđeno, specifičnosti životnih manifestacija raznih vrsta u različitim temperaturnim uslovima, mogu biti uslovljene odgovarajućim razlikama proteinskih makromolekula. Dalji radovi u ovoj oblasti mogu dovesti do stvaranja molekularnih osnova prilagođavanja organizama uslovima



sredine, odn. do nastanka molekularne ekologije (mada ovaj naziv treba shvatiti samo krajnje uslovno, jer molekuli nisu živi sistemi).

VODNI REŽIM zauzima centralno mesto u životu biljaka, od izuzetnog značaja za tok i intenzitet fizioloških procesa. Otuda, fiziološka fitoekologija poklanja izuzetnu pažnju ovom ekofiziološkom parametru.

Kad je u pitanju vodni režim biljaka veliki broj autora znatnu pažnju poklanjaju strukturi i osobinama vode, bazirajući se na biohemiji, koloidnoj hemiji i termodinamici (Crafts, Currier and Stocking, 1969; Gordon, 1969; Gusev, 1959, 1962, 1966, 1974; Petinov, 1969, 1974; Alekseev, 1968, 1969 i mnogi drugi). Mada je to više fiziološki pristup analizi vodnog režima biljaka, on je od izuzetnog značaja za fiziološku fitoekologiju, jer pruža elemente za utvrđivanje zakonitosti vodnih odnosa biljaka u konkretnim uslovima staništa. Bez obzira na brojna i svestrana proučavanja strukture i osobina vode, još uvek nema jedinstvenog gledišta u tom pogledu. O strukturi tečne vode nema jedinstvene teorije, već se brojne hipoteze mogu podeliti na dve grupe:

1. modeli strukture koji polaze od toga da voda pokazuje istodnu strukturu u celom svom obimu i
2. modeli koji se zasnivaju na neravnomernom razmeštaju raznih struktura u vodi.

Prvoj grupi pripada model Samoilova (1967) i Gurikova (1970), po kome u tečnoj vodi egzistiraju dve strukture: a) ledu sličan skelet, čiji su molekuli povezani međusobno sa 4 vodonikove veze, i b) čvrsto upakovani molekuli raspoređeni u šupljinama skeleta i koji ne obrazuju više od jedne vodonikove veze. Drugoj grupi hipoteza pripadaju modeli strukture vode koje su predložili Frank i Wenn (1957), a dalje razredili Nemethy i Scheraga (1962). Po ovome, modelu u tečnoj vodi sakupljeni su molekuli i sjedinjeni međusobno vodonikovim vezama, čije obrazovanje i razaranje nosi kooperativni karakter. Po mišljenju Guseva i Petinova (1974) oba modela se u izvesnim elementima poklapaju i nisu eksplicitno protivurečni, te se mogu koristiti pri interpretaciji rezultata.

Što se tiče stanja vode u biološkim sistemima, takođe postoje različita mišljenja. Po jednom shvatanju, voda u živim objektima nalazi se u kompaktnijem stanju i nema potpuno identičnu strukturu kao čista voda. Prema drugom mišljenju, koje se pojavljuje u novije vreme, a zasnovano je na podacima dobijenim savremenim biofizičkim metodama, smatra se da veći deo vode u biološkim objektima, po svojim osobinama, skoro ili uopšte se ne razlikuje od čiste vode. Ipak, prema Alekseevu (1969), sve ovo je u tesnoj vezi sa strukturom protoplazme, kao jedinstvenog sistema, u kojoj su osnovni ingredientni — visokopolimerna jedinjenja i voda. Valja naglasiti da su sve komponente protoplazme uzajamno povezane i uslovljene. Stoga, narušavanje stanja jedne od komponenti neminovno izaziva narušavanje strukture cele protoplazme kao strukturnog sistema. Tako, narušavanje strukture vode odražava se na strukturu belančevina protoplazme i dr. Prome-

ne u konformaciji (građi) belančevinastih makromolekula uvek izazivaju narušavanje strukture vode koja je okružuje, a ovako izmenjena struktura vode dovodi do promena makromolekula belančevina, itd.

Primanje, sprovođenje i odavanje vode — tri su osnovna procesa koji, uopšte uzeto, čine vodni režim biljke. Kao što je poznato, oni su međusobno tesno povezani, te se, strogo uzevši, ovi procesi ne bi mogli odvojeno razmatrati. Biljke mogu duže intenzivno transpirirati samo ako su u situaciji da istovremeno mogu dosta vode da prime i ako je sprovodni sistem sposoban za efikasno sprovođenje. Razumljivo je da sve ovo u velikoj meri zavisi i od vodnog režima u zemljištu, ako je reč o suvozemnim biljkama. Neusklađenost između pomenutih osnovnih elemenata vodnog režima biljke može dovesti do vodnog deficita. Određivanje vodnog deficita, koje je široko korišćeno a i danas je u upotrebi, iskazuje se na svežu ili suhu težinu pri punom zasićenju tkiva vodom, i ima ozbiljne nedostatke, pre svega zbog toga što dobijene vrednosti nisu direktno uporedive. Utvrđivanje dinamike sadržaja vode i vodnog deficita ne pruža suštinske podatke o stanju vodnog režima biljke. Naime, za odvijanje životnih procesa od manjeg je značaja uravnotežavanje vodnog bilansa i ukupan sadržaj vode u određenom trenutku, već je od daleko većeg interesa vodno (hidričko) stanje protoplazme, odn. stanje njene nabubrelosti, što se, prema Walter-u, označava kao hidratura. Hidraturu treba razlikovati od hidratacije, koja označava količinu apsorbovane vode u biljkama. Hidratacija, pak, predstavlja kvalitativno drugačiji pojam. Ona označava vodno stanje protoplazme, a kao merilo stepena hidrature služi relativni napon pare. Hidratacija protoplazme je u direktnoj zavisnosti od sastava ćelijskog soka, odn. njegove koncentracije. Otuda, za određivanje stanja nabubrelosti protoplazme odn. stepena hidrature, koristi se utvrđivanje osmotskih vrednosti ćelijskog soka. Za određivanje osmotskog pritiska ćelijskog soka, u ekofiziološkim proučavanjima, koristi se obično krioskopski metod, a ređe i plazmolitički metod.

Osmotske vrednosti ćelijskog soka, kako je Walter (1931) prvi ukazao, što je brojnim proučavanjima i drugih istraživača, među njima i naših, jasno potvrđeno, predstavljaju jedan od najvažnijih i nezamenljivih elemenata vodnog režima biljke, koji najpreciznije izražava hidričko stanje biljke u svakom određenom trenutku. Svako, ma i neznatno, pogoršanje vodnih odnosa u biljci odražava se u povećanju osmotskih vrednosti ćelijskog soka, i obratno. Pod optimalnim uslovima i pri ravnomernoj obezbeđenosti vodom svaka biljka za odgovarajući organ (pretežno se u obzir uzima list) ima određenu koncentraciju ćelijskog soka, tzv. optimalnu osmotsku vrednost. Ona zavisi od ontogenetskog razvoja biljke, geografskog porekla, uslova u kojima raste i drugih faktora. Međutim, retko se u biljci konstatuju optimalne osmotske vrednosti. Promene svih faktora, koji mogu imati pozitivnog ili negativnog uticaja na vodne odnose u biljci, ispoljavaju se u variranju osmotskog pritiska ćelijskog soka. U zavisnosti od karaktera tih uticaja, da li oni utiču na poboljšanje ili pogoršanje hidraturnog stanja, osmotske vrednosti opadaju odnosno rastu, približavajući se minimalnim ili maksimalnim vrednostima. Amplituda kolebanja osmotskih vrednosti, kao i apsolutne vrednosti kod pojedinih vrsta, vrlo je razli-

čita. Vrste kod kojih je razlika između maksimalnog i optimalnog osmotskog pritiska neznatna — označavaju se kao *stenohidre*, za razliku od drugih kod kojih je ta amplituda velika, a nazivaju se *eurihidre*. Prema tome, vrste se mogu ponašati kao hidrostabilne ili hidrolabilne.

Walter, Baumann, Stieglitz, Kreeb, Lobov i mnogi drugi autori dokazali su eksperimentalnim putem izuzetan značaj hidraturnog stanja za tok i intenzitet osnovnih fizioloških procesa (fotosinteza, disanje, pa, prema tome, rastenje i organska produkcija).

U vezi sa problemom hidrature u novije vreme velika pažnja se pridaje materijalnoj osnovi osmotskog pritiska ćelijskog soka. Uzajamna uslovljenost hidričkog stanja i metaboličkih procesa imaju kao konačnu rezultantu određeni hemijski sastav ćelijskog soka, koji je podložan promenama. Ispitivanja su pokazala da razne soli imaju veoma značajnu ulogu kao osmotski aktivne materije, naročito neorganske soli, hloridi i dr. Na soli otpada 25—70% od ukupne osmotske vrednosti ćelijskog soka. Pokazalo se da šećeri u ovom pogledu imaju manji značaj, izuzev kod nekih vrsta biljaka (napr. šećerna repa, neke zimzelene vrste, i dr.). Poseban značaj ima praćenje sadržaja soli i njegovog variranja u ćelijskom soku halofita, uporedo sa analizom režima soli u podlozi. Svakako da u budućnosti postoje velike perspektive za rešavanje mnogih pitanja ekofiziologije halofita na ovoj osnovi.

Praćenje hidraturnog režima ima poseban značaj za fiziološku fitoekologiju zbog toga što, metodski relativno jednostavno, može biti praćeno stanje i variranje osmotskog pritiska ćelijskog soka paralelno i istovremeno kod većeg broja vrsta (ako ne svih, onda bar onih cenotički najvažnijih) u okviru određene fitocenoze. To omogućuje izradu osmotskog spektra zajednice, odnosno, dozvoljava da se dobije predstava o »hidraturi zajednice«, što daje novu dimenziju karakterizaciji biljnih zajednica, pored onih klasičnih, fitocenoloških.

Odeljenje za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja »Siniša Stanković« (Beograd), s obzirom na izuzetan značaj hidraturnog režima, već duži niz godina sistematski radi na proučavanju hidrature osnovnih cenobionata u našim karakterističnim životnim zajednicama. Naročito je obraćena pažnja predstavnicima najznačajnijih ekoloških tipova i životnih formi (predstavnicima kserofita — dlakave kserofite, kserofite sa izraženim kutikularnim perifernim zaštitama, step-ske kserofite; mezofite i higrofite). U toku su ispitivanja hidrature kod sukulenata i halofitskih vrsta. Ova ispitivanja pružaju elemente za detaljnije analize odnosa halomorfoza prema kseromorfozama.

Naša višegodišnja kompleksna ekofiziološka proučavanja koja su, između ostalog, u svom programu redovno imala praćenje hidrature, naročito su iscrpno izvođena na Fruškoj gori, Avali, Sarplanini, Lokrumu kod Dubrovnika. Posebno treba istaći da su ekofiziološka istraživanja redovno praćena kompletnim mikroklimatskim merenjima.

Na Fruškoj gori proučavanja su izvođena na dva lokaliteta (Iriški venac, Zmajevac) u dvema šumskim zajednicama: *Quercus-Carpinetum serbicum* R u d s k i i *Festuco-Quercetum petraeae* M. J a n k. Eksperimentalnim ispitivanjima obuhvaćene su sve značajnije drvenaste i ze-

ljaste vrste, uključujući i ranoprolećne efemeroide. Praćena je dnevna i sezonska dinamika osmotskih vrednosti ćelijskog soka. Granice variranja osmotskog pritiska kod različitih vrsta kretale su se od 5,4 atm. (*Fagus silvatica*) do 30,1 atm. (*Melica uniflora*). U pogledu sezonske dinamike osmotskih vrednosti ćelijskog soka utvredno je da postoje dve grupe biljaka: 1. vrste kod kojih osmotski pritisak raste od proleća prema letu, i 2. vrste kod kojih osmotski pritisak raste od proleća prema jeseni. Pored kompleksnog proučavanja hidrature kod većeg broja vrsta paralelno, izvesne karakteristične vrste pomenutih šumskih zajednica na Fruškoj gori bile su predmet posebnih, detaljnih ispitivanja hidričkog režima. Sve u svemu, hidraturni režim šumskih asocijacija *Quercus-Carpinetum serbicum* R u d s k i i *Festuco-Quercetum petraeae* M. J a n k na Fruškoj gori je danas jedan od najbolje proučenih parametara »metabolizma« nekog ekosistema u našoj zemlji.

Detaljna ispitivanja hidrature vršena su kod većeg broja drvenastih i zeljastih vrsta i u okviru šumske zajednice *Quercetum farnetto-cerris* R u d s k i na Avali. Sintezom dobijenih rezultata urađen je osmotski spektar, prvi put u našoj zemlji u jednom šumskom ekosistemu (K o j i ć, M. i J a n k o v i ć, M. M., 1967).

Na Sarplanini (Ošljak), na 1.640 m nadmorske visine, proučavane su osmotske vrednosti ćelijskog soka većeg broja karakterističnih vrsta zajednice *Pinetum heldreichii* — *Seslerietum autumnalis* M. J a n k. et R. B o g. Pored ovog višeg planinskog područja, saradnici Odeljenja za fiziološku fitoekologiju vršili su ovakva ispitivanja i u mediteranskom području, na ostrvu Lokrumu kod Dubrovnika, kod niza zimzelenih mediteranskih kserofita, među karakterističnim vrstama drveća, žbunova i zeljastih biljaka.

Sva ova ispitivanja koja su vršena u raznim geografskim, klimatskim i visinskim područjima naše zemlje, koja će biti nastavljena i proširena, već sada daju dragocene sintetske podatke, koji ukazuju na osnovne karakteristike i specifičnosti hidraturnog režima velikog broja biljnih vrsta iz naših značajnih prirodnih ekosistema.

Transpiracija je takođe značajan parametar vodnog režima biljaka. Pošto između transpiracije i primanja vode, pa i njenog sprovođenja, mora postojati uska povezanost, praćenjem toka i intenziteta transpiracije dobija se ilustrativna slika i prometu vode u biljci. Pošto je u ekofiziološkim studijama proučavanje primanja vode korenovim sistemom i sprovođenje vode skopčano sa velikim teškoćama, ekofiziolozi pokušavaju detaljnim praćenjem dinamike intenziteta transpiracije posredno da dobiju bar približne informacije o karakteristikama primanja i sprovođenja vode.

Problem metodskog postupka za merenje transpiracije u prirodnim uslovima bio je predmet iscrpnog razmatranja i velike diskusije među ekofiziolozima. Pojavile su se velike, teško premostive, teškoće u praćenju transpiracije na nepovređenoj biljci, odnosno bez odsecanja listova. Konstruisani su i transpirometri različitog tipa, kod kojih se neodsečeni listovi stavljaju u specijalne kivete, koje izoluju listove od okolne sredine i u kojima se mere promene u količini vodene pare izazvane transpiracijom listova. Čak su se pojavile i neke konstrukcije za

automatsko registrovanje povećanja sadržaja vodene pare u kivetu (na termičkom principu ili principu elektroprovodljivosti). Ali, bez obzira na dobra tehnička rešenja, ove metode nisu mogle da nađu veću primenu, iz jednostavnog razloga što listovi stavljeni u zatvoreni prostor (kivetu) transpirometra dolaze u sasvim druge uslove od onih na prirodnom staništu, te se ne dobijaju adekvatni rezultati.

Stocker (1927) uveo je metod brzog merenja pomoću torzione vage (momentana metoda). Po ovom metodu listovi se odsecaju i brzo mere, potom se eksponiraju u prvobitnom prirodnom položaju 1—3 minuta i ponovo brzo mere. Na osnovu toga se dobijaju podaci o količini transpirisane vode u jedinici vremena, preračunato na svežu težinu, suhu težinu ili lisnu površinu. Ova metoda je kritički ispitivana od strane velikog broja istraživača, stavljeni su i prigovori (šok pri sečenju, odvajanje lista od biljke sa svim posledicama tog poduhvata), ali je, ipak, od ogromne većine autora, bez obzira na izvesne nedostatke, ocenjena kao najprikladnija za ekološka proučavanja transpiracije i danas se široko koristi u celom svetu. Pored ove, kao dopunski metod indirektnog praćenja transpiracionih mogućnosti biljaka, proučava se stanje i dinamika otvorenosti stoma (infiltracioni metod, kobaltpapirni metod, metod porometra).

Odeljenje za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka proučavanja, uporedo sa praćenjem hidratornih odnosa, redovno je, više godina, izvodilo stacionarna ekološka proučavanja transpiracije kod velikog broja biljaka u biljnim zajednicama i na objektima koji su pomenuti pri razmatranju hidrature. Primenjena je metoda brzog merenja na torzionoj vagi (Stocker, Ivanov), pri čemu su ispitivanja kompleksno postavljena — utvrđivanje zakonitosti transpiracionog procesa u vezi sa stanjem i dinamikom otvorenosti stoma, histološkim karakteristikama epidermisa, perifernim zaštitama (debljina kutikule, dlakavost), a sve to u funkciji mikroklimatskih, klimatskih, geografskih, orografskih, pedoloških i drugih elemenata. Dobijeni rezultati, a ispitivanja se nastavljaju uključujući i druge značajne ekosisteme, već sada pružaju mogućnosti za odličnu karakterizaciju proučenih vrsta odn. biljnih zajednica u ovom pogledu.

Pored hidrature i transpiracije, kao najvažnijih parametara u ekofiziološkoj analizi vodnog režima biljaka, danas se proučavaju i drugi elementi: količina i odnos ukupne, slobodne i vezane vode u pojedinim tkivima i organima biljke, vodni deficit, vododržea sposobnost tkiva, sisajuća sila ćelija i dr., koji, na određeni način, u većoj ili manjoj mери, utiču na osnovne pokazatelje — hidraturu i transpiraciju. I ovi elementi vodnog režima su predmet proučavanja i analize u okviru programa Odeljenja za fiziološku fitoekologiju, a već do sada dobijeni rezultati upotpunjuju sliku o ovom značajnom ekofiziološkom problemu naših ekosistema.

Sve u svemu, zaključujući razmatranja o vodnom režimu biljaka, treba konstatovati da su postignuti veoma značajni rezultati uopšte, a njima se kao važan doprinos mogu priključiti i dostignuća u proučavanju vodnog režima biljaka izvedena u okviru programa rada Odeljenja za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja u Beogradu.

Najzad, na osnovu konsultacije iscrpne literature i sopstvenih rezultata i iskustava, po našem mišljenju osnovni pravci i tendencije proučavanja vodnog režima biljaka bili bi sledeći:

1) Razrada teorijskih pitanja vodnog režima biljaka, u vezi sa izučavanjem stanja vode u njima u odnosu na strukturu visokopolimernih i drugih komponenata citoplazme; tu dolaze:

a) analiza stanja vode u ćeliji i faktora koji ga uslovljavaju, kao i u vezi sa strukturom protoplazme i njenih organela;

b) analiza stanja vode u ćeliji u vezi sa procesima metabolizma;

c) analiza vododržne sposobnosti biljaka i njene zavisnosti od stanja vode u ćeliji i strukture citoplazme;

d) analiza uticaja hemijskih komponenti, različitih jona, na regulatorne funkcije ćelije — strukturnost molekula vode i njihovu pokretljivost u cilju izgradnje sistema koji bi igrao aktivnu ulogu u prenosu energije;

e) analiza elemenata termodinamike vodnog režima biljne ćelije;

f) analiza uticaja stanja vode u ćeliji i strukturnosti citoplazme na fiziološke procese u biljci, i dr.;

g) razmatranje unutarćelijskog i međućelijskog prometa vode.

Pored ovih opštih pitanja vodnog režima, koja, strogo uzevši, ne bi spadala u domen fiziološke ekologije u užem smislu, ali su veoma značajna za bliže razumevanje, čisto ekološki aspekti vodnih odnosa u biljci, po našem shvatanju, treba da obuhvate ova važnija pitanja:

2) Specifičnosti bitnih parametara vodnog režima biljaka (hidratacija, transpiracija, vododržna sposobnost, frakcijski sastav vode, vodni deficit i dr.) kod različitih ekotipova i životnih formi u okviru različitih ekosistema, u različitim uslovima; promet vode u sistemu: biljka-zemljište-atmosfera i uticaj raznih faktora na te odnose;

3) Analiza vodnog režima biljaka u vezi sa otpornošću prema nepovoljnim faktorima (suša, mraz, zaslanjenost zemljišta), s posebnim osvrtom na produbljivanje specifičnosti vodnog režima kserofita i halofita;

4) Analiza aktivnosti fermentnih sistema vezanih za vodni režim biljke pri različitim mikroklimatskim uslovima;

5) Analiza zavisnosti vodnog režima biljaka od stanja vode u zemljištu;

6) Analiza odnosa morfološko-anatomskih karakteristika i biohemijskih osobenosti biljaka i njihovog vodnog režima.

**FOTOSINTEZA I DISANJE.** — Sa gledišta fiziološke fitoekologije fotosinteza je proces koji zauzima jedno od centralnih mesta. To je razumljivo kada se ima u vidu okolnost da se fotosintetskom aktivnošću i održava svaka životna zajednica, akumulira organska materija, vezuje sunčeva energija, itd. Nema sumnje da od fotosintetskog procesa zelenih biljaka, ond. od toga pod kakvim se uslovima on izvodi, ka-

kav mu je tok i intenzitet, umnogome zavise struktura i druge bitne karakteristike jednog ekosistema. Kad se tome doda da za organsku produkciju (primarnu) koja uzgred budi rečeno, predstavlja tematsku suštinu Međunarodnog biološkog programa, fotosinteza čini jedan od ugaonih kamenova, nesumnjivo izlazi da je to prvorazredni ekofiziološki problem.

Kada je u ekologiji reč o fotosintezi, pod tim se obično podrazumeva neto-fotosinteza, tj. razlika između ukupno vezanog ugljendioksida i istovremeno oslobođenog disanjem. Često se pogrešno smatra da je intenzitet fotosinteze odlučujući činilac za proizvodnju biomase kod biljaka. Međutim, intenzitet fotosintetskog procesa nije uvek presudan faktor za produkciju materija u biljkama. U ovom pogledu je bitno:

1. ne samo da neto-fotosinteza listova bude pozitivna, već da u ukupnom bilansu materija cele biljke dođe do čistog priraštaja, jer veći deo biljke (korenovi i drugi podzemni delovi, izdankova osovina, cvetovi, plodovi) uglavnom ne proizvode organske materije, već ih samo troše;

2. da proizvedeni fotosintati budu iskorišćeni na koristan način za razviće biljke.

Čitav kompleks pitanja, od kojih zavisi krajnji efekat fotosintetskog procesa, kojima se fitofiziologija uopšte ne bavi, a za ekologiju su od izuzetnog značaja, Walter (1962) označava kao fotosintetski režim.

Intenzitet fotosinteze, iako ne mora da uvek bude od presudnog značaja za visinu produkcije biomase, od velikog je interesa sa ekofiziološkog aspekta. U sklopu svih, manje ili više značajnih, elemenata fotosintetskog režima, od kojih zavisi krajnji ishod bioprodukcije, intenzitet fotosintetskog procesa je svakako jedan od najvažnijih. Kao što je poznato, od velikog su uticaja na intenzitet fotosintetskog procesa i veličinu neto-fotosinteze razni spoljašnji faktori: svetlost, temperatura, sadržaj  $\text{CO}_2$  u vazduhu, i dr. Fiziološka fitoekologija detaljno razmatra efekte svih ovih faktora na tok i intenzitet fotosinteze. U tom kompleksnom razmatranju svih elemenata od značaja za fotosintetski proces nesumnjivo da važno mesto zauzimaju i neka druga pitanja, kao: uticaj hidraturnih odnosa u biljci na fotosintezu, i sl.

Poseban interes u ekofiziologiji ima proučavanje režima  $\text{CO}_2$ , bitnog faktora fotosinteze. Primenom apsorpcionog metoda određivanja količine  $\text{CO}_2$  od strane mnogih autora (Gorbunov, 1957; Makarov, 1966; Walter, 1960; Huber, 1952; Haber, 1958; Milošević, 1966; Janković i Stefanović, 1972; Stefanović, 1975; i drugi) utvrđeno je da produkcija i količina  $\text{CO}_2$  u prirodnim uslovima, u okviru raznih ekosistema, varira u toku vegetacijskog perioda, a pokazuju se i razlike u dnevnim vrednostima.

Ekološkom proučavanju  $\text{CO}_2$  Odeljenje za fiziološku fitoekologiju niz godina posvećuje posebnu pažnju, tako da dobijeni rezultati u raznim ekosistemima (na Fruškoj gori, Avali, Šarplanini, Lokrumu) pružaju solidnu osnovu za upoznavanje ovog elementa fotosintetskog režima u različitim biogeocenoza naše zemlje.

Proučavanje intenziteta fotosinteze u prirodnim uslovima obično je praćeno i utvrđivanjem intenziteta disanja, pri čemu se najčešće primenjuju isti metodski postupci. Najviše su u upotrebi metodi pri kojima se utvrđuju promene u sadržaju ugljendioksida ili kiseonika izazvanih fotosintezom ili disanjem (na svetlosti se određuje fotosinteza, a disanje u odsustvu svetlosti). Listovi ili veći deo biljke (sitnije biljke i cele) stavljaju se u zatvoreni sistem (kolbu ili komoru), kroz koju prolazi vazduh. Veliku primenu ima manometarski metod Warburga, konduktometrijski metod, metod primene radioaktivnog  $C^{14}$ , metod automatskog registrovanja prometa  $CO_2$  pri čemu se koristi URAS-aparat, zatim određivanje intenziteta fotosinteze ili disanja prema izmenama pH indikatorskog rastvora, i druge. Sve ove metode imaju određene manje ili veće nedostatke, i u zavisnosti od cilja istraživanja primenjuje se jedan ili drugi metodski postupak. Odeljenje za fiziološku fitoekologiju konstruisalo je vrlo dobru aparaturu za konduktometrijsko određivanje fotosinteze i prvi rezultati ukazuju na odlične perspektive ove metode.

Poseban značaj u fiziološkoj fitoekologiji ima proučavanje produktivnosti fotosinteze. Ovaj pojam treba razlikovati od pojma neto-fotosinteze. Dok neto-fotosinteza predstavlja razliku između same fotosinteze i istovremeno proteklog disanja lista, dotle produktivnost fotosinteze označava priraštaj suve supstance jedinice lisne površine u jedinici vremena. Produktivnost fotosinteze (PF) dobija se na sledeći način (po formuli Briggs-a, West-a i Kidd-a):

$$PF = \frac{\text{priraštaj suve supstance}}{\text{srednja lisna površina} \cdot \text{dani}} \text{ u g/m}^2$$

Probe biljaka se uzimaju u određenim vremenskim intervalima (obično sedam dana) i tako oduređuje srednji priraštaj suve materije i priraštaj lisne površine, pa se odgovarajućom računskom operacijom dobija podatak o produktivnosti fotosinteze, koja se izražava u gramima suve supstance na  $m^2$  lisne površine za određeni vremenski interval (sedam dana). Vrednosti produktivnosti fotosinteze sintetizuju u sebi uticaje svih relevantnih faktora fotosintetskog režima (intenzitet fotosinteze, uticaj spoljašnjih faktora i endogenih činilaca na fotosintetski proces i sudbinu stvorenih fotosintata, i dr.), te stoga ovaj parametar predstavlja nezamenljivu komponentu ekofizioloških proučavanja, posebno kad su u pitanju istraživanja vezana za organsku produkciju.

Ipak, treba napomenuti da, bar u nekim slučajevima, proučavanje produktivnosti fotosinteze prema pomenutoj, ustaljenoj metodici, ne daje uvek potpuno adekvatne rezultate. Naime, često nije samo list fotosintetski aktivna površina. U novije vreme utvrđeno je da delovi klasa (pre svega, pleve), dok su zelene imaju značajnu ulogu u stvaranju organskih materija (Tarčevski, 1974). Ima podataka koji ukazuju da pleve u periodu nalivanja zrna pšenice fotosintezom obezbeđuju i preko 50% materija. Ta činjenica da u fotosintetskoj funkciji cele biljke veliki udeo mogu imati ne samo lisne ploče, već i drugi



delovi biljke (napr. kod trava — lisni rukavci, zelena stabla, zeleni delovi klasa), navela je neke autore na kritičko razmatranje opšte prihvaćene i veoma široko korišćene metodike izučavanja produktivnosti fotosinteze.

Tarčevski (1974) smatra da bi produktivnost fotosinteze (naročito kod trava) trebalo obračunavati ne na jedinicu lisne površine, već na jedinicu količine hlorofila u celoj biljci za određene vremenske intervale (napr. sedam dana). Međutim, i ovde se mogu pojaviti izvesne teškoće. U najnovije vreme utvrđeno je da se kod nekih viših biljaka (kukuruz, šećerna trska, *Sorghum*, *Amaranthus* i dr.) u listu pojavljuju dve vrste hloroplasta: grana tipa (granalni) i lamelarnog tipa (agranalni). Posebno je interesantno da se kod ovih biljaka fotosintetski proces odvija na dva načina: klasičnim putem po ciklusu *Calvina*, i po jednom novootkrivenom putu, po ciklusu *Hatcha* i *Slacka*. Ovde je od izuzetnog značaja utvrđena činjenica da biljke kod kojih je prisutno dva tipa hloroplasta, odnosno, gde se fotosinteza odvija i po ciklusu *Heča* i *Sleka*, imaju 2—3 puta veću apsorpciju  $\text{CO}_2$ , dakle intenzivniju fotosintezu nego one kod kojih egzistira samo *Calvinov* ciklus.

Imajući sve ovo u vidu, a i na osnovu sopstvenih iskustava u proučavanju produktivnosti fotosinteze, *Kojić* i *Janković* rade na modifikaciji i usavršavanju metodskog postupka analize fotosintetske produktivnosti biljaka. Inače, *Odeljenja* za fiziološku fitoekologiju sistematski radi na proučavanju produktivnosti fotosinteze većeg broja značajnih vrsta nekih naših biocenoza. Dobijeni rezultati pokazuju da se vrednosti produktivnosti fotosinteze kod analizovanih biljaka kreću najčešće između 5 i 10  $\text{g/m}^2$  i da prilično variraju u toku vegetacijskog perioda.

Proučavanje intenziteta disanja listova i drugih zelenih delova biljke u prirodnim uslovima vrši se u odsustvu svetlosti, naime, kad nije prisutan fotosintetski proces. Dakle, to je disanje u tami, koje ne mora u potpunosti odgovarati disanju na svetlosti, kada se paralelno obavlja i fotosinteza. Sa ekofiziološkog stanovišta interesantnije je poznavanje disanja na svetlosti, tzv. svetlosnog disanja (*Liohtatmung*, *fotodihanije*), pošto se ono vrši u isto vreme sa fotosintezom. Inače, analiza toka i intenziteta disanja od velikog je značaja, između ostalog i zbog toga — što se na taj način omogućuje utvrđivanje neto-fotosinteze, a to je jedan od bitnih elemenata, relevantnih za organsku produkciju. Saradnici *Odeljenja* za fiziološku fitoekologiju istraživali su intenzitet disanja kod velikog broja zeljastih i drvenastih biljaka, pri čemu je, između ostalog, analiziran ovaj proces kod listova različite starosti iste biljke. Do sada dobijeni podaci ukazuju na znatno intenzivniju respiratornu razmenu gasova kod zeljastih biljaka nego kod drvenastih.

Važan zadatak fiziološke fitoekologije sastoji se u proučavanju prometa materija pojedinih biljaka, koje izgrađuju odgovarajuće biljne zajednice, kako bi se dobila izvesna predstava o, da tako kažemo, »metabolizmu« cele fitocenoze. Promet materija zelenih biljaka određen je, u krajnjoj liniji, trajno prisutnim procesom disanja, pri čemu se izdvaja  $\text{CO}_2$ , i fotosintezom — procesom koji se obavlja samo na svetlosti, u kome se vezuje  $\text{CO}_2$ . Osnovni spoljašnji faktori koji su od značaja

za fotosintezu — količina  $\text{CO}_2$  u vazduhu i svetlost — variraju u svom delovanju, što direktno utiče na intenzitet tog procesa. Različite biljke različito reaguju na promene ovih faktora, te je s ekofiziološkog gledišta važno pronaći odgovarajući pokazatelj, koji će precizno izražavati ponašanje svake biljke u tom pogledu. U novije vreme, u vezi s tim, sve više se ističe značaj određivanja kompenzacione tačke.

Posle uvođenja pojma kompenzacione tačke (Plätzer, 1917), brojni istraživači su radili na daljoj razradi ovog problema (Harder, 1923; Müller, 1928; Egle i Schenk, 1953; Lieth, 1959; Voznesenski, 1968; i drugi) pri čemu su isticane specifičnosti kompenzacione tačke svetlosti u odnosu na kompenzacionu tačku  $\text{CO}_2$  i ukazano na njihov značaj u ekofiziološkim proučavanjima. Naročito se ističe važnost utvrđivanja kompenzacione tačke svetlosti, koja se određuje kolorimetrijskom metodom (Kauco i Calberg, 1935; Alvik, 1939; Lieth, 1959).

Problemu kompenzacione tačke svetlosti posvećena je posebna pažnja u Odeljenju za fiziološku fitoekologiju (Beograd). Sprovedena su višegodišnja proučavanja položaja kompenzacione tačke kod velikog broja drvenastih i zeljastih vrsta iz šumskih zajednica *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank i *Quercu-Carpinetum serbicum* Rudski na Fruškoj gori. Ovi rezultati daju prve potpunije opšte podatke o globalnim karakteristikama fotosintetskog režima biljnog pokrivača nekog predela naše zemlje. Utvrđeno je da kod drvenastih vrsta kompenzaciona tačka varira od 260 do 4.980 luksa, a granične vrednosti kod zeljastih vrsta su 200 i 4.232 luksa. Kod svih ispitivanih biljaka izrazito najviša kompenzaciona tačka je u rano proleće, a zatim naglo pada u maju i relativno niske vrednosti se odražavaju u letnjim mesecima. Utvrđeno je da u novembru, na samom kraju vegetacionog perioda, dolazi do izvesnog povećanja položaja kompenzacione tačke. Rezultati naših proučavanja su pokazali da na položaj kompenzacione tačke svetlosti, pored znatnih spoljašnjih uticaja (pre svega svetlosti), jako utiču i endogeni faktori (naročito intenzitet disanja). Poseban, širi značaj ovih ispitivanja proizilazi iz činjenice koju su Janković i Kojić (1969) izneli, naime, da položaj kompenzacione tačke kod biljaka različitih geografskih područja, različitih staništa i različitih ekoloških grupa zavisi uglavnom od spoljašnjih faktora, pre svega svetlosnog režima. Međutim, variranje položaja kompenzacione tačke u toku godine kod biljaka na jednom staništu počiva na endogenim uticajima, uglavnom na različitoj veličini intenziteta disanja.

**ORGANSKA PRODUKCIJA.** — Problemi organske produkcije, koji su na neki način rezultanta uzajamnih odnosa između osnovnih fizioloških procesa biljaka i faktora spoljne sredine, predstavljaju jedno od značajnih pitanja fiziološke fitoekologije.

Osnovna pitanja u proučavanju organske produkcije su sledeća:

1. Pre svega, treba naglasiti, da je osnovna prirodna jedinica proučavanja — ekosistem, a najvažniji pokazatelji: biomasa, njen godišnji priraštaj, kao i kvalitativni sastav (sadržaj belančevina, ugljenih hidrata i drugih materija);

2. Bitna karakteristika ovih ispitivanja je — određivanje bilansa materije i energije u biosferi, otkrivanje zakonitosti biološkog kruženja materije i proticanja energije, kako u prirodnim, tako i u kulturnim ekosistemima;

3. Izučavanje uslova koji određuju stvaranje i reprodukciju organske materije. Posebna pažnja se poklanja sumarnoj fotosintezi bilnog pokrivača i faktorima koji na nju utiču, karakteristikama disanja i vodnog režima, količini sunčeve radijacije, i dr.

Izučavanjem problema organske produkcije treba da se razjasne, poglavito, ove zakonitosti i pojave:

a) Srednji kvantitativni pokazatelji produktivnosti (ukupna produkcija biljne mase, produkcija žive materije, godišnji prirast materije, godišnje odbacivanje nadzemnih i izumrlih podzemnih delova), naročito za važnije i rasprostranjenije biljne zajednice;

b) Struktura proizvodnosti suvozemnog bilnog pokrivača, tj. izučavanjem treba da se objasni diferencijacija pomenutih pokazatelja po spratovima odn. sinuzijama i preovlađujućim vrstama, naročito u značajnijim asocijacijama;

c) Sezonska dinamika prirasta biljne mase (u celini za zajednice i odvojeno po sinuzijama i dominirajućim vrstama). u toku vegetacijskog perioda;

d) Hemizam preovlađujućih vrsta biljaka, naročito u rasprotrnjenijim asocijacijama (sadržaj organskih materija, elemenata pepela) i njihovu sezonsku dinamiku;

e) Sezonska dinamika (dnevna i godišnja) osnovnih fizioloških procesa (posebno: elementi vodnog režima, fotosintetski režim, disanje), naročito za biljne vrste koje preovlađuju u osnovnim asocijacijama.

Prema mišljenju velikog broja istraživača (Egler, 1942; Novikoff, 1945; Odum, 1959; Rowe, 1961; Lavrenko, 1964; Utkin, 1967; Sabolev, 1969; Janković i Kojić, 1974; i drugi) proučavanje primarne organske produkcije može se izvoditi na tri nivoa: 1) organizmičkom, 2) cenotičkom i 3) geografskom. Faktori spoljne sredine specifično deluju na svakom od ovih nivoa, pa se i metodi proučavanja razlikuju.

Na organizmičkom nivou kao objekat služe pojedine biljne individue, a prati se intenzitet i tok pojedinih životnih procesa, pre svega fotosinteza i drugi relevantni procesi za organsku produkciju, u zavisnosti od faktora spoljne sredine. Proučava se, konačno, prosečna produkcija materija, u kvantitativnom i kvalitativnom pogledu. Primenjuju se eksperimentalne metode.

Istraživanja na cenotičkom nivou obuhvataju produkciju čitave biljne zajednice, ili pojedinih sinuzija, pri čemu se koriste direktne i indirektno metode.

Od direktnih metoda osnovni i najrasprotrnjeniji je metod žetve, koji se koristi kod zeljastih zajednica ili sinuzija. Postupak se sastoji u tome, što se sa određene površine (obično 1 m<sup>2</sup>), u više ponavljanja, uzimaju svi biljni delovi, kako nadzemni tako i podzemni,

suše se u sušnici na 105°C, pa se onda merenjem dobija količina suve supstance. Značajan je, u ovom pogledu, metodski postupak M. M. Jankovića (1967), koji se sastoji u analizi biomase duž transektta po principu umnožavanja biomase pojedinih biljnih kombinacija. Obično se koristi ukršteni transekt (50 + 50 m<sup>2</sup>), na kome se prethodno utvrde koje su varijante biljnih kombinacija prisutne; potom se ustanovi koliko se puta svaka varijanta ponavlja u transektu, što pruža mogućnost da se rezultati dobijeni proučavanjem stanja biomase na pojedinim probnim varijantskim površinama umnože na ceo transekt, odnosno na hektar. Primenom ove metode saradnici Odeljenja za fiziološku fitoekologiju postigli su veoma značajne rezultate u proučavanju organske produkcije prizemnog sprata u zajednici *Festuco-Quercetum patrae* M. Jank. na Fruškoj gori.

Posebnu pažnju u novije vreme privlači proučavanje energetskih vrednosti organske produkcije pojedinih biljnih zajednica, odn. njihovih cenobionata. Za tu svrhu se koriste specijalni kalorimetri (napr. kalorimetarska Berthelot-ova bomba), u kojima se sagoreva biljni materijal. Količina toplote, nastala kao rezultat sagorevanja biljnog materijala, kao i toplotna sposobnost organske materije, izračunavaju se po jednačini Popova (1954). Energetske vrednosti biljne produkcije izražavaju se u cal/g suve težine ili u Kcal/ha. I ovaj aspekt organske produkcije intenzivno se proučava od strane saradnika Odeljenja za fiziološku fitoekologiju u raznim ekosistemima naše zemlje. Naročito iscrpni rezultati dobijeni su ispitivanjem sezonske dinamike energetskih vrednosti produkcije prizemnog sprata šumske zajednice *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. na Fruškoj gori.

Indirektni metodi se u praksi često koriste za približnu procenu veličine organske produkcije, pošto je kod višegodišnjih zajednica (naročito šumskih) vrlo teško primeniti direktne metode. Kao indirektni metodi za utvrđivanje organske produkcije mogu se koristiti praćenja i merenja svih pojava i procesa koji stoje u korelaciji sa produktivnošću. Pre svega tu dolaze:

1. Promet gasova kod biljaka, uglavnom analiza prometa ugljen-dioksida, što služi kao pokazatelj veličine fotosintetskog procesa, a time i produkcije;
2. Floristički i cenotički sastav biljnih zajednica, odnosno, utvrđivanje korelacije između florističkog i cenotičkog sastava i organske produkcije;
3. Sadržaj hlorofila — kao pokazatelja mogućnosti za odvijanje fotosinteze, pa, prema tome, indirektno, i za organsku produkciju;
4. »Zemljišno disanje« — kao izraz produktivnosti biljnog pokrivača; zavisnost između »disanja zemljišta« i produkcije materija jedne biljne sastojine, načelno posmatrano, proizilazi iz činjenice da sve što podleže disanju u zemljištu potiče do biljaka, tj. sve materije koje se razgrađuju do CO<sub>2</sub> su rezultat biljne produkcije.

Sva četiri pomenuta metoda, koji indirektno mogu poslužiti za procenu organske produkcije biljnih zajednica, koriste se u kompleksnim ekofiziološkim proučavanjima Odeljenja za fiziološku ekologiju, a

naročito »zemljišno disanje«. Paralelno sa proučavanjem režima CO<sub>2</sub> u sastojinama različitih zajednica (na Fruškoj gori, Avali, Sarplanini, Lokrumu kod Dubrovnika), prati se i intenzitet »zemljišnog disanja« u njima. Rezultati dosada dobijeni, na osnovu višegodišnjih proučavanja, pružaju vrlo značajne podatke, koji se uspešno koriste za procenu organske produkcije raznih biocenoza u više područja naše zemlje.

U našoj zemlji postignuti su značajni rezultati u proučavanju raznih aspekata organske produkcije, posebno na organizmičnom i ceničkom nivou, u čemu su značajan udeo dali saradnici Odeljenja za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja iz Beograda. Međutim, kad je u pitanju geografski aspekt organske produkcije biljnog pokrivača Jugoslavije nalazimo se, praktično, na početku. Stoga je u program Odeljenja za fiziološku fitoekologiju unet i ovaj problem. Janković i Kojić (1973, 1974) dali su prve rezultate iz te oblasti, prvo za Srbiju, a zatim i za Jugoslaviju. Naime, posle višegodišnjih proučavanja i analiza, dati su podaci o potencijalnoj produktivnosti biljnog pokrivača. Pri tom je korišćen bioklimatski pokazatelj, tzv. CVP-indeks po Patersonu (1956), u modifikaciji Wecka (1960). Dobijeni su veoma značajni rezultati, a data je i preliminarna karta produktivnosti biljnog pokrivača naše zemlje. Janković i Kojić, na osnovu iskustva koji su postignuti u dosadašnjim istraživanjima ovog problema, rade na modifikaciji dosada primenjivanog metodskog postupka za utvrđivanje potencijalnih mogućnosti organske produkcije biljnog pokrivača.

Konačni cilj svih ovih proučavanja vezanih za »metabolizam« i energetiku biljnih zajednica, treba da dovede do bližeg utvrđivanja zakonitosti kruženja materije i proticanja energije u ekosistemu. Svakako da su ovde od izuzetnog značaja i pitanja brzine razlaganja i mineralizacije organskih materija, trajanje i stepen blokiranosti pojedinih hemijskih elemenata odn. jedinjenja u nerazloženim organskim materijama, uloga mikroorganizama (i drugih organizama) i faktora spoljne sredine u karakteru i brzini biolize, itd. Značajna su i pitanja: koliko se sunčeve energije dospele u ekosistem vezuje u sintetizovanim organskim jedinjenjima, dalja transformacija te energije, i dr.

**FIZIOLOŠKA FITOEkOLOGIJA I ZAGAĐENJE ČOVEKOVE SRE-DINE.** — Savremeni ekološki problemi vezani za urbanizaciju, industrijalizaciju i druge čovekove aktivnosti, koje dovode do zagađenosti životne sredine, postavljaju važne zadatke i fiziološkoj ekologiji biljaka. Naime, zagađena sredina javlja se kao izuzetno interesantan faktor koji ima specifično delovanje na životne procese biljaka, čiji tok i intenzitet određuje njihovu sudbinu, odnosno dalji razvoj biocenoze i ekosistema u celini. Ekološko-fiziološka proučavanja biljaka — cenobionata u različitim uslovima zagađenosti sredine (po vrsti i intenzitetu), pružaju osnovu za upoznavanje posledica po ekosistem tih raznih negativnih spoljnih agenasa. Ova proučavanja pružaju i elemente bližeg sagledavanja problema rezistentnosti pojedinih biljnih vrsta. Ovak-

va ispitivanja predstavljaju značajan deo programa budućih istraživanja Odeljenja za fiziološku fitoekologiju iz Beograda.

**MODELIRANJE U FIZIOLOŠKOJ FITOEKOLOGIJI.** — Sistem modela u novije vreme igra značajnu ulogu u rešavanju i bližem objašnjenju važnih ekofizioloških problema. Biofizika u tom pogledu može pružiti dragocenu pomoć, na šta je prvi bliže ukazao Unger (1968). Kreeb i Borcharđ (prema Waleru i Kreebu, 1970) izradili su termodinamički model ćelije, koji omogućuje preciznije i detaljnije objašnjenje osmotskih pojava, bubrenja protoplazme, turgora u ćeliji, itd. Raschke (1966) je učinio veoma interesantan pokušaj modeliranja transpiracionog procesa na bazi mehanizma regulacije stominih otvora. Kao komponente pri ovom su uzeti u obzir: godišnja i dnevna ritmika, ritmika u kraćim periodima i reakcija na spoljne faktore (svetlost, temperatura, voda, koncentracija CO<sub>2</sub>). Posebno je interesantan strukturni i funkcionalni biofizički model transpiracije (Noack, 1969), koji se sastoji iz dve komponente: električnog modela (samoregistrujućeg) i multivibracionog modela, koji omogućuje bliži uvid u kvantitativne odnose transpiracionog procesa. Slično kao za transpiraciju napravljen je i strukturni model rastenja (Laue, Förkel i Forberg, 1968), pomoću koga se bliže objašnjavaju zakonitosti uticaja spoljašnjih faktora na rastenje biljaka. Sve u svemu, modeliranje kao dopunski metod može u budućnosti odigrati značajnu ulogu u dubljem upoznavanju složenih pojava vezanih za uticaje faktora spoljašnje sredine na fiziološke procese biljaka.

Na osnovu svega što je izneto jasno proizilazi da je fiziološka ekologija biljaka kompleksna fitoekološka disciplina, koja u sebi objedinjuje tri objekta ispitivanja: fiziološke procese, ekološke uslove staništa i anatomsko-morfološke karakteristike biljaka, koji na te procese bitno utiču i usmeravaju ih. Budućnost fitoekologije upravo leži u ovakvom pravcu ispitivanja. Rezultati koje je dosada postiglo Odeljenje za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja »Siniša Stanković«, na koje je u ovom radu ukazano samo u osnovnim crtama u cilju dobijanja opšte informacije, predstavljaju značajan doprinos Beogradskog ekofiziološkog centra razvoju ove naučne oblasti u našoj zemlji i sigurna osnova za njen dalji uspeh u budućnosti.

#### LITERATURA

- Alekseev, A. M. (1968): Značenje strukturi citoplazmi dlja vodnovo režima rastiteljnih kljetok. — Vodni režim rastenij i ih produktivnost, Moskva.
- Alekseev, A. M. (1969): Osnovnie predstavlenija o vodnom režime rastenij i evo pokazateljah. — Moskva.
- Alvik, G. (1939): Über Assimilation und Atmung einiger Holzgewachse im west-norwegischen Winter. — Moddelse fr. Vestl. Forsokstat, 6, № 22.
- Baumann, L. (1957): Über die Beziehungen zwischen Hydratur und Ertrag. — Ber. Dtsch. Bot. Ges., 70.

- Biebel, R. (1965): *Protoplasmatische Oekologie der Pflanzen*. — Wien.
- Cincović, T., Kojić, M. i Živanović, Z. (1969): Prilog proučavanju vodnog režima nekih hibrida kukuruza. — Simp. iz ekologije, Beograd, 6.
- Crafts, A. S., Currier, H. B. and Stocking, C. R. (1949): Water in the physiology of plants.
- Dimitrijević, J. (1969): Prilog proučavanju osmotskih vrednosti vrste *Festuca montana* u zajednici *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Simp. iz ekologije, Beograd, 10.
- Dimitrijević, J. (1971): Ekofiziološke karakteristike vodnog režima vrste *Dactylis glomerata* u zajednici *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Ekologija, vol. 6, № 2.
- Dimitrijević, J. (1971): Prilog proučavanju dinamike transpiracije vrste *Festuca montana* M. B. u zajednici *Quercetum montanum festucetosum montanae* M. Jank. et V. Miš. na Fruškoj gori. — Arhiv biol. nauka, 23, 1—2.
- Dimitrijević, J. (1973): Neke fiziološko-ekološke karakteristike vrste *Viola silvestris* u hrastovim šumama Avale. — Prvi kongres ekol. Jugosl., Beograd, 101.
- Egle, K., Schenk, W. (1953): Einfluss der Temperatur auf die Lage des CO<sub>2</sub> Kompensationspunktes. — Planta, 43.
- Egler, F. E. (1942): Vegetation as an object of study. — Philosophy of science, 9.
- Frank, H., Wenn, W. (1957): Structural aspects of ion-solvent interaction in aqueous solutions a suggested picture of water structure. — Discurs. Faraday Soc., 24, 132.
- Gorbunov, N. I. (1957): Metodi opredeljenja ugljikisloti u počvenom vozduhu. — Počvovodenie, № 2.
- Gordon, L. X. (1969): K voprosu o svjazi nekatorih staron energetičeskovo obmena i sostojanija vodi v rastenijah. — Vodni režim s-h rastenij. Moskva.
- Gurikov, J. B. (1970): Sovremenoe sostojanie problemi strukturi vodi. — Sost. i rol vodi v biol. obekt. Moskva.
- Gusev, N. A. (1959): Nekotorie zakonomernosti vodnovo režima rastenij. — Izd. AN SSSR, Moskva.
- Gusev, N. A. (1962): O karakteristike sostojanija vodi v rastenij. — Fiziol. rastenij, 9, № 4.
- Gusev, N. A. (1969): Fiziologija vodoobmena rastenij. — Kazan.
- Gusev, N. A., Petinov, N. S. (1974): Nekotorie voprosi teorii vodnovo režima rastenij i ih značenije v praktike orošaemogo zemledelija. — Biol. osn. oroš. zeml., Moskva.
- Haber, W. (1958): Oekologische Untersuchungen der Bodenatmung. — Flora, 146.
- Harder, R. (1923): Bemerkungen über die Variationsbreite des Kompensationspunktes beim Gaswechsel der Pflanzen. — Ber. Dtsch. Bot. Ges., 41.
- Huber, B. (1952): Der Einfluss der Vegetation auf die Schwankungen des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre. — Arch. für Meteor., 4.
- Ivanoff, L. A. (1928): Zur Methodik der Transpirationsbestimmungen am Standort. — Ber. Dtsch. Bot. Ges., 46.
- Janković, M. M. (1962): Značaj karaktera heliogeofizičkih uslova za ekološku tipologizaciju i metabolizam naših osnovnih tipova biogeocenoza. — Arhiv biol. nauka, 14, 1—2.
- Janković, M. M. (1969): Karakteristike temperaturnog režima listova nekih biljaka u biocenozi *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Simp. iz ekol., Beograd, 3.
- Janković, M. M. (1969): Karakteristike vodnog režima mladih i starih listova nekih zimzelenih biljaka u mediteranskoj šumskoj i žbunastoj vegetaciji našeg Primorja. — III Kongres biologa Jugoslavije, Ljubljana, 128.
- Janković, M. M. (1971): Ekofiziološke karakteristike vodnog režima vrste *Stellaria holostea* u zajednici *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Ekologija, vol. 6, 2.
- Janković, M. M. (1972): Neki problemi fiziološke ekologije biljaka. — Savremena biologija, 11.

- Janković, M. M., Blaženčić, J. (1966): Rezultati morfoloških i anatomskih proučavanja karaktera i prave prirode končastih (perastih i jednostavnih) submerznih organa raška (*Trapa L.*), kao i dinamike njihove organogeneze. — Glasn. Bot. inst. i zavoda Univ. u Beogradu, 2, 1—4.
- Janković, M. M., Blaženčić, J. (1968): Anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih organa *Trapa L.* gajene uporedo u vodnoj i vazdušnoj sredini pod eksperimentalnim uslovima. — Glasn. Bot. inst. i Bašte Univerziteta u Beogradu, 3, 1—4.
- Janković, M. M., Blaženčić, J. (1970): Neki aspekti ekološkog i fiziološkog značaja korenovog sistema vodene biljke oraška (*Trapa L.*). — Glasn. Bot. inst. i Bašte, 5, 1—4.
- Janković, M. M., Bogojević, R., Popović, R., Blaženčić, Ž. (1973): Neki rezultati fiziološko-ekoloških proučavanja efemeroida u zajednici *Querceto-Carpinetum serbicum* Rud. na Fruškoj gori (Iriški Venac). — I Kongres ekologija Jugoslavije, Beograd, 97.
- Janković, M. M., Bogojević, R., Popović, R., Stefanović, K., Blaženčić, Ž., Dimitrijević, J. (1973): Fiziološko-ekološka proučavanja vodnog režima nekih značajnih biljnih vrsta u mediteranskoj zajednici *Orno-Quercetum ilicis* na ostrvu Lokrumu kod Dubrovnika, kao i fizičkih uslova staništa. — I kongres ekologija Jugoslavije, Beograd, 98.
- Janković, M. M., Kojić, M. (1969): The compensation point of light in some plants of the forest community *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. on the mountain Fruška Gora. — Ekologija, vol. 4, 2.
- Janković, M. M., Kojić, M. (1969): Kompenzaciona tačka kod nekih biljaka zajednice *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Simp. iz ekologije, Beograd, 11.
- Janković, M. M., Kojić, M. (1973): Potencijalna mogućnost organske produkcije biljnog pokrivača Srbije. — Ekologija, vol. 8, 1.
- Janković, M. M., Kojić, M. (1974): O potencijalnim mogućnostima organske produkcije biljnog pokrivača Jugoslavije. — IV kongres biol. Jugoslavije, Sarajevo, 50.
- Janković, M. M., Kojić, M., Popović, R., Dimitrijević, J. (1969): Hidraturni odnosi nekih značajnih zimzelenih biljaka mediteranske vegetacije na ostrvu Lokrumu kod Dubrovnika. — III kongres biologa Jugoslavije, Ljubljana, 132.
- Janković, M. M., Popović, R., Dimitrijević, J. (1967): Osnovne karakteristike i dinamika transpiracije nekih značajnih biljaka u biocenozi *Quercetum confertae-cerris* Rudski na Avali kod Beograda na osnovu posmatranja u 1964. godini. — Ekologija, vol. 2, 1—2.
- Janković, M. M., Popović, R., Dimitrijević, J. (1969): Osnovne karakteristike i dinamika transpiracije nekih značajnih biljaka u biocenozi *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Simp. iz ekologije, Beograd, 9.
- Janković, M. M., Popović, R., Dimitrijević, J. (1970): Neki aspekti organske produkcije biljaka prizemnog sprata u zajednici *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Glasn. Prir. muzeja, ser. 5, knj. 25.
- Janković, M. M., Popović, R., Dimitrijević, J. (1972): Prilog proučavanju vodnog režima nekih zimzelenih vrsta u vegetaciji makije na ostrvu Lokrumu kod Dubrovnika. — I Simp. Jugosl. društ. za bilj. biziol., Novi Sad.
- Janković, M. M., Popović, R., Matijašević, B. (1972): Neki rezultati fiziološko-ekoloških proučavanja munike (*Pinus heldreichii*) na Ošljaku, Šarplanina. — Simp. o munici, Peć.
- Janković, M. M., Popović, R. (1972): A contribution to the study of water regime of some significant herbaceous plants of the rocky coast of Adriatic island Lokrum near Dubrovnik. — Ecophysiol. found. of ecosystems productivity in arid zone, Leningrad.
- Janković, M. M., Popović, R., Dimitrijević, J. (1972): Ekofiziološke karakteristike nekih drvenastih vrsta u zajednicama *Querceto-Carpinetum serbicum* Rudski i *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Ekologija, vol. 7, 1—2.



- Janković, M. M., Popović, R., Dimitrijević, J. (1974): Energetske vrednosti organske produktivnosti nadzemnih delova prizemnih biljaka u zajednici *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. na Fruškoj gori. — Arh. biol. nauka (u štampi).
- Janković, M. M., Stanimirović, S., Blaženčić, J., Stanimirović, D. (1965): Erster Beitrag zur Erkenntnis der Entwicklungsdynamik der Art *Trapa longicarpa* M. Jank. und ihrer Bedingtheit durch äussere Faktoren im Bezug auf morphologische und biochemische Veränderung im Samen und im Laufe der Anfangsphasen der Ontogenie. — Arhiv biol. nauka, 17, 4.
- Janković, M. M., Stefanović, K. (1969): Osnovne karakteristike i dinamika zamljišnog »disanja« u nekim šumskim biocenozama na Fruškoj gori. — Acta bot. croatica, vol. 28.
- Kauko, Y., Calberg, J. (1953): Praktische Ausführung der Kohlensäurebestimmung in Gasmischungen mit Hilfe von pH Messungen. — Z. analyt. Chemie, 102.
- Kojić, M. (1964): Über den Transpirationskoeffizienten bei Frühjahrsgeophyten. — Flora oder Allgem. Botan. Zeitung, 154.
- Kojić, M. (1964): Der Assimilathaushalt einiger Zwiebelpflanzen unter laboratorischen und feldmässigen Bedingungen. — Ber. Dtsch. Bot. Ges., Berlin, 77, 8.
- Kojić, M. (1965): Uticaj koncentracije natrijumhlorida na proizvodnju suve supstance spanaća. — Agrohemija, 3.
- Kojić, M. (1965): Praćenje dinamike stoma pomoću porometra i mogućnost procenjivanja dnevnog toka transpiracije. — Zborn. radova Polj. fakulteta, 13, 394.
- Kojić, M. (1966): Über die Wasserbilanz und Stoffproduction bei Frühjahrsgeophyten. Ber. Dtsch. Botan. Ges., Berlin, 79, 4.
- Kojić, M. (1968): Kompenzaciona tačka svetlosti listova različite starosti. — Glasn. Botan. zavoda i Bašte Univer. u Beogradu, tom 3, 1—4.
- Kojić, M. (1969): Über die Assimilationsleistung bei Roggen und Gerste unter feldmässigen Bedingungen. — Ber. Dtsch. Bot. Ges., Berlin, 81, 10.
- Kojić, M. (1969): Prilog proučavanju intenziteta disanja listova nekih kulturnih biljaka. — Simp. iz ekologije, Beograd, 4.
- Kojić, M. (1969): O intenzitetu disanja listova nekih drvenastih i zeljastih biljaka s posebnim osvrtom na uticaj starosti lista na intenzitet disanja. — Simp. iz ekologije, Beograd, 5.
- Kojić, M. (1969): Prilog proučavanju intenziteta disanja nekih korovskih biljaka. — III kongres biologa Jugoslavije, Ljubljana, 145.
- Kojić, M., Cincović, T. (1966): Hidratacija nekih sorata vinove loze na različitim podlogama. — Zborn. radova Polj. fakulteta, 13, 412.
- Kojić, M., Cincović, T. (1967): Contribution to the study of photosynthesis productivity of some high yield types of wheat in field conditions. — Journ. for Agric. Research, vol. 20, 69.
- Kojić, M., Cincović, T. (1969): Rezultati proučavanja produktivnosti fotosinteze *Festuca pratensis* i *Lolium perenne* u poljskim uslovima. — Simp. iz ekologije, Beograd, 76.
- Kojić, M., Cincović, T. (1969): Prilog proučavanju vodnog režima nekih korovskih vrsta u okolini Beograda. — III kongres biologa Jugoslavije, Ljubljana, 84.
- Kojić, M., Cincović, T. (1971): Über die Transpirationsintensität bei *Evonymus japonica* Thunb. und *Mahonia aquifolium* Nutt. mit besonderer Berücksichtigung des Alters der Blätter. — Ber. Dtsch. Bot. Ges. 84, 1—2.
- Kojić, M., Cincović, T., Stojković, L., Čanak, M. (1969): Proučavanje hidratacije nekih vrsta u zajednicama ozime pšenice i kukruza u 12-poljnom plodoredu. — Simp. iz ekologije, Beograd, 5.
- Kojić, M., Cincović, T., Šinžar, B. (1966): Prilog proučavanju uticaja ostataka pesticida na vodni režim pšenice. — I kongres o ishrani, Beograd.
- Kojić, M., Cincović, T., Šinžar, B. (1967): Promene vodnog režima pšenice u zavisnosti od dejstva ostataka nekih herbicida. — V Jugosl. savet. o korovima, Beograd.

- Kojić, M., Cincović, T., Šinžar, B. (1967): The influence of simazine and atrazine on the water balance of wheat. — 6 Intern. Cong. of Plant protection, Wien.
- Kojić, M., Cincović, T., Šinžar, B. (1970): Einfluss von Simazin und Atrazin auf den Wasserhaushalt des Weizens. — Tagungsbericht der Dtsch. Akad. der Landwirtschaftswissen, Berlin, № 109.
- Kojić, M., Cincović, T., Šinžar, B., Živanović, Ž., Dežović, R. (1973): Fitocenološka i ekofiziološka proučavanja korova u dolini Velike Morave. — I kong. ekologija Jugoslavije, Beograd, 68.
- Kojić, M., Cincović, T., Živanović, Z. (1969): Prilog proučavanju vodnog režima nekih hibrida kukuruza. — Simp. iz ekologije, Beograd, 6.
- Kojić, M., Janković, M. M. (1967): Über die Hydraturverhältnisse einiger Arten der thermophyllen Waldgesellschaften von *Quercus conferta* und *Quercus cerris* auf der Avala bei Belgrad. — Ber. Dtsch. Bot. Ges. Berlin, 80, 2.
- Kojić, M., Janković, M. M., Dimitrijević, J. (1969): O produktivnosti fotosinteze *Lolium perenne* i *Medicago lupulina* i problem kompleksnog proučavanja organskog produktiviteta. — Simp. iz ekologije, Beograd, 12.
- Kojić, M., Janković, M. M., Popović, R. (1972): Kompenzaciona tačka svetlosti nekih vrsta u šumskim zajednicama *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. i *Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski na Fruškoj gori. — I Simp. iz biljne fiziologije, Novi Sad.
- Kojić, M., Mijanović, O. (1971): O vodnom režimu i značaju nekih njegovih aspekata za gajenje ukrasnih biljaka. — Glasnik Šum. fakulteta, Beograd.
- Kojić, M., Mijanović, O. (1973): Proučavanje intenziteta transpiracije mlađih i starijih listova ruže u različitim ekološkim uslovima. — I kongr. ekol. Jugosl., Beograd, 105.
- Kojić, M., Švrkota, B., Aćimović, I. (1967): Influence of amino-triazine and 2,4-D herbicide residues activity and osmotic values with Cucumbers. Abst. III Yug. — Poln. Symp. on the app. of radioizotop. and ioniz. radiat. in agric. vet, sc, and forst.
- Kojić, M., Švrkota, B. i Aćimović, I. (1969): Die Wirkung der Residuums von Atrazin, Gesaprim und 2,4-D auf die tägliche Wasserdynamik der Pflanzen. — Wissenschaftl. Ber. d. Univ. für Agrarwissenschaft, Gödöllö.
- Kojić, M., Švrkota, B., Kljajić, R. (1970): Einfluss der Aminotriazin und 2,4-D Rückstände auf die Fermentaktivität und die Veränderung der osmotischen Werte bei Gurken. — Tagungsber. der Dtsch. Akad. der Landwirtschaftswissen., Berlin, № 109.
- Kojić, M., Šinžar, B. (1970): O uticaju herbicida na vodni režim nekih povrtarskih biljaka. — VII Jugosl. savet. o korovima.
- Kojić, M., Šinžar, B., Kljajić, R. (1970): Study of the net assimilation rate of Onion treated with herbicides CDAA and CIPI. — 7 Cong. Internat. de la protection des plantes, Paris.
- Koslowski, T. (1969): Water metabolism in plants. — New York, Evanston and London.
- Kreeb, K. (1974): Oekophysiologie der Pflanzen. — Stuttgart.
- Laue, R., Förkel, N., Forberg, J. (1968): Die Relation zwischen Pflanze, Klima, Boden und agrotechnischen Massnahmen in einem Strukturmodell. — Studia bioph., Berlin, 11.
- Lavrenko, E. M. (1964): Ob urovnjah izučenija organičeskovo mira v svjazi s poznanijem rastitelnovo pokrova. — Izv. AN SSSR, ser. biol., 1.
- Lieth, H. (1960): Über die Lichtkompensationspunkt der Landpflanzen, I, II. — Planta, 54.
- Lobov, M. F. (1966): Diagnostirovanie srokov polivov ovošnih kultur po koncentracii kljetočnovo soka. — Biol. osn. oroš. zem., Moskva.
- Makarov, V. N. (1970): K metodike opredelenija intensivnosti videlenija CO<sub>2</sub> iz počvi. — Počvovedenie, № 5.
- Matijašević, — Vasić, B. (1969): Prilog poznavanju hidrature kod *Fragaria vesca* L. — Ekologija, vol. 7, 2.
- Matijašević, B. (1973): Neke fiziološko-ekološke karakteristike vrste *Carex silvatica* Huds. u zajednici *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. na Fruškoj gori. — I kongres ekologija Jugoslavije, Beograd, 97.

- Milošević, R. (1966): Dinamika izdvajanja CO<sub>2</sub> sa površine zemljišta u različitim asocijacijama Fruške gore. — Zbornik radova Inst. za biol. istraž., knj. 11. № 6.
- Mina, V. M. (1960): Intensivnost obrazovanja ugljikislota i eë raspodelenie v počvenom vozduhe v višceločnih černozemah v zavisimosti ot sostava lesnoi rastitelnosti. — Trudi labor. lesovod. AN SSSR, 1.
- Müller, D. (1928): Die Kohlensäureassimilation bei arktischen Pflanzen und die Abhängigkeit der Assimilation von der Temperatur. — *Planta*, 6.
- Nemethy, G., Scheraga, H. (1962): Structure of water and hydrophilic bonding in proteins. — *Journ. Chem. Phys.*, 36.
- Ničiporovič, A. A. (1973): Osnovi fotosintetičkei produktivnosti rastenij. — Sovr. problemi fotosinteza, Moskva.
- Noack, C. (1969): Aussagekraft biophysikalischer Modelle der Transpiration. — Leipzig.
- Novikoff, A. B. (1945): The concept of integration levels and biology. — *Science*, 101.
- Odum, E. P. (1972): *Fundamentals of ecology*. — Philadelphia.
- Paterson, S. S. (1956): The forest area of the world and its potential productivity. — *Göt. Univ. Royal*, 216.
- Petinov, N. S. (1969): Sostojanie i perspektivi izučenija vodnovo režima rastenij v SSSR. — Vodn. režim s-h. rastenij, Moskva.
- Petinov, N. A. (1974): Sostojanie i perspektivi razrabotki naučnih osnov polivnih režimov i sistemi pitanija glavneiših seljšohozjajstvenih kultur. — *Biol. osn. oroš. zem.*, Moskva.
- Popović, R. (1968): Prilog proučavanju problema uticaja oblačnosti na intenzitet transpiracije nekih biljaka. — *Glasn. Bot. zavoda i Bašte Univ. u Beogradu*, 3, 1—4.
- Popović, R. (1969): Specifičnosti kod vodnog režima drvenastih i zeljastih biljaka u nekim šumskim zajednicama na Fruškoj gori. — *Simp. iz ekologije*, Beograd, 7.
- Popović, R. (1971): Ekofiziološke karakteristike vodnog režima vrste *Melica uniflora* u zajednici *Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski na Fruškoj gori. — *Ekologija*, vol. 6, 2.
- Popović, R. (1972): Ekološka studija hidraturnih odnosa nekih značajnih biljnih vrsta u zajednici *Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski na Fruškoj gori. — *Glasn. Inst. za bot. i Bašte Univ. u Beogradu*, 7, 1—4.
- Popović, R. (1973): Fiziološko-ekološke karakteristike vrste *Hedera helix* u različitim šumskim zajednicama. — I kongres ekologa Jugoslavije, Beograd, 95.
- Popović, R. (1973): Neke ekofiziološke karakteristike vodnog režima efemeroida u zajednici *Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski na Fruškoj gori (Zmajevac). — *Glasn. Inst. za botaniku i Bot. bašte Univ. u Beogradu*, 8, 1—4.
- Popović, R., Dimitrijević, J., Matijašević, B. (1974): Vodni režim nekih značajnih biljaka u zajednici *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. na Fruškoj gori (Iriški venac). — IV kongres biol. Jugoslavije, Sarajevo, 58.
- Raschke, K. (1966): Die Reaktionen des CO<sub>2</sub>-Regelsystems in den Schliesszellen von *Zea mays* auf weisses Licht. — *Planta*, 68.
- Rowe, J. S. (1961): The level of integration concept and ecology. — *Ecology*, 42, 2.
- Samoilov, O. J. (1967): Obščie voprosi teorii gidratacii ionov v vodnih rastvorah. — *Sost. i rol vodi v biol. ob.*, Moskva.
- Slatyer, O. R. (1970): *Plant-water relationships*. — London and New York.
- Sobolev, L. N. (1969): Zavisimost produktivnosti rastenij soobščev i ih geografičeskikh sistem of faktorov sredi. — *Obšč. teoret. probl. biol. produktivnost.*, Leningrad.
- Stefanović, K. (1971): Uticaj šumske prostirke na sadržaj nekih elemenata u zemljištu u zajednicama *Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski i *Aetosello-Quercetum petrae* Jank. i Miš. na Fruškoj gori. — *Glasn. Inst. za bot. i Bot. bašte*, 6, 1—4.

- Stefanović, K. (1972): Upporedno proučavanje produkcije CO<sub>2</sub> u zajednici *Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski i na otvorenom polju na Fruškoj gori. — Zemljište i biljka, 21, 1.
- Stefanović, K. (1975): Ekološka studija produkcije ugljendioksida u nekim listopadnim šumama Fruške gore. — Diss., Bgd.
- Stocker, O. (1929): Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpiration und Evaporationsgrösse. — Ber. Dtsch. Bot. Ges., 47.
- Tarčevski, J. A. (1971): Osnovi fotosinteza. — Kazan.
- Tischler (1937): On some problems of cytotaxonomy and cytoekology. — Journ. Indian. Botan. Soc., 16, 3.
- Unger, K. (1968): Biophysik pflanzlicher Systeme. — Studia biophys., 11.
- Utkin, A. J. (1967): Lesnaja nauka i isledovanija po međunarodnom biologi-českom programe. — Rast. resursi, 3, 4.
- Voznesenskii, V. L. (1968): Ob uglekislotnom kompenzacionom punkte gazoobmen u rastenij. — Bot. žurnal, 5.
- Walter, H. (1931): Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung. — Jena.
- Walter, H. (1960): Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I Teil: Standortslehre. — Stuttgart.
- Walter, H., Kreeb, K. (1970): Die Hydratur und Hydratacion des Protoplasmas der Pflanzen und ihre ökophysiologische Bedeutung. — Wien—New York.
- Weck, J. (1960): Klimaindex und forstliches Produktionspotential. — Forstarchiv, 31, 7.
- Živanović, Ž. (1969): Prilog proučavanju vodnog režima ranoprolećnih korovskih efemera u okolini Beograda. — III kong. biologa Jugoslavije, Ljubljana.
- Živanović, Ž. (1971): Prilog proučavanju vodnog režima nekih američkih sorti breskve u okolini Beograda. — Simp. iz idioekologije, Split.
- Živanović, Ž. (1973): Vegetacijski i hidraturni odnosi u jednoj agrofitocenozi kukuruza u južnom Banatu. — I kongres ekologa Jugoslavije, Beograd.
- Živanović, Ž. (1974): Neke sinekološke i ekofiziološke karakteristike u vegetacijskoj dinamici jedne agrofitocenoze pšenice u južnom Banatu. — IV kongres biologa Jugoslavije, Sarajevo.
- Živanović, Ž. (1974): Uticaj lisne površine na organsku produkciju šećerne repe u datoj agrofitocenozi južnog Banata. — IV kongres biologa Jugoslavije, Sarajevo.

### S u m m a r y

MILORAD M. JANKOVIĆ and MOMCILO KOJIĆ

#### CURRENT PROBLEMS IN PHYSIOLOGICAL PLANT ECOLOGY AND THE ACHIEVEMENTS OF THE DEPARTMENT OF PHYSIOLOGICAL PLANT ECOLOGY OF THE INSTITUTE FOR BIOLOGICAL RESEARCH IN BELGRADE

Physiological plant ecology is closely related to plant physiology. Although it uses many methods of the plant physiology it is in fact a discipline of the plant ecology. Consequently, the physiological plant ecology is a branch of ecology dealing with physiological processes in plants under more or less unmodified natural environmental conditions. Its purpose is to explain the ecology of plants in relation to their physiological specificities and adaptations, their physiological processes in relation to particular environmental conditions, and the nature of morphological and anatomical adaptations of plants.

The scopes and tasks of the physiological plant ecology are very complex. The objectives are physiological processes under particular natural environmental conditions, but the conditions themselves as well, as they influence these processes; finally, various morphological and anatomical characteristics of plant are also objective, for they regulate and control the physiological processes. In fact the subject of physiological plant ecology should be: to establish the specificities of interactions, and mutual interdependence of life processes and morphological — anatomical structures under particular environment conditions.

Cytoecology based on cytophysiological research was introduced in science by Tischler (1937). Cytoecology deals with the study of changes of the cell structure and functions under changing environmental factors and the effects of such changes on life manifestations of the organism as a whole.

Water régime occupies the central position in the plant life and has an exceptional importance for the trend and intensity of physiological processes. Physiological plant ecology, therefore, pays particular attention to this ecophysiological parameter.

Dealing with water balance in plants many authors concentrate on the structure and features of water having as a base biochemistry, colloidal chemistry and thermodynamics. Such an approach to the analysis of water balance in plants, although prevalently physiological, is particularly important in physiological plant ecology since it makes evident the elements necessary for further study of the rules concerning the water balance under particular environmental conditions. Regardless numerous and thorough studies of the structure and qualities of water there is not yet a unique concept on that matter. However, all the existing hypotheses could be classified in the following two groups:

1. The models of the structure based on the presumption that water has a homogenous structure in its total volume.
2. The models based on the presumption that various structures are unevenly distributed in water.

Considering the state of water in biological systems, there are also various concepts. According to some concepts the water in living systems is more compact and does not show the same structure as the pure water. According to another, more recent concept, based on modern biophysical methods, the major part of water in biological objects, does not differ or hardly differs in qualities from the pure water.

Data on the dynamics of water content and water deficit do not reflect sufficiently the real state of the water régime in plants. Namely, a balanced water budget and the total water content in a particular moment are of minor importance in comparison with the hygric state of the protoplasm, i. e. with its turgidity, which is designated, by Walter as *hydrature*. It should be distinguished from the term *hydration* meaning the quantity of the absorbed water in plants. The *hydrature* is qualitatively different concept. It designates the hydric

state of the protoplasm and is measured according to the vapor pressure. The hydrature of the protoplasm depends directly on the cell sap composition or its concentration respectively. Hence, in assessing the state of the turgidity of the protoplasm, i. e. the degree of hydrature, the osmotic values of the cell sap are used. In estimation of the osmotic pressure in ecophysiological studies, the crioscopic method is usually applied, and in some cases the method of plasmolyse.

Recently, in connection with the problem of hydrature, much attention has been paid to the material basis of the osmotic pressure of the cell sap. Mutual interdependence of the hydric state and the metabolic processes results in a particular composition of the cell sap which is subject to changes. Studies have shown that various salts play very important role as osmotic active substances, in particular the inorganic salts, chlorides etc. Estimation of the salt content and its variations in the cell sap of halophytes, parallel to the analyses of the salt content in the soil, are particularly important. Such procedures are very perspective for the solution of many problems concerning the ecophysiology of halophytes.

Taking in consideration the exceptional importance of the problem of hydrature, the Department of Physiological Plant Ecology of the Institute for Biological Research »Siniša Stanković« in Belgrade, has been studying systematically, for many years, the hydrature of major coenobionts in some characteristic life communities in Yugoslavia. Particular attention has been paid to the representatives of the principal ecological types and life forms (representative xerophytes — pilous or with various peripheric cuticular protections, steppic xerophytes; mesophytes and hygrophytes). In progress are the studies of the hydrature in succulent and halophyte species. Such investigations provide the elements for further analyses of the relations between the halomorphoses and xeromorphoses.

Our long-term, complex ecophysiological studies, which regularly include the study of the hydrature, have been carried out very thoroughly on the mountains Fruška Gora, Avala, Šara, as well as on the island Lokrum near Dubrovnik. It should be particularly stressed that they have always been followed by complete microclimatic measurements.

Transpiration is also an important parameter of the water régime in plants. The transpiration, absorption and transport of water being tightly interconnected, the study of the course and intensity of transpiration gives an illustrative picture of the water turnover in plants. The studies of water absorption by the system of roots and of the transport of water are very difficult, ecophysiologicalists make efforts to provide indirectly approximate informations on the characteristics of the absorption and transport of water by thorough study of the dynamics of the transpiration intensity.

Parallel to the study of the hydrature relations, the Department of Physiological Plant Ecology of the Institute for Biological Research, carried out long-term stationary ecological studies on the transpiration of many plant species, within the same communities and in the same objects mentioned already in relation with the hydrature. The

method of quick weighing by the torsion balance (Stocker) was applied. The concept of the studies was very complex: study of the rules concerning the transpiration processes in relation to the state and the dynamic of stomata opening, physiological characteristics of epiderm, peripheral protections (cuticle thickness, pilosity), all as functions of microclimatic, climatic, geographic, orographic and other elements. Although the studies continue to include other major ecosystems as well, the obtained results have already provided the possibility for excellent characterizing of the studied species and communities respectively.

Beside the hydrature and transpiration, as the most important parameters in ecophysiological analyses of the water regime in plants, some other elements have also been studied: the quantity and relations of the total, free and bound water within particular plant tissues and organs, water deficit, waterholding capacity of tissues, suction force of cells etc., i.e. all those elements that affect more or less in a particular way the basic parameters — hydrature and transpiration. All of them are studied and analysed according to the programme of the Department of Physiological Plant Ecology and the results obtained so far complete the picture of that major ecophysiological problem of our ecosystems.

Photosynthesis and respiration are of particular interest. From the point of view of the physiological plant ecology the photosynthesis occupies one of the central positions. This is understandable since all life communities, accumulations of the organic matter and solar energy binding depend on the photosynthetic activity. There is no doubt that structure and other essential characteristics of ecosystems depend largely on the photosynthetic processes of the green plants, but in particular on the conditions, course and intensity of the processes. In addition, the photosynthesis makes one of the cornerstones of the (primary) organic production which is the main concern of the International Biological Programme. Consequently it represents one of the top problems of ecophysiology.

In discussions on photosynthesis in ecology we usually mean the net-photosynthesis, i.e. the difference between the total carbon dioxide bound and released at the same time by respiration. There is a misconception that the intensity of photosynthesis acts as the decisive factor in the biomass production of plants. However, this is not always so. A whole complex of factors on which the final effects of the photosynthesis depend, of major importance in ecology, although not accounted in phyto-physiology, are designated by Walter (1962) as the *photosynthetic régime*.

The study of the CO<sub>2</sub> régime which is the essential factor of photosynthesis, deserves particular attention. Using the absorption method in estimating the quantity of CO<sub>2</sub>, many authors have established that the quantity and production of CO<sub>2</sub> in various ecosystems varies in the course of the vegetational period as well as in the daily course.

The Department of Physiological Plant Ecology has been paying much attention to the ecological study of CO<sub>2</sub> for many years, and the results obtained within different ecosystems (on the mountains

Fruška Gora, Avala, Šara, and on the island Lokrum) have made a sound base for further study of that element of photosynthesis in various biogeocoenoses of our country.

Study of the photosynthetic productivity has also major importance in the physiological plant ecology. It is to be distinguished from the concept net-photosynthesis. Whereas net-photosynthesis means the difference between the photosynthesis itself and the simultaneous leaf respiration, the photosynthetic productivity means the increase of dry leaf substance per unit of the leaf surface and per unit of time. The members of the Department of Physiological Plant Ecology have been working systematically on the photosynthetic productivity of many plant species from our biocoenoses. The obtained data have shown that the values concerning the photosynthetic productivity of the studied plants range from 5 to 10 g./m<sup>2</sup> and show considerable variations during the vegetational period.

The study of the respiration of leaves and other green parts of plants is done in the absence of light, i. e. with exclusion of the photosynthetic processes. Hence, this is a respiration in the dark which does not necessarily correspond to the respiration by light, in the presence of photosynthesis. The respiration by light is more interesting from the point of view of ecophysiology since it takes place parallel to the photosynthesis. Moreover, the analysis of the course and intensity of respiration is very important since it provides, among other things, the estimates of net-photosynthesis which are essential and relevant in the studies of organic production.

The research staff of the Department have studied the respiration intensity in large number of herbaceous and ligneous species, the process being studied moreover in leaves of different age. The results obtained so far have shown that herbaceous species exhibit more intensive gase exchanges as compared with the ligneous ones.

Due attention has been paid also to the problem of the compensation point of light. Long-term studies of the compensation point position in numerous ligneous and herbaceous species have been done in the forest communities *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. and *Quercu-Carpinetum serbicum* Rudski on the mountain Fruška Gora. The results provide first comprehensive data on global characteristics of the photosynthetic régime in the vegetational cover of a particular region of Yugoslavia.

Organic production is certainly one of the central problems in the physiological plant ecology. In a way it is the resultant of interrelations between the basic physiological processes in plants and the environmental conditions.

Many research workers in that field agree that primary organic production can be studied at three levels: 1. organismic, 2. coenotic and 3. geographic level. As the environmental factors act in a specific manner at each of the levels methods of the studies differ according to the level. Direct and indirect methods are used. Study of energy values of the organic production within particular plant communities or their coenobionts deserves particular attention at present. This



aspect of the organic production has also been studied by the members of the Department, in various ecosystems in Yugoslavia. Results of the study on the seasonal dynamics of the energy values of production in the ground vegetation of the forest community *Festuco-Quercetum petraeae* M. Jank. on Fruška Gora, are of particular value.

Parallel to the study of the CO<sub>2</sub> régime, the »soil respiration« intensity was followed also in different communities (on the mountains Fruška Gora, Avala, Šara, and on the Island Lokrum). Data obtained during the long-term studies provided the base for estimation the organic production of many other communities occurring in various parts of Yugoslavia.

Many important results have been obtained in Yugoslavia concerning various aspects of the organic production, especially at the organismic and coenotical levels. They are contributed great deal by the members of the Department of Physiological Plant Ecology of the Institute for Biological Research in Belgrade. However, if we consider the geographical aspect of the organic production of the vegetational cover in Yugoslavia, we must conclude that we are at the very beginning. First results in that field, concerning at first only Serbia and later on Yugoslavia, were published by Janković and Kojić (1973, 1974). After many year studies and analyses, data on the potential productivity of the plant cover were obtained. The results are very important and provided the material for a preliminary productivity map of the plant cover of Yugoslavia. On the basis of the acquired experience, Janković und Kojić, are engaged in modifying the method currently applied (by Paterson and Weck) for assessing the potential organic productivity of the plant cover.

Actual ecological problems concerning pollution of the Man's environment impose numerous tasks to the physiological plant ecology. Many of them have already been dealt with by the Department of Physiological Plant Ecology. They also constitute an important part of the future program of the Department.

Modelling in the Physiological Plant Ecology is very actual and important in solving and explaining many complex ecological problems. As a complementary method it may contribute in the future to the solution of some problems that cannot be completely elucidated by classical methods.

From the exposed report it becomes evident that the physiological plant ecology represents a complex phytoecological discipline unifying three objects of study: physiological processes, environmental condition analysis, and anatomical — morphological characteristics of plants, strongly affecting and directing the mentioned processes. The future of the phytoecology is provided by these principle lines of study. Recent achievements of the Department of Physiological Plant Ecology of the Institute for Biological Research »Siniša Stanković«, presented here only in outlines and as a general information, make an important contribution of the Belgrade ecophysiological center to the development of that scientific branch in Yugoslavia and a solid base of its future advancements.



ANKA DINIC

## EKOLOŠKA STUDIJA GRABA (CARPINUS BETULUS L.) NA PRIMERU TIPIČNOG VEGETACIJSKOG TRANSEKTA NA AVALI

### UVOD

Istraživanja rasprostranjenja graba i njegovog učešća u šumskim zajednicama Srbije (Dinić A., 1974), pokazala su da se ova vrsta javlja u relativno malom broju brdskih zajednica i na ograničenom broju staništa u odnosu na bukvu (Mišić V., 1957) sa kojom je grab ekološki i taksonomski blizak i izgrađuje mešovite zajednice. Zato sam bila u mogućnosti da u cilju daljih detaljnijih ekoloških ispitivanja graba, izaberem jedan tipičan ekološko-cenološki transekt u kome se smenjuju u prostornom nizu različita staništa i osnovni tipovi šumskih zajednica sa grabom. Za ova ispitivanja izabrana je Avala, mali planinski masiv (511 m) u široj okolini Beograda, koja je fitocenološki istražena (Borisavljević, Lj., Jovanović-Dunjić R., Mišić V., 1955; Antić M., Mišić V., 1972). Na južnoj strani Avale nalazi se naučnoistraživački stacionar sa nekoliko fitocenoza, koje se u nizu prostorno smenjuju na malim rastojanjima i koje su karakteristične za severnu Srbiju, tako da je ovaj stacionar mogao poslužiti kao model za stacionarna ispitivanja (Mišić V., 1969; Antić M., Borisavljević Lj., Mišić V., 1972).

U ovoj studiji primenjen je veći broj različitih metoda (geodetsko snimanje celokupnog terena u transektu; fizičko-hemijska analiza zemljišta; dendrometrijska merenja; kvalitativno-kvantitativna analiza sastava i strukture sinuzija drveća, žbunova i zeljastih biljaka; fenološka osmatranja, itd.) u cilju što potpunijeg sagledavanja osnovnih bioloških osobina graba i njegovog odnosa prema uslovima različitih staništa i drugim vrstama šumskog drveća i njegovog učešća u formiranju određene strukture sastojina, što sve daje kompleksnu predstavu o vrsti (Sukačev V. N., 1964; Šenikov A. P., 1964; Janković M. M., 1971). Pored toga korišćeni su rezultati ispitivanja individualnog i grupnog varijabiliteta graba, vršenih u okviru istih oglednih površina u transektu (Dinić A., 1974). Podela transekta na šire i uže pojaseve, u zavisnosti od objekta ispitivanja (sinuzija drveća, odnosno zeljastih

biljaka) omogućila je detaljnu analizu tipičnih zajednica, kao i prelaznih, kontaktnih zona među njima (Clements F., 1963; Mišić V., Dinić A., 1966; Dinić A., 1970).

U poslednje dve decenije u Srbiji su od većeg broja autora urađene ekološke studije biljnih vrsta naučnog i privrednog značaja: *Fagus L.* (Mišić V., 1957; Popović M., 1965); *Trapa L.* (Janković M. M., 1957, 1958); *Evonymus L.* (Bunuševac T., 1954, 1955); *Picea omorica* Panč. (Čolić D., 1957, 1959, 1967); *Pinus heldreichii* Chr. i *Pinus peuce* Gris. (Janković M. M., 1960); *Quercus L.* (Janković M. M., 1950, 1956, 1964; Jovanović B., 1957, 1958); *Populus nigra L.* (Tucović A., 1965); *Nardus stricta L.* (Borisavljević Lj., 1965); *Agropyrum repens* Beauv. (Živanović Ž., 1965); *Castanea sativa* Mill. (Glišić M., 1971); *Picea excelsa L.* (Mišić V., Popović M., Čolić D., 1972 a, b) i dr. Ekološka studija graba u stacionaru na Avali predstavlja deo kompleksne studije (doktorske disertacije izrađene u Odeljenju za fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja u Beogradu) koja, zahvaljujući primeni mnogih metoda, može predstavljati doprinos razvitku idioekologije u celini.

Koristim ovu priliku da se najtoplije zahvalim rukovodiocima doktorske disertacije dr Vojislavu Mišiću, naučnom savetniku, koji je neposredno rukovodio mojim radom i dr Miloradu Jankoviću, profesoru Univerziteta, na savetima i sugestijama. Zahvaljujem se takođe dr Mihajlu Antiću, profesoru Šumarskog fakulteta na pomoći u pedološkim ispitivanjima, dr Radoju Bogojeviću, docentu Prirodno-matematičkog fakulteta na ustupljenim podacima mikroklimatskih merenja, ing. Životi Radovanoviću, saradniku Republičkog zavoda za zaštitu prirode SR Srbije na pomoći u dendrometrijskim ispitivanjima i samostalnim tehničarima Instituta za biološka istraživanja, Milki Peško i Draganu Andriću na tehničkoj pomoći u radu.

## OSNOVNE KARAKTERISTIKE AVALE I STACIONARA

Avala je relativno mali masiv (511 m) u široj okolini Beograda, koji pripada šumadijskim planinama, koje čine prelaznu zonu između Dinarske i Rodopske sisteme (Dimitrijević B., 1931). Specifične klimatske osobine ovog prelaznog područja, geološka, geomorfološka i pedološka raznovrsnost i antropogeni uticaji, doveli su do formiranja bogate i raznovrsne flore i vegetacije. Na relativno malom rastojanju smenjuju se različite šumske zajednice (Borisavljević Lj., Jovanović-Dunjić R., Mišić V., 1955; Antić M., Mišić V., 1972). Avala je severnom i severoistočnom stranom okrenuta panonskoj niziji, a južnom stranom Šumadiji. Na severnoj i istočnoj strani ovog masiva dominiraju hrastovo-grabove i bukove šume, a na južnoj strani sladunovo-cerove i kitnjakove šume. Šumske zajednice su pretežno manje ili više degradovane.

Naučnoistraživački stacionar nalazi se na južnoj strani Avale na 300 do 400 m n.v. On obuhvata sledeće šumske zajednice: zajednica sladuna i cera (*Quercetum farnetto-cerris serbicum* Rudski, 1949, i to dve varijante — varijanta sa kitnjakom, koja naseljava strmije de-

love južne padine i varijanta sa grabom (*Quercetum farnetto-cerris carpinetosum betuli*), koja zauzima blago nagnuti deo južne padine (Antić M., Borisavljević Lj., Mišić V., 1969); tipična zajednica kitnjaka i graba (*Quercu-Carpinetum typicum* Gaj., 1960), koja se nalazi na severnoj padini iznad Dubokog potoka; termofilna varijanta zajednice kitnjaka i graba sa sladunom (*Quercu-Carpinetum farnettosum* Gaj., 1960), koja zauzima plato grebena izloženog jugu; zajednica kitnjaka i crnog jasena (*Orno-Quercetum petrae* Miš., 1972; Bor., 1955) na blago valovitom i širokom grebenu, koji se spušta prema jugoistoku i zajednica brdske bukve i lipe (*Fagetum montanum tilietosum* Jank. et Miš., 1960) na severnoj padini. Prisustvo određenih zajednica, njihov odnos i prostorno smenjivanje u stacionaru na Avali uslovljeni su: geografskim položajem Avale, nadmorskom visinom stacionara (300—400 m), južnom stranom masiva na kojoj se nalazi stacionar, kao i kompleksom ekoloških faktora (orografskih, mikroklimatskih, edafskih i dr.).

### METODE RADA

U stacionaru na Avali postavljena su dva transekta širine 20 m i dužine 150 m. Teren transekta je geodetski snimljen i nanesen na plan. Dva transekta su uzeta da bi se izbegla sastojina cera i sladuna na gornjem delu južne padine. Tipični deo ove zajednice obuhvaćen je drugim transektom.

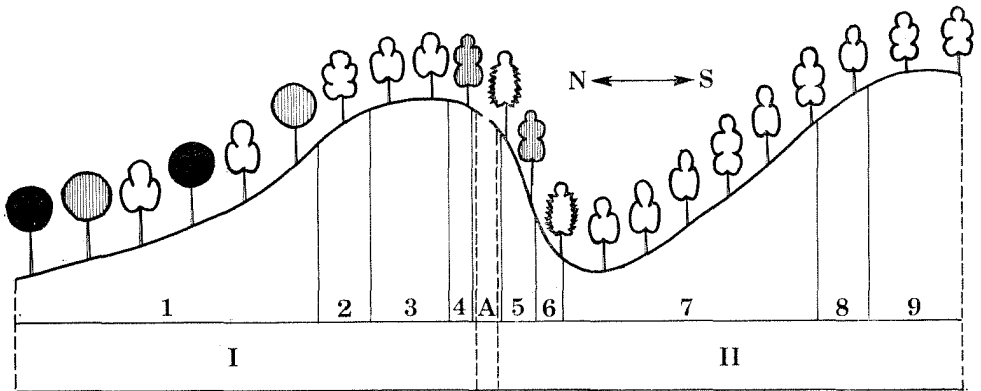
Prvi transekt obuhvata sastojine sledećih fitocenoza, sa prelazi- ma među njima: *Fagetum montanum tilietosum* na severnoj padini, *Quercu-Carpinetum farnettosum* na blago nagnutom platou izloženom jugu i *Quercetum farnetto-cerris carpinetosum betuli* na gornjem delu južne padine (Sl. 1). Drugi transekt prolazi kroz sledeće sastojine zajednica i prelaze među njima: *Quercetum farnetto-cerris* na južnoj padini, *Quercu-Carpinetum typicum* u uvali i *Orno-Quercetum petrae* na širokom grebenu blagoo nagiba (Sl. 1).

U tipičnim sastojinama ovih zajednica vršena su mikroklimatska merenja jula 1971. godine, pod rukovodstvom M. M. Jankovića i R. Bogojevića, a po metodici M. M. Jankovića (1957). Deo rezultata ovih ispitivanja korišćen je u ovom radu. Temperatura vazduha merena je pomoću standardnih psihrometarskih živinih termometara, a merenje temperature zemljišta vršeno je pomoću posebnih živinih termometara (geotermometara). Relativna vlažnost vazduha registrovana je pomoću Polimetra, a intenzitet evaporacije određivan je Piheovim evaporimetrima.

U transektima su (u tipičnim i prelaznim sastojinama i na mestima gde dominiraju pojedine vrste drveća), otvarani pedološki profili. U prvom transektu ispitano je sedam pedoloških profila, a u drugom pet. Analizirane su fizičke i hemijske osobine zemljišta i izvršena hemijska analiza šumske prostirke u karakterističnim profilima.

Geodetski je sniman položaj osnova stabala i nanesen na plan u razmeri 1 : 200 (Sl. 2). Mereni su prečnici stabala na prsnoj visini (1,30

m), unakrsno po dva prečnika kod svih stabala. Visine stabala merene su Blume-Lajsovim visinomerom. Merenje visina nekih stabala vršeno je i pomoću pantljičke, penjanjem na stabla. Površine projekcija kruna na terenu određivane su metodom »udice«, na taj način što su sa oboda kruna spuštene projekcije kruna do tla i dobijene tačke obeležavale kočićima i nanošene na plan. Polarnim planimetrom određivana je površina kruna i nanošena na plan u razmeri 1 : 200 (Sl. 3).



Sl. 1. — Poprečni vegetacijski profil kroz niz zajednica u stacionaru na južnoj strani Avale. I. Prvi transekt; II. Drugi transekt; A. Deo padine koji razdvaja dva transekta: 1. *Fagetum montanum tilietosum*; 2. Prelazna sastojina; 3. *Quercus-Carpinetum farnettosum*; 4. *Quercetum farnetto-cerris carpinetosum betuli*; 5. *Quercetum farnetto-cerris*; 6. Prelazna sastojina; 7. *Quercus-Carpinetum typicum*; 8. Prelazna sastojina; 9. *Orno-Quercetum petraeae*.

Transversal vegetational profile through a suite of communities in the stationary on southern slopes of Avala I. First transect; II. Second transect; Part of the slope which separates two transect;... 2. Transitional stand;... 6. Transitional stand;... 8. Transitional stand.

U jednom i u drugom transektu, u pojasevima veličine  $5 \times 20$  m i još manjim trakama veličine  $1 \times 20$  m, vršeno je brojanje i merenje visina mladica i žbunova. Na istim ovim mestima ocenjivana je brojnost, pokrovnost i socijalnost zeljastih vrsta po metodi Braun Blankea.

Ispitivanje fenologije graba i nekih trsta drveća vršena su u stacionaru na Avali u toku 1970, 1971. i do maja 1972. godine u sledećim sastojinama šumskih zajednica: *Fagetum montanum tilietosum* na sevrenoj padini, *Quercus-Carpinetum farnettosum* na platou, *Quercetum farnetto-cerris carpinetosum betuli* na gornjem delu južne padine. *Quercus-Carpinetum typicum* u uvali i na gornjem delu severie podine na kontaktu sa zajednicom *Orno-Quercetum petraeae*. U ovim sastojinama markirano je po 20 zrelih i 20 mladih individua graba. Pored markiranih stabala, ispitivanjima su obučena i druga stabla graba koja nisu posebno obeležena. Stabla kitnjaka, sladuna i cera, markirana su samo na platou (po 20 individua), a na ostalim staništima praćene su fenološke pojave kod većeg broja jedinki ovih vrsta u sastojinama. Praćena je fenologija i na podmlatku ovih vrsta drveća u svim ispitivanim zajednicama.

Fenološka osmatranja vršena su u toku cele godine, od početka do kraja vegetacionog perioda. U proleće je fenofaza listanja praćena svaka dva dana, od polovine marta do polovine maja; svatanje, precvetavanje i sazrevanje plodova praćeni su svakih 7 dana, a faza promene boje listova i opadanja listova svaka dva dana (od druge polovine avgusta do polovine novembra); osmatranja faze opadanja listova, preko zime, vršena su svakih 10 dana.

Listanje i promena boje listova osmatrani su durbinom i golim okom, a cvetanje, precvetavanje i sazrevanje plodova golim okom, penjanjem na stabla. Okularno je cenjen procenat svake od ovih faza u odnosu na celu krunu.

U procesu listanja obuhvaćene su sledeće fenofaze: \* faza zatvorenih pupoljaka (I); faza bubrenja pupoljaka (Ia — početak, Ib — sredina i Ic kraj faze — masovno bubrenje pupoljaka); faza otvaranja pupoljaka (IIa — početak, IIb — sredina, IIc kraj faze — masovno otvaranje pupoljaka); faza pojavljivanja mladih listića (IIIa — početak, IIIb — sredina i IIIc kraj faze — masovno pojavljivanje mladih listića) i faza formiranja listova (IVa — početak, IVb — sredina i IVc — formirani list).

Fenološka faza cvetanja obuhvata: početak cvetanja (Va), masovno cvetanje (Vb), početak precvetavanja (Vc) i masovno precvetavanje (Vd). U procesu sazrevanja plodova, vršena su osmatranja sledećih fenofaza: pojava zelenih plodova (VIa), sazrevanje plodova (VIb) i zreo plod (VIc). Faze promene boje listova i opadanja listova obuhvataju: početak pojave žutih listova (VIIa), masovna pojava žutih listova (VIIb), početak opadanja listova (VIIIa) i masovno opadanje listova (VIIIb). Opadanje suvih listova u toku zime praćeno je na zrelim i mladim individuama i na žbunovima.

S obzirom da su kod graba i kitnjaka detaljno praćene fenofaze listanja u periodu mart, april, maj 1970. i 1971. godine, radi upoređivanja ovih faza sa kretanjem temperatura vazduha, uzete su srednje dnevne temperature vazduha sa stanice »Dušanovac« (145 m n. v.) u Beogradu za isti vremenski period.

## REZULTATI ISPITIVANJA

### A. ANALIZA STANISTA U TRANSEKTIMA

Analiza orografskih faktora (ekspozicije, nagiba, opšte konfiguracije terena) u prvom i drugom transektu, pokazala je da se oni menjaju znatno na malim rastojanjima.

Prvi transekt počinje na donjem blago nagnutom (5 do 10°) delu severne padine, koji predstavlja deo jedne široke blago nagnute uvalle. Gornji deo ove severne padine je izloženiji i strmiji (20 do 25°) i naglo prelazi na plato grebena. Na mestu gde transekt I prelazi preko platoa grebena, ovaj je prilično uzan (20 do 30 m) i, šireći se, poste-

\* Pri izboru metoda, koristila sam pretežno literaturu ruskih autora (Bejdeman I. N., 1960; Borisova I. V., 1972).

peno se spušta, pod blagim nagibom (2 do 5°), prema jugoistoku. Transekt I se završava na gornjem blago nagnutom (5 do 10°) delu južne padine (Sl. 1).

Drugi transekt se ne nastavlja neposredno na prvi, već počinje oko 100 m niže na strmom delu južne padine (25 do 30°), koji se u vidu isturenog grebenčića naglo spušta u uvalu, tako da je prelaz između ova dva, inače jako ekološki kontrasna staništa, oštar. Transekt II dalje prolazi kroz centar uvale, koji predstavlja gornji deo izvorišne čelenke Dubokog potoka, a zatim se nastavlja preko severne padine, čiji se nagib postepeno povećava (10 do 15 do 20°), tako da je prelaz od uvale prema grebenu postepen. Ovaj transekt se završava na gornjem delu blago nagnutog vrlo širokog grebena, koji se pod nagibom 5 do 10° spušta ka jugu (Sl. 1).

U p o r e d n a e k o m i k r o k l i m a t s k a m e r e n j a vršena 15. jula 1971. godine (od 4 do 20 h; dan vedar do podne, a oko 14 h konstatovano naoblačenje i povećano duvanje vetra), u bukovoj šumi na donjem delu severne padine, u zajednici kitnjaka i graba sa sladunom na platou, u šumi cera i sladuna na južnoj padini, u tipičnoj zajednici kitnjaka i graba na dnu uvale i u šumi kitnjaka i crnog jasena na zaravnjenom delu grebena, pokazala su da postoje razlike između zajednica u kojima se javlja grab u spratu drveća i zajednica gde graba nema ili se javlja u malom broju primeraka.

Dnevni tokovi temperature vazduha na + 100 cm (Sl. 4) i na površini zemljišta (Sl. 5) pokazali su da najviše odstupa zajednica sladuna i cera na južnoj padini. Dok je maksimalna temperatura na površini zemljišta u ovoj zajednici u 12 h iznosila 30,2°C, u šumi kitnjaka i graba u uvali istog časa konstatovana je temperatura 21,8°C (Sl. 5). Najniže temperature vazduha na površini zemljišta konstatovane su u bukovoj šumi. Krive temperature vazduha na + 100 cm i na površini zemljišta u zajednici *Orno-Quercetum petraeae* prate krive temperature vazduha u mezofilnim zajednicama u kojima se grab javlja u spratu drveća (Sl. 4). Ova pojava verovatno je uslovljena bogatim spratom žbunova i prizemne flore u zajednici kitnjaka i crnog jasena.

Dnevni tok temperature zemljišta na — 5 cm pokazuje izrazito odstupanje u šumi cera i sladuna i u zajednici kitnjaka i crnog jasena (Sl. 6). Dok je najviša temperatura zemljišta na — 5 cm za zajednicu sladuna i cera, zabeležena u 14 h (21,2°C) i za zajednicu kitnjaka i crnog jasena iznosila 18°C, temperature zemljišta u ostalim zajednicama pokazivale su znatno manje vrednosti. Minimalne temperature zemljišta na — 5°C konstatovane su u jutarnjim i večernjim časovima.

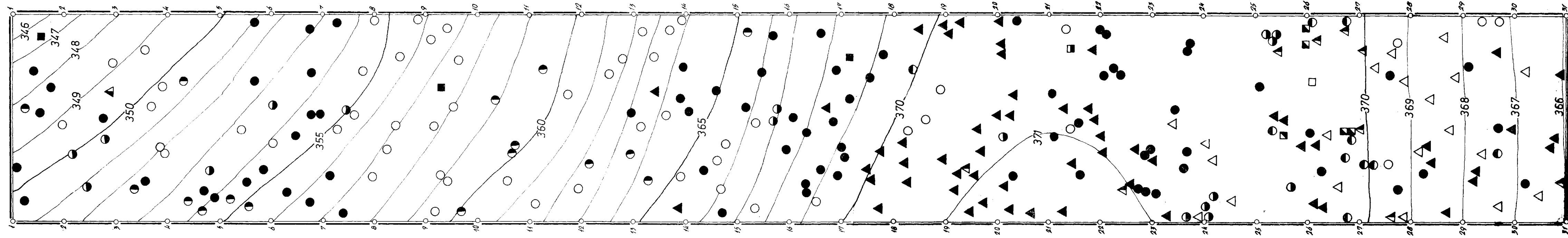
Slične pravilnosti konstatovane su u pogledu vrednosti za temperaturu zemljišta na — 10 cm (Sl. 7). Najviše temperature zabeležene su u zajednici cera i sladuna, a najniže u šumi kitnjaka i graba u uvali. Kriva temperature zemljišta na — 10 cm u zajednici *Orno-Quercetum petraeae* bliska je krivama iz zajednice kitnjaka i graba sa sladunom na platou i iz bukove šume na donjem delu severne padine (Sl. 7).



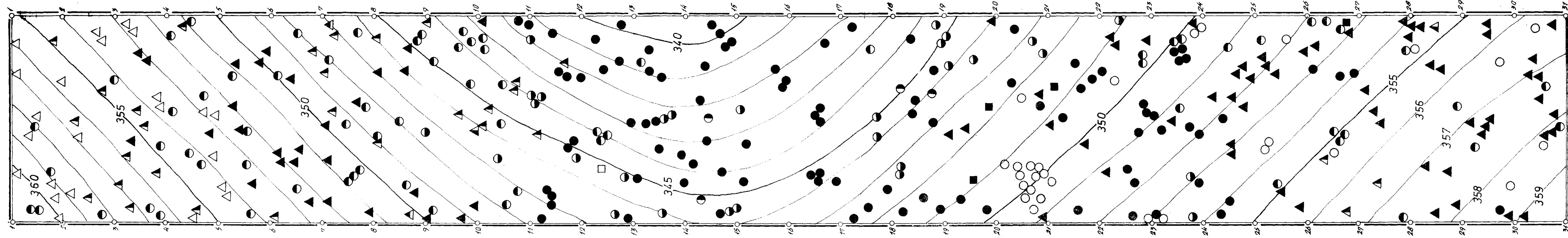


TRANSEKT I

R 1:200



TRANSEKT II



- *Carpinus betulus* ▲ *Quercus petraea* ■ *Prunus avium* □ *Fraxinus excelsior*;
- *Fagus moesiaca* ▲ *Quercus cerris* ■ *Pirus communis* □ *Cornus mas*
- *Tilia grandifolia* △ *Quercus farnetto* ■ *Crataegus monogyna* ▲ *Sorbus torminalis*
- *Acer campestre* ○ *Fraxinus arnus...* ▲ *Ulmus campestre*

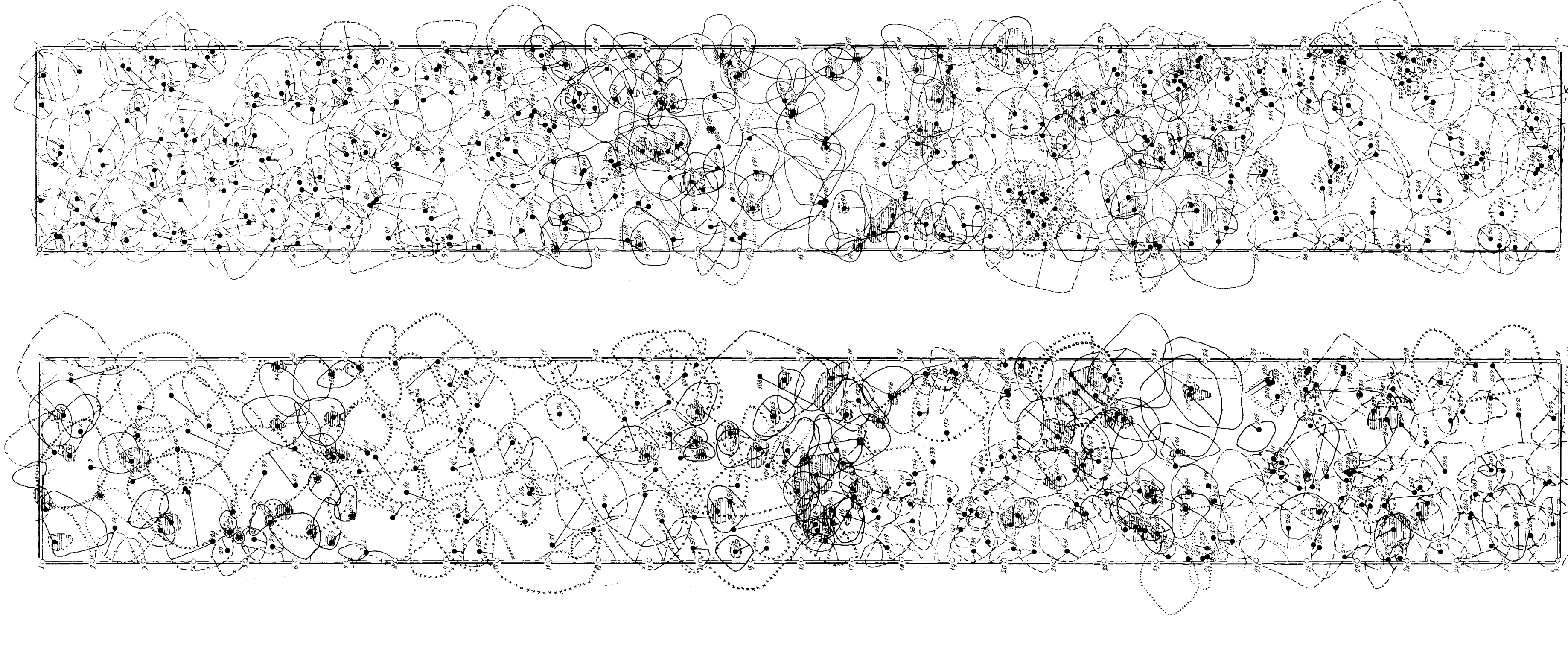
Sl. 2. — Položaj osnovna stabala vrsta drveća i žbunova u transektu I i II u stacionaru na Avali (R 1:200).

Position of the bases of tree and shrub species in transect I and II in the stationary on Avala (Scale 1:200).

0 5 10 15 m

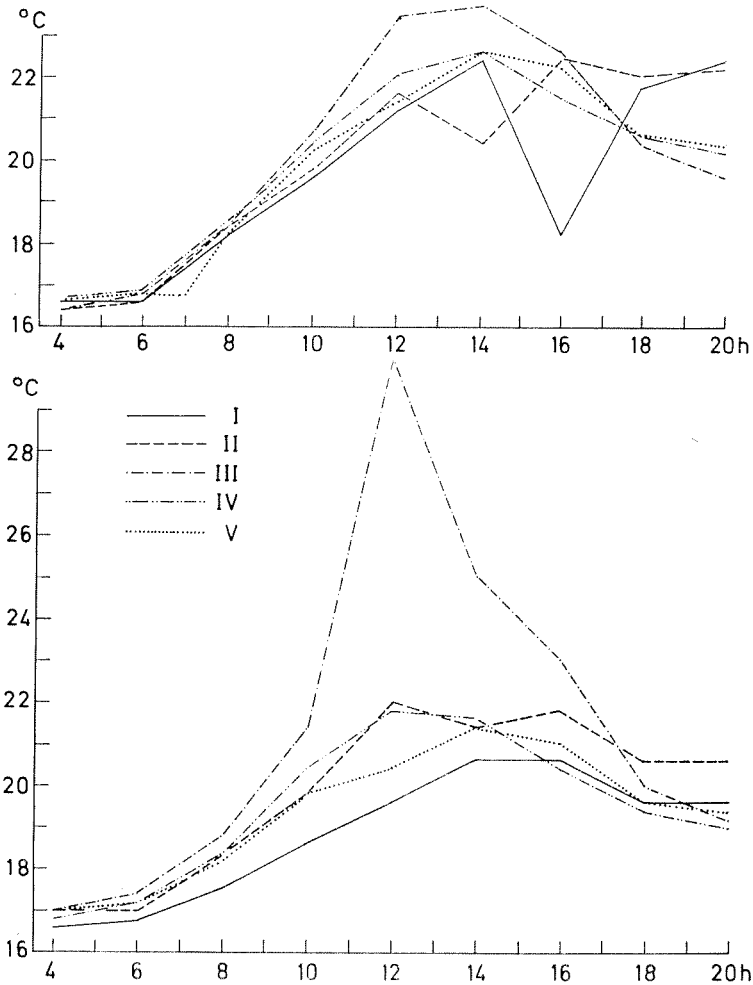
TRANSEKT I R 1:200

TRANSEKT II



- Carpinus betulus*
- Carpinus betulus* (sekundarna kruna)
- Fagus moesiaca*
- Tilia grandifolia*
- Fraxinus excelsior*
- Acer campestre*
- Cornus mas*
- Quercus petraea*
- Ulmus campestre*
- Quercus cerris*
- Prunus avium*
- Quercus farneito*
- Pirus communis*
- Fraxinus ornus*
- Crataegus monogyna*

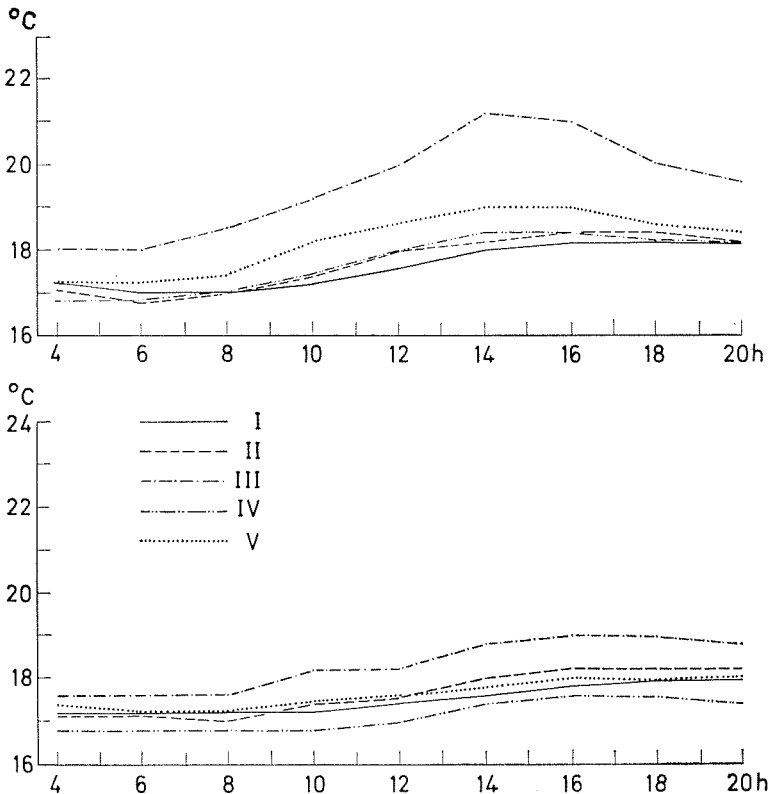
Sl. 3. — Projekcije kruna vrsta drveća i žbunova u transektu I i II u stacionaru na Avali (R 1:200).  
 Projection of crowns of tree and shrub species in transects I and II in the stationary on Avala (Scale 1:200).



Sl. 4 i 5. — Dnevni tok temperature vazduha na + 100 cm i površine zemljišta (15. VII 1971). I. *Fagetum montanum tilietosum* (donji deo severne padine); II. *Quercu-Carpinetum farnetosum* (plato); III. *Quercetum farnetto-cerris* (južna padina); IV. *Quercu-Carpinetum typicum* (uvala); V. *Orno-Quercetum petraeae* (blago nagnuti deo grebena).

Daily variation of air temperature (at + 100 cm) and 0 of soil surface (15 July 1971). I. *Fagetum montanum tilietosum* (lower part of the northern slope); II. *Quercu-Carpinetum farnetosum* (plateau); III. *Quercetum farnetto-cerris* (southern slope); IV. *Quercu-Carpinetum typicum* (depression); V. *Orno-Quercetum petraeae* (gently sloping part of the ridge).

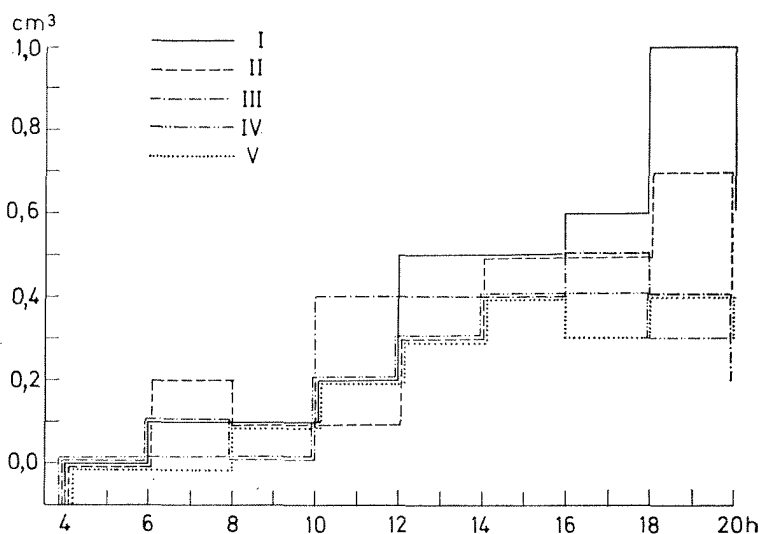
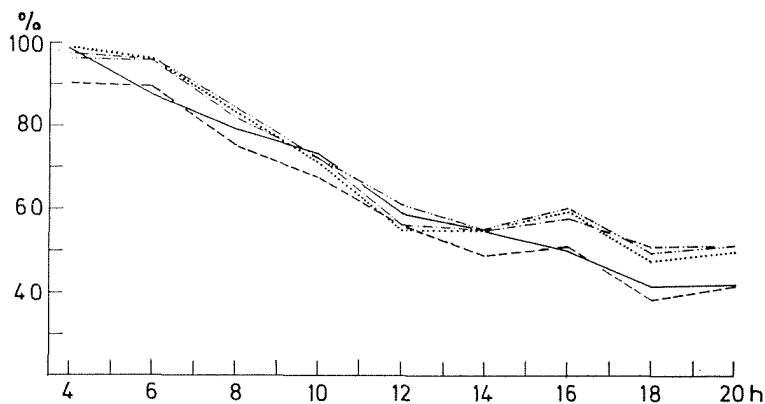
Veća relativna vlažnost vazduha na + 100 cm zabeležena je u svim zajednicama u prepodnevnom časovima (55 do 97%). Nijniža relativna vlažnost vazduha konstatovana je u zajednici kitnjaka i graba sa sladunom na platou i u bukovoj šumi (Sl. 8). U ovim zajednicama zabeležena je povećana evaporacija u popodnevnom i večernjim časovima (Sl. 9). Približno sličan dnevni tok relativne vlage vazduha konstatovan je u zajednici cera i sladuna, kitnjaka i crnog jasena i u tipičnoj zajednici kitnjaka i graba u uvali, što se može povezati sa sličnim dnevnim tokom evaporacije na + 100 cm kod ovih zajednica i nešto povećanom evaporacijom u zajednici sladuna i cera u 10 i 12 h (Sl. 8. i 9).



Sl. 6 i 7. — Dnevni tok temperature zemljišta na —5 cm i —10 cm (15. VII 1971). I. *Fagetum montanum tilietosum* (donji deo severne padine); II. *Quercus-Carpinetum farnettosum* (plato); III. *Quercetum farnetto-cerris* (južna padina); IV. *Quercus-Carpinetum typicum* (uvala); V. *Orno-Quercetum petraeae* (blago nagnuti deo grabena).

Daily variation of soil temperature at —5 cm and —10 cm. (15 July 1971). I. *Fagetum montanum tilietosum* (lower part of the northern slope); II. *Quercus-Carpinetum farnettosum* (plateau); III. *Quercetum farnetto-cerris* (southern slope); IV. *Quercus-Carpinetum typicum* (depression); V. *Orno-Quercetum petraeae* (gently sloping part of the ridge).

Analiza edafskih faktora i odnosa graba i drugih vrsta prema njima u traisektima ukazala je na jednu vrlo interesantnu pojavu, koja je od značaja za pravilno razumevanje međudnosa pojedinih vrsta drveća, pre svega graba, prema zemljištu.



Sl. 8 i 9. — Dnevni tok relativne vlažnosti i evaporacije na + 100 cm (15. VII 1971). I. *Fagetum montanum tilietosum* (donji deo severne padine); II. *Quercus-Carpinetum farnetosum* (plato); III. *Quercetum farnetto-cerris* (južna padina); IV. *Quercus-Carpinetum typicum* (uvala); V. *Orno-Quercetum petrae* (blago nagnuti deo grebena).

Daily variation of the relative air humidity and of evaporation at + 100 cm (15 July 1971). I. *Fagetum montanum tilietosum* (lower part of the northern slope); II. *Quercus-Carpinetum farnetosum* (plateau); III. *Quercetum farnetto-cerris* (southern slope); IV. *Quercus-Carpinetum typicum* (depression); V. *Orno-Quercetum petrae* (gently sloping part of the ridge).

Tab. 1. — Fizičke osobine zemljišta u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu I.  
Physical properties of the soil in typical and transitional stands of the communities studied in transect I.

Stanište Site	Zajednica Community	Broj profila Profile number	Dubina cm Depth cm	Higr. vlaga Hygr. moisture %	Granulometrijski sastav % Texture %							Ukupno peska Total sand	Ukupno glina Total clay	
					Krupan pesak Coarse sand		Sitn pesak Fine sand		Glina 0,02 - Clay		Koloidi 0,002 mm			
					0,2 mm	0,2 mm	0,2-0,002 mm	0,2-0,002 mm	0,02- mm	Clay mm	0,002 mm			mm
Donji deo severne padine Lower part of the northern slope	<i>Fagetum montanum tiliotosum</i> (fascies sa grabom) (fascia with hornbeam)	1	0—7	2,35	2,00	43,00	32,00	23,00	45,00	55,00				
			7—25	1,92	1,50	36,50	45,90	16,10	38,00	62,00				
			25—50	1,94	2,50	46,60	37,30	13,60	49,10	50,90				
Srednji deo severne padine Central part of the northern slope	<i>Fagetum montanum tiliotosum</i> (fascies sa lipom) (fascia with lime)	2	0—8	2,41	3,00	39,70	44,80	12,50	42,70	57,30				
			8—30	2,20	1,50	35,30	45,80	17,40	36,80	63,20				
			30—55	2,19	0,50	35,30	35,40	28,80	35,80	64,20				
Gornji deo severne padine Upper part of the northern slope	Prelazna sastojina (fascies sa bukvom) Transitional stand (fascia with beech)	3	0—18	2,56	5,50	43,00	39,70	11,80	48,50	51,50				
			18—30	2,20	2,50	47,30	34,80	15,40	49,80	50,20				
			30—40	2,39	1,50	36,30	49,80	12,40	37,80	62,20				

Gornji deo severne padine Upper part of the northern stand	4	Prelazna sastojina (fascije sa kitnjakom) Transitional stand (fascia with sessile oak)	0—7	2,68	4,00	50,50	34,30	11,20	54,50	45,50
			7—18	2,24	3,00	44,20	30,30	22,50	47,20	52,80
			18—35	2,27	2,00	40,60	31,20	26,20	42,60	57,40
Plato Plateau	5	<i>Quercus-Carpinetum</i> <i>farnetosum</i> (fascije sa grabom) (fascia with hornbeam)	0—13	2,59	10,50	42,50	32,20	14,80	53,00	47,00
			13—20	2,19	4,50	45,70	29,80	20,00	50,20	49,80
			20—25	2,72	2,00	35,70	36,50	25,80	37,70	62,30
Plato Plateau	6*	<i>Quercus-Carpinetum</i> <i>farnetosum</i> (fascije sa sladunom) (fascia with Hungarian oak)	0—10	2,19	7,50	44,20	32,30	16,00	51,70	48,30
			10—35	1,86	6,00	36,20	29,80	28,00	42,20	57,80
			35—55	2,50	5,70	32,50	24,80	37,00	38,20	61,80
Gornji deo južne padine Upper part of the southern slope	7	Prelazna sastojina ka zajednici <i>Quercetum</i> <i>farnetto-cerris</i> Transitional stand passing into the community <i>Quercetum farnetto-cerris</i>	0—6	2,38	8,50	50,30	27,80	13,40	58,80	41,20
			6—22	2,00	4,00	36,20	34,20	25,60	40,20	59,80
			22—50	2,73	2,50	37,60	34,50	25,40	40,10	29,90

\*) Profil 6 uzet je na platou izvan transektta.

\*) Profile 6 taken on the plateau outside transect.

Činjenica da se pojedine vrste drveća (grab, bukva, vrste lipa, vrste hrastova) javljaju u većim ili manjim grupama u transektu, omogućila je posebno proučavanje odnosa jedne vrste prema zemljištu. U tom smislu su izabrana mesta za otvaranje profila na kojima dominiraju pojedine vrste drveća. Pošto su determinisani tipovi zemljišta na Avali (Filipovski Dj., Ćirić M., 1963), profili su otvarani do dubine 50 do 60 cm, jer se do ove dubine najjače ispoljava uticaj korenovog sistema i stelje. Na bazi morfologije svih 12 profila i analiza fizičkih i hemijskih osobina (Tab. 1, 2, 3 i 4) u ekološkom nizu zajednica u transektu I i II, konstatovano je da se radi o kiselom smeđem zemljištu (V% 35). Za upoređenje morfologije profila kao i nekih karakterističnih osobina (mehanički sastav, struktura zemljišta, aktivnost izvesnih procesa — lesiviranje, humizacija, odnos C/N u humusu i šušnju itd.), prvenstveno su korišćeni profili pod grupama stabala graba i pod grupama stabala hrastova (kitnjak, sladun i cer).

Pri otvaranju profila, na samom humusno-akumulativnom horizontu uočene su razlike između dela biotopa na kome živi grab i dela biotopa sa hrastom. Zemljište pod grabom blisko je zemljištu pod bukvom. Ne samo pojava moćnijeg humusno-akumulativnog horizonta, već i dobro očuvani strukturni agregati i potpuno odsustvo elemenata peptizacije, bitno razlikuju profile pod grabom u odnosu na profile pod hrastom. Kod ovih poslednjih, peptizacija, skoro potpuno narušavanje strukturnih agregata i izbeljivanje već od površine ukazuje na destruktivnu ulogu hrasta i intenzivno morfološko izraženo odvijanje procesa lesiviranja.

Brojni analitički podaci (Tab. 1 i 2), koje smo koristili u daljem objašnjavanju različitog uticaja graba i hrasta na zemljište potvrđuju ove postavke.

Jedan od analitičkih podataka koji ubedljivo govori o različitom uticaju graba i hrasta na zemljište jeste promena mehaničkog sastava sa dubinom profila. Naime, u pitanju je relativno jako premeštanje koloidne frakcije gline pod hrastom i relativno slabo pod grabom, što je izraženo koeficijentima ( $A_3/B_{t_1}$  i  $A_3/B_{t_2}$ ). Za profil pod grabom u zajednici kitnjaka i graba sa sladunom na platou (Tab. 1, profil 5) ove vrednosti su 1,5 i 1,7, a za profil pod hrastom u istoj zajednici na platou (profil 6), koeficijenti iznose 1,7 i 2,3. Slične vrednosti koeficijenata koloidne frakcije kao kod profila 6, konstatovane su u profilu 7 (Tab. 1) na granici sa zajednicom *Quercetum farnetto-cerris* na gornjem delu južne padine (2,0). Mali koeficijent koloidne frakcije u profilima u delu biotopa sa grabom, pokazuje da grab ne favorizira proces lesiviranja, već se naprotiv tom procesu suprotstavlja ili se ponaša indiferentno.



Tab. 2. — Fizičke osobine zemljišta u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu II. Physical properties of the soil in typical and transitional stands of the communities studied in transect II.

Stanište Site	Zajednica Community	Broj profila Profile number	Dubina Depth cm	Higr. vlaga Higr. moisture	Granulometrijski sastav Texture						Ukupno peska Total sand	Ukupno gline Total clay
					Krupan pesak Coarse sand mm	Sitn pesak Fine sand mm	Glina mm		Koloidi Colloids mm	Ukupno gline Total clay		
							0,2—0,02	0,02—0,002				
Južna padina Southern slope	<i>Quercetum farnetto-cerris</i>	1	0—5	3,04	3,70	3,90	28,90	37,20	62,80			
			5—20	3,43	28,80	29,30	39,40	31,30	68,70			
			20—46	3,92	34,20	31,70	31,60	41,70	63,30			
Donji deo južne padine Lower part of the southern slope	Prelazna sastojina Transitional stand	2	0—7	2,86	49,80	34,70	13,00	52,30	47,70			
			7—20	2,29	32,10	37,60	23,80	38,60	61,40			
			20—50	2,47	43,40	30,40	23,20	47,00	53,60			
Dno uvala Depression bottom	<i>Quercu-carpinetum serbicum</i>	3	0—10	2,35	40,00	40,70	16,80	42,50	57,50			
			10—25	1,50	45,20	38,50	14,80	46,70	52,30			
			25—50	2,13	33,50	41,00	20,00	39,00	61,00			
Gornji deo severne padine Upper part of the northern slope	Prelazna sastojina Transitional stand	4	0—6	2,33	38,90	37,30	22,30	40,40	59,60			
			6—20	2,30	39,80	38,40	20,80	40,80	59,20			
			20—45	2,77	32,30	40,00	26,20	33,80	66,20			
Vrh grebena Ridge top	<i>Orno-Quercetum petraeae</i>	5	0—8	2,60	41,70	39,40	14,40	46,20	53,80			
			8—22	0,50	30,10	37,90	31,50	30,00	69,40			
			22—45	2,65	36,70	37,20	20,60	42,20	57,80			

Tab. 3. — Hemijske osobine zemljišta u tipičnim i  
Chemical properties of the soil in typical and

Stanište Site	Zajednica Community	Broj profilu Profile number	Dubina Depths	Adsorptivni kompleks Adsorptive complex		
				T	S	T—S
			cm	mil/ekv		
Donji deo severne padine Lower part of the northern slope	<i>Fagetum montanum</i> <i>tilietosum</i> (facijes sa grabom) (Fascia with hornbeam)	1	0—7	15,17	5,32	9,75
			7—25	14,52	5,42	9,10
			25—50	16,97	5,92	11,05
Središnji deo severne padine Central part of the northern slope	<i>Fagetum montanum</i> <i>tilietosum</i> (facijes sa lipom) (fascia with lime)	2	0—8	10,83	4,98	5,85
			8—30	22,08	5,58	16,90
			30—55	22,46	5,56	16,90
Gornji deo severne padine Upper part of the northern slope	Prelazna sastojina (facijes sa bukvom) (fascia with beech)	3	0—18	20,45	5,50	14,95
			18—30	23,53	5,98	17,55
			30—45	20,30	6,00	14,30
Gornji deo severne padine Upper part of the northern slope	Prelazna sastojina (facijes sa kitnjakom) (fascia with sessile oak)	4	0—7	22,95	5,40	12,55
			7—18	44,63	6,28	38,35
			18—35	18,37	6,02	12,30
Plato Plateau	<i>Quercus-Carpinetum</i> <i>farnettosum</i> (facijes sa grabom) (fascia with hornbeam)	5	0—13	25,87	5,72	20,15
			13—20	18,43	6,08	12,35
			20—50	17,60	5,90	11,70
Plato Plateau	<i>Quercus-Carpinetum</i> <i>farnettosum</i> (facijes sa sladunom) (fascia with Hungarian oak) (fascia with Hungarian oak)	6*	0—10	32,81	6,16	26,65
			10—35	43,65	7,90	35,75
			35—55	33,86	6,56	27,30
Gornji deo južne padine Upper part of the southern slope	Prelazna sastojina ka zajednici <i>Quercetum</i> <i>farnetto cerris</i> Transitional stand passing into the community <i>Querce-</i> <i>tum farnetto-cerris</i>	7	0—6	26,86	6,06	20,80
			6—22	48,24	6,44	41,60
			22—50	18,35	6,00	12,35

\*) Profil 6 uzet je na platou transetka.

\*) Profile 6 taken on the plateau of the transect.

prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu I.  
transitional stands of the communities studied in transect I.

V	Y <sub>1</sub>	pH		Humus Humus	Azot Nitrogen	Lakopristupačni Easili available		C	C/N
		H <sub>2</sub> O	KCl			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
%	ccm			%	%	mgr na 100 g zem. mgr per 100 g soil			
35,07	15,00	6,3	5,8	8,36	0,48	11,0	23,0	4,85	10,10
37,33	14,00	6,3	5,5	3,78	0,32	4,8	15,5	2,19	6,84
36,84	17,00	5,9	5,1	3,08	0,24	2,9	11,5	1,79	7,46
45,98	9,00	6,7	6,2	9,28	0,48	15,0	>25,0	5,38	11,21
23,46	26,00	5,7	4,9	5,56	0,38	3,2	11,5	3,22	8,47
24,76	26,00	5,2	4,1	1,61	0,27	2,9	10,0	0,93	3,44
26,89	23,00	5,9	5,4	7,21	0,39	3,0	20,0	4,18	10,72
25,41	27,00	5,4	4,5	3,29	0,17	<1	11,5	1,91	11,23
29,56	22,00	5,4	4,4	1,39	0,13	2,2	11,5	0,81	6,23
23,53	27,00	5,8	5,3	9,72	0,39	6,8	>25,0	5,64	14,46
14,07	29,00	4,5	3,7	5,54	0,33	1,5	13,5	3,21	9,73
32,77	19,00	5,5	4,5	1,33	0,12	1,0	11,5	0,77	6,42
22,11	31,00	5,6	4,6	7,91	0,31	2,9	21,0	4,59	14,81
32,99	19,00	5,6	4,6	1,66	0,07	1,4	12,0	0,96	13,71
33,52	18,00	5,6	4,5	0,95	0,10	1,9	12,0	0,55	5,50
18,77	41,00	5,3	3,8	7,38	0,32	2,7	17,0	4,28	13,37
18,10	55,00	4,6	3,6	2,48	0,18	<1	7,0	1,44	8,00
19,37	42,00	4,6	3,6	0,86	0,16	1,3	10,5	0,50	3,13
22,56	32,00	5,5	4,9	7,10	0,26	3,0	17,0	4,12	15,85
13,35	64,00	4,5	3,6	4,32	0,13	1,2	6,5	2,51	19,31
32,70	19,00	5,4	4,4	0,88	0,11	2,0	13,0	0,51	4,64

Tab. 4. — Hemijske osobine zemljišta u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu II.  
Chemical properties of soil in typical and transitional stands of communities in transect II.

Stanište Site	Zajednica Community	Broj profila Profile number	Dubina Depth		Adsorptivni kompleks Adsorptive complex			V		Y <sub>1</sub>	pH		Azot Nitrogen	Lakopristupačni Easily available		C	C/N
			cm		T	S	T - S	%			H <sub>2</sub> O	KCl		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
			mil/ekv		mil/ekv		%										
Južna padina Southern slope	<i>Quercetum farnetto-cerris</i>	1	0—5 5—20 20—46	5,08 5,04 4,82	23,40 20,80 17,55	17,84 19,50 21,55	36,00 32,00 27,00	5,4 5,2 5,4	4,6 4,0 3,9	0,26 0,08 0,05	1,2 < 1 < 1	25,0 13,5 13,0	4,12 1,57 0,55	15,85 19,63 11,00			
Donji deo južne padine Lower part of the southern slope	Prelazna sastojina Transitional stand	2	0—7 7—20 20—50	23,63 23,54 23,56	4,78 5,34 5,36	18,85 18,20 18,20	20,23 22,68 22,74	29,00 28,00 28,00	5,8 5,1 5,3	5,3 4,2 4,5	0,32 0,12 0,09	2,5 < 1 < 1	19,0 11,5 11,5	5,96 2,24 1,43	18,63 18,66 15,89		
Dno uvale Depression bottom	<i>Quercu- -Carpinetum -serbicum</i>	3	0—10 10—25 25—50	41,01 25,41 16,90	5,26 5,26 5,20	35,75 20,15 11,70	22,83 20,70 30,76	55,00 31,00 18,00	4,8 5,3 5,8	4,2 4,4 4,9	0,30 0,24 0,14	2,2 < 1 < 1	17,7 11,0 9,0	4,70 2,32 0,90	15,67 9,67 6,43		
Gornji deo severne padine Upper part of the northern slope	Prelazna sastojina Transitional stand	4	0—6 6—20 20—45	37,92 32,03 20,13	5,42 5,38 5,18	32,50 26,65 14,95	14,29 16,80 25,73	50,00 41,00 23,00	4,7 5,0 5,6	3,8 4,0 4,2	0,18 0,14 0,06	1,1 < 1 < 1	13,0 9,0 10,5	3,49 2,19 0,84	19,39 15,64 14,00		
Vrh grebena Ridge top	<i>Orno- -Quercetum -petrae</i>	5	0—8 8—22 22—45	29,74 36,03 21,47	5,04 5,48 5,22	24,70 30,55 16,25	16,95 15,21 24,31	38,00 47,00 25,00	5,5 4,8 5,2	4,8 3,7 4,1	0,26 0,16 0,07	2,2 1,0 1,0	23,0 9,5 11,5	5,54 2,61 0,90	21,31 16,31 12,86		

Za ocenu kvaliteta humusa i šušnja ispitivan je odnos C/N u humusu i u šušnju graba, odnosno hrasta. U ovom pogledu postoje značajne razlike među analiziranim profilima u transektu I i II (Tab. 3 i 4). U humusu, najmanju vrednost C/N (oko 10) imaju profili pod zajednicom bukve, a najveću vrednost (21, 31) pod zajednicom kitnjaka i crnog jasena. Na sredini (C/N od 14 do 15) stoje zajednice: kitnjaka i graba na dnu uvale, kitnjaka i graba sa sladunom na platou i sladuna i cera na južnoj padini. Prelazne sastojine u jednom slučaju gravitiraju prema fitocenozu kitnjaka i crnog jasena, a u drugom slučaju prema bukovoj šumi. Najpovoljniji humus nalazimo pod zajednicom bukve, a manje povoljan pod zajednicom kitnjaka i crnog jasena. Na tabeli 5 prikazana je uporedna analiza šušnja u zajednicama kitnjaka i graba na dnu uvale, kitnjaka i graba sa sladunom na platou i kitnjaka i crnog jasena na blago zaravnjenom grebenu.

Tab. 5. — Analiza šušnja u sastojinama ispitivanih zajednica.  
Analysis of litter in stands of communities studied.

Zajednica i stanište Community and site	Broj probe Sample number	C%	N%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O%	C/N
<i>Quercus-Carpinetum farnettosum</i> Plato Plateau	I	32,10	1,40	0,25	0,17	22,93
<i>Quercus-Carpinetum typicum</i> Dno uvale Depression bottom	II	31,78	1,50	0,26	0,20	21,19
<i>Orno-Quercetum petraea</i> Vrh grebena Ridge top	III	30,60	1,10	0,18	0,13	27,82

Pada u oči da su vrednosti C/N za 1/3 manje u zajednicama sa grabom u odnosu na fitocenuzu kitnjaka i crnog jasena. Karakteristično je da je sličan odnos C/N bio u humusu ovih zajednica.

Prateći smenjivanje sastojina u ekološkom nizu u transektu I, počev od bukove šume do zajednice kitnjaka i graba sa sladunom na platou, konstatujemo da postupno smeđe zemljište pod zajednicom bukve smenjuje smeđe lesivirano zemljište na platou. Proces lesiviranja u zajednici sladuna i cera na južnoj padini polako slabi da bi u zajednici kitnjaka i graba na dnu uvale, gde dominira grab, praktično prestao, s tim da se opet pojavljuje u zajednici kitnjaka i crnog jasena (transekt II). Ovo smenjivanje procesa lesiviranja verovatno je vezano za jaču ili slabiju ulogu graba u zajednicama, što ukazuje na razliku u ekološkom karakteru ove vrste u odnosu na hrast, s jedne strane, i na njeno približavanje bukvi, s druge strane.

Povoljan odnos C/N u humusu pod zajednicama sa grabom može se protumačiti i činjenicom da se stelja graba bolje razlaže od hrastove. Prema istraživanjima D. Stevanović, konstatovano je da

»u stelji graba najranije dolazi do maksimalne trofičke aktivnosti Mikroartropoda« i da je u odnosu na grab razlaganje listova hrasta znatno sporije (Stevanović D., 1968). Ovakvi analitički podaci u zajednicama pod grabom mogu se protumačiti i pojavom mikorize na korenovom sistemu ove vrste (Pogrebňak P. S., 1968).

#### B. KVALITATIVNO-KVANTITATIVNA ANALIZA SASTAVA I STRUKTURE TIPIČNIH I PRELAZNIH SASTOJINA SA GRABOM U TRANSEKTIMA

Kvalitativno-kvantitativna analiza sastava i strukture tipičnih i prelaznih sastojina u transektima (koja je obuhvatila: broj jedinki svih vrsta drveća na jedinici površine, prečnike i visine svih stabala, projekcije kruna drveća i žbunova, brojnost, pokrovnosti i socijalnost zeljastih biljaka) omogućila je sagledavanje karaktera odnosa graba i drugih vrsta na različitim staništima i različitim zajednicama.

#### Transekt I

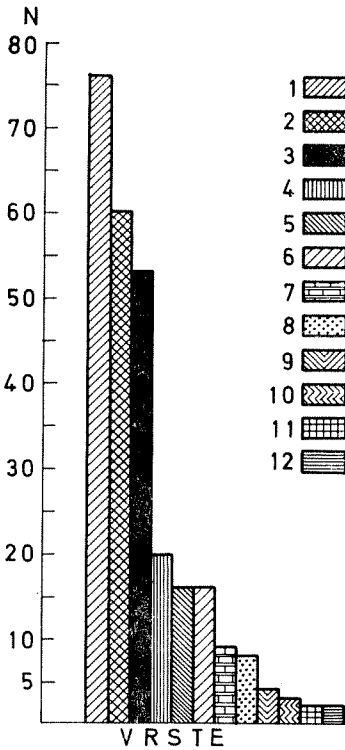
U transektu I (koji obuhvata sledeće sastojine zajednica: *Fagetum montanum tilietosum* na severnoj padini, prelaznu sastojinu na gornjem delu severne padine, *Quercus-Carpinetum farnettosum* na platu i *Quercetum farnetto-cerris carpinetosum betuli* na gornjem delu južne padine) dominira grab po broju stabala (76), a zatim slede: kitnjak, lipa slādun, bukva, klen, crni jasen, cer, glog, divlja trešnja, brest i dren (Sl. 10). Stabla su pretežno izdanačkog porekla.

Na donjem delu severne padine, u bukovoj šumi, grab je raspoređen u grupama. Stabla su mlada, prečnika od 9,7 do 23,3 cm i visine od 10,05 do 16,90 m (Tab. 6). Po broju stabala na površini veličine 25 × 20 m dominira grab sa 13 individua (Sl. 11). Na ovom staništu lipa je zastupljena sa 9 individua (Sl. 11), prečnika od 17,9 do 42,4 cm i visine od 13,70 do 19,70 m (Tab. 6) i površinom projekcija kruna 621,0 m<sup>2</sup> (Tab. 7.). Bukva i klen su raspoređeni u ovoj sastojini neravnomerno sa manjim brojem stabala. U tipičnoj bukovoj šumi, na donjem delu severne padine nema kitnjaka, slāduna i cera.

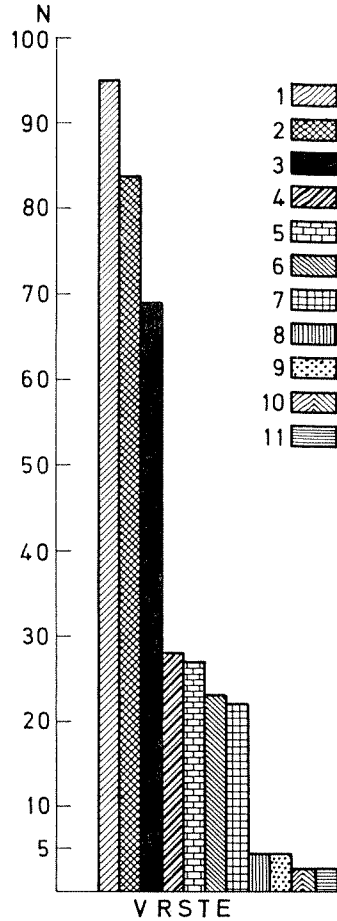
Na gornjem delu severne padine, koji je izloženiji i pod većim nagibom od ostalih delova padine, menjaju se sastav, struktura i izgled sastojine. Stabla su niža i granatija. U ovoj sastojini, najviše ima kitnjakovih stabala (23), prečnika od 5,3 do 20,0 cm i visine od 5,70 do 13,20 m (Sl. 11; Tab. 6); površina projekcija kruna iznosi 255,7 m<sup>2</sup> (Tab. 7). Posle kitnjaka najveći broj individua ima grab (18), prečnika 5,8 do 20,8 cm i visine od 6,7 do 12,9 m (Sl. 11; Tab. 6); površine projekcija kruna iznose 191,1 m<sup>2</sup> (Tab. 7). U ovoj sastojini grab je granatiji sa dužinom debla od 1 do 4 m i veoma izraženom sekundarnom krunom, koja je konstatovana na više od 60% ispitivanih stabala. Broj stabala lipe, bukve i drugih vrsta naglo opada. Prečnici, visine i projekcije kruna ovih vrsta se smanjuju. Lipa je prečnika 6,9 do 58,6 cm, visine 8,1 do 15,8 m (Tab. 6) sa površinom projekcija kruna 179,5 m<sup>2</sup> (Tab. 7).

Tab. 6. — Prečnici i visine drveća u žbunova u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu I.  
Diameter and height of trees and shrubs in typical and transitional stands in communities studied in transect I.

Stanište Site	Severna padina Northern slope						Gornji deo severne padine Upper part of the northern slope						Plato Plateau						Gornji deo južne padine Upper part of the southern slope					
	<i>Fegetum montanum tilietosum</i>						Prelazna sastojina Transitional stand						<i>Quercus - Carpinetum farnetosum</i>						<i>Quercetum farnetto-cerris carpinetosum betuli</i>					
Veličina površine Plot size m	25 x 20						25 x 20						25 x 20						25 x 20					
	Prečnik Diameter (cm)			Visina Height (m)			Prečnik Diameter (cm)			Visina Height (m)			Prečnik Diameter (cm)			Visina Height (m)			Prečnik Diameter (cm)			Visina Height (m)		
Vrste Species	min	sred. mean	max	min	sred. mean	max	min	sred. mean	max	min	sred. mean	max	min	sred. mean	max	min	sred. mean	max	min	sred. mean	max	min	sred. mean	max
<i>Carpinus betulus</i>	9,7	14,25	23,3	10,05	13,46	16,90	5,8	12,46	20,8	6,70	11,17	12,90	5,1	15,52	27,7	4,70	9,68	11,70	4,3	13,90	24,1	4,75	9,71	11,70
<i>Tilia sp.</i>	17,9	26,38	42,4	13,70	16,72	19,70	6,9	26,10	58,6	8,10	12,58	15,80	17,7	23,20	28,6	10,90	11,80	12,70	6,3	14,82	32,0	5,80	8,45	13,20
<i>Acer campestre</i>	10,4	15,80	24,8	13,60	15,30	16,70	19,7	20,40	21,1	12,30	12,40	12,50	2,8	9,00	19,5	1,75	2,61	3,70	—	—	—	—	—	—
<i>Quercus petraea</i>	—	—	—	—	—	—	5,3	11,13	20,0	5,70	11,90	13,80	2,0	10,15	22,0	2,85	10,03	13,10	10,0	18,56	33,7	10,05	12,30	14,00
<i>Fagus moesiaca</i>	10,6	17,48	29,3	13,55	15,83	19,20	—	50,45	—	—	15,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Quercus cerris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	12,60	8,6	4,50	7,15	9,80	6,4	15,52	26,5	7,25	10,41	12,60
<i>Quercus farnetto</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5	12,94	23,9	2,30	8,88	10,80	4,0	15,85	36,6	2,50	10,51	14,60
<i>Fraxinus ornus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,85	—	—	2,00	—	3,1	7,44	11,3	4,30	7,04	9,70
<i>Crataegus monogyna</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2	1,90	3,6	2,60	2,85	3,10	—	3,00	—	—	2,80	—
<i>Prunus avium</i>	—	—	—	—	—	—	—	12,85	—	—	11,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ulmus campestre</i>	—	9,4	—	—	10,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fraxinus excelsior</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36,45	—	—	12,60	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cornus mas</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	2,30	2,6	—	10,60	—



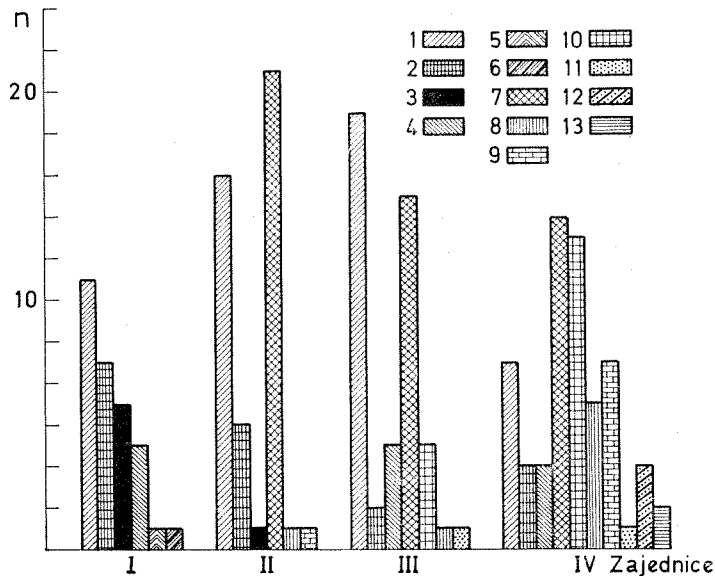
Sl. 10. — Ukupan broj individua vrsta drveća i žbunova u transektu I.  
Total number of individua of tree and shrub species in transect I. 1. *Carpinus betulus*; 2. *Quercus petrea*; 3. *Tilia* sp.; 4. *Quercus farnetto*; 5. *Fagus moesiaca*; 6. *Acer campestre*; 7. *Fraxinus ornus*; 8. *Quercus cerris*; 9. *Crataegus monogyna*; 10. *Prunus avium*; 11. *Ulmus campestris*; 12. *Cornus mas*.



Sl. 12. — Ukupan broj individua vrsta drveća i žbunova u transektu II.  
Total number of individua of tree and shrub species in transect II. 1. *Carpinus betulus*; 2. *Quercus petrea*; 3. *Fraxinus ornus*; 4. *Quercus cerris*; 5. *Acer campestre*; 6. *Quercus farnetto*; 7. *Tilia* sp.; 8. *Fagus moesiaca*; 9. *Prunus avium*; 10. *Cornus mas*; 11. *Ulmus campestris*.



Na platou, u sastojini zajednice kitnjaka i graba sa sladunom, stabla graba su niža od stabala na donjem delu severne padine. Dok je u bukovoj šumi srednja visina stabala graba 13,46 m, na platou u zajednici kitnjaka i graba sa sladunom, srednja visina stabala graba iznosi 9,68 m. Na ovom staništu stabla graba su izdanačkog porekla, granata i nalaze se na većim rastojanjima. U ovoj sastojini, na površini  $25 \times 20$  m, konstatovano je najviše grabovih stabala (23), prečnika 5,1 do 27,7 cm i visine 4,7 do 11,7 m (Sl. 11; Tab 6). Ukupna površina svih projekcija kruna graba iznosi  $424,3 \text{ m}^2$  (Tab. 7). Sekundarne krune stabala graba na ovom staništu su više izražene nego na ostalim staništima. Posle graba po broju stabala najviše je zastupljen kitnjak, prečnika 2,8 do 24,0 cm i visine 2,85 do 13,1 m (Tab. 6) i projekcijama kruna  $123,5 \text{ m}^2$  (Tab. 7). Posle kitnjaka po zastupljenosti dolaze klen i cer.



Sl. 11. — Broj individua vrsta drveća u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu I. (*Fagetum montanum tilietosum* — I; Prelazna sastojina — II; *Quercus-Carpinetum farnettosum* — III; Prelazna sastojina — IV).

Number of individua of tree and shrub species in typical and transitional stands of communities studied in transect I. (*Fagetum montanum tilietosum* — I; Transitional stand — II; *Quercus-Carpinetum farnettosum* — III; Transitional stand — IV).  
 1. *Carpinus betulus*; 2. *Tilia* sp.; 3. *Fagus moesiaca*; 4. *Acer campestre*; 5. *Ulmus campestris*; 6. *Prunus avium*; 7. *Quercus petraea*; 8. *Quercus cerris*; 9. *Fraxinus ornus*; 10. *Quercus farnetto*; 11. *Pirus communis*; 12. *Crataegus monogyna*; 13. *Cornus mas*.

Na gornjem delu južne padine konstatovan je znatno manji broj grabovih stabala (9), na površini  $25 \times 20$  m, prečnika 4,3 do 24,1 cm i visine 4,75 do 11,7 m (Sl. 11; Tab. 6), s projekcijama kruna  $141,9 \text{ m}^2$

(Tab. 7). Na ovom delu transeкта, stabla graba su u proseku najniža, najtanja i najgranatija. Prve debele grane pojavljuju se na deblu visine 1 do 2 m. Stabla su najčešće suhavrha, tako da terminalni vrh preuzima jedna od bočnih grana. Veoma često su sekundarne krune veće od primarnih. Na ovom staništu, najviše ima stabala kitnjaka i sladuna. Konstatovano je 16 individua kitnjaka, prečnika 10,0 do 33,7 cm i visine 10,05 do 14,0 m (Tab. 6), sa projekcijama krana 218,5 m<sup>2</sup> (Tab. 7).

Tab. 7. — Projekcije krana (u m<sup>2</sup>) vrsta drveća i žbunova u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu I.

Projections of crowns (in m<sup>2</sup>) of tree and shrub species in typical and transitional stands of communities studied in transect I.

Stanište Site	Severna padina Northern slope	Gornji deo severne padine Upper part of the northern slope	Plato Plateau	Gornji deo južne padine Upper part of the southern slope
Zajednica Community	<i>Fagetum montanum tilietosum</i>	Prelazna sastojina Transitional stand	<i>Quercus- Carpinetum farnetosum</i>	<i>Quercetum farnetto- cerris carpinetosum betuli</i>
Veličina površine (m) Plot size	25 x 20	25 x 20	25 x 20	25 x 20

Vrste  
Species

<i>Carpinus betulus</i>	98,3	191,1	424,3	141,9
<i>Quercus petraea</i>	34,7	255,7	123,5	265,0
<i>Tilia</i> sp.	621,0	179,5	—	76,0
<i>Fagus moesiaca</i>	257,4	—	—	—
<i>Acer campestre</i>	35,8	22,2	146,0	—
<i>Quercus cerris</i>	—	—	5,0	102,6
<i>Quercus farnetto</i>	—	—	53,3	218,5
<i>Fraxinus ornus</i>	—	—	1,7	19,4
<i>Crataegus monogyna</i>	—	—	7,2	25,0
<i>Prunus avium</i>	—	4,6	—	—
<i>Fraxinus excelsior</i>	—	—	48,2	—
<i>Cornus mas</i>	—	—	—	6,3

Na tabeli 8 prikazani su broj i visina mladica i žbunova, na površini 25 × 20 m, u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu I.

Broj mladica graba povećava se od bukove šume na donjem delu severne padine (218) do zajednice kitnjaka i graba sa sladunom na platou (2.663), a zatim naglo smanjuje u zajednici cera, sladuna i graba na gornjem delu južne padine (152). Najmanji broj žbunova graba konstatovan je u bukovoj šumi (2), a najveći broj u sastojini zajednice sladuna, cera i graba (187). Srednja visina mladica graba najmanja je na donjem delu severne padine (4,2 cm) i na platou (6,9 cm), a skoro tri puta veća na gornjem delu južne padine (22,0 cm). Karakteristično je da je srednja visina žbunova veća u prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica.

Mladice lipe i klena prate mladice graba u svim ispitivanim sastojinama. Dok se broj mladica lipe povećava od bukove šume (1.125) do kitnjakovo-grabove šume sa sladunom (1.302), a zatim naglo smanjuje na gornjem delu južne padine (69), mladica klena ima najviše na donjem (169) i gornjem (164) delu severne padine, a zatim se njihov broj naglo smanjuje na platou (12) i gornjem delu južne padine (6). Srednja visina mladica lipe povećava se od bukove šume (13,0 cm) do zajednice sladuna, cera i graba na gornjem delu južne padine (34,9 cm).

Mladica kitnjaka nema na donjem delu severne padine, a zatim se njihov broj povećava od gornjeg dela severne padine (465), preko platoa (1.768) do gornjeg dela južne padine (3.987). Karakteristična je potpuna dominacija mladica kitnjaka u zajednici sladuna, cera i graba, na gornjem delu južne padine, gde su ostale vrste predstavljene manjim brojem individua.

Mladice sladuna i crnog jasena nisu konstatovane u bukovoj šumi. Jedna individua sladuna konstatovana je na gornjem delu severne padine, a zatim se broj mladica povećava na platou (19) i na gornjem delu južne padine (71). Najveći broj mladica crnog jasena konstatovan je u zajednici sladuna, cera i graba na gornjem delu južne padine (299).

Na tabeli 9 prikazane su ocene brojnosti, pokrovnosti i socijalnosti vrsta u zeljastom pokrivaču u tipičnim i prelaznim sastojinama zajednica u transektu I.

Karakteristično je da je veći broj vrsta zeljastih biljaka, veća brojnost, pokrovnost i socijalnost konstatovana u prelaznim sastojinama, na gornjem delu severne padine i na gornjem delu južne padine. U bukovoj šumi zabeleženo je 12 vrsta, u prelaznoj sastojini na gornjem delu severne padine 16 vrsta, u zajednici kitnjaka i graba sa sladunom na platou 15 vrsta i u zajednici sladuna i cera sa grabom na gornjem delu južne padine 18 vrsta. U svim pojasevima I transeкта konstatovane su sledeće zajedničke vrste: *Glechoma hirsuta*, *Euphorbia amygdaloides*, *Helleborus odoratus*, *Geum urbanum* i *Ruscus aculeatus*. Samo u bukovoj šumi zabeležene su sledeće vrste: *Sambucus nigra* (+), *Circaea lutetiana* (+) i *Mycelis muralis* (+). Samo u prelaznoj sastojini na gornjem delu južne padine javljaju se vrste: *Stellaria holostea* (1.2), *Galium pseudoaristatum* (1.1), *Genista ovata* (+), *Cytisus supinus* (+) i *Chrysanthemum corymbosum* (+). U celom transektu najveća brojnost sa pokrovnošću konstatovana je kod vrste *Hedera helix* (4.4) u bukovoj šumi na severnoj padini.

## Transekt II

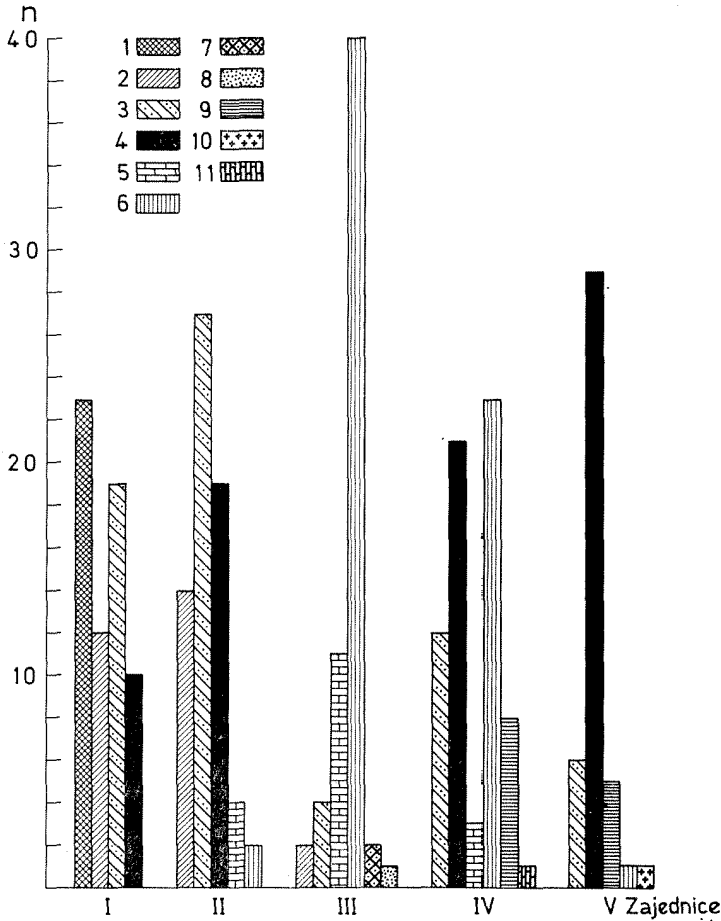
U transektu II (koji obuhvata sledeće sastojine ispitivanih zajednica (Sl. 1): *Quercetum farnetto-cerris* na južnoj padini, prelaznu sastojinu na donjem delu južne padine, zajednicu kitnjaka i graba u uvali, prelaznu sastojinu na gornjem delu severne padine i zajednicu kitnjaka i crnog jasena na zaravnjenom delu grebena), dominira grab po broju stabala (95), a posle njega se javljaju kitnjak, crni jasen, cer, klen, sladun, lipa, bukva, divlja trešnja, dren i brest (Sl. 12). Stabla su pretežno izdanačkog porekla.







Na južnoj padini u zajednici sladuna i cera nema graba u spratu drveća. Dominira sladun sa 23 stabla (Sl. 13), prečnika 2,7 do 24,5 cm i visine 2,60 do 14,60 m (Tab. 10) sa projekcijom kruna 348,1 m<sup>2</sup> (Tab. 11). Posle sladuna, na ovom staništu najviše ima stabala crnog jasena prečnika 2,8 do 6,0 cm i visine 4,5 do 3,1 m (Tab. 10), sa površinom projekcija kruna 14,1 m<sup>2</sup> (Tab. 11; Sl. 3).



Sl. 13. — Broj individua vrsta drveća u tipičnim i prelaznim satojinama ispitivanih zajednica u transektu II. (*Quercetum farnetto-cerris* — I; Prelazna sastojina — II; *Quercus-Carpinetum serbicum typicum* — III; Prelazna sastojina — IV; *Orno-Quercetum petraea* — V).

Number of individua of tree species in typical and transitional stands of communities studied in transect II. (*Quercetum farnetto-cerris* — I; Transitional stand — II; *Quercus-Carpinetum serbicum typicum* — III; Transitional stand — IV; *Orno-Quercetum petraea* — V). 1. *Quercus farnetto*; 2. *Quercus cerris*; 3. *Fraxinus ornus*; 4. *Quercus petraea*; 5. *Acer campestre*; 6. *Carpinus betulus*; 7. *Fagus moesiaca*; 8. *Cornus mas*; 9. *Tilia* sp.; 10. *Prunus avium*; 11. *Ulmus campestre*.

Na donjem delu južne padine, na granici zajednice kitnjaka i graba u uvali, konstatovane su dve individue graba (Sl. 13) prečnika 2,9 do 15,6 cm i visine 3,6 do 13,1 m (Tab. 10). Površina obuhvaćena projekcijama kruna iznosi 15,9 m<sup>2</sup> (Tab. 11; Sl. 3). U ovoj prelaznoj sastojini dominira crni jasen sa 27 individua (Sl. 13), prečnika 5 do 15 cm i visine 4 do 14 m (Tab. 10). Na bazi prečnika i visina može se reći da su stabla crnog jasena mlada, što je konstatovano i u prethodnoj sastojini. Posle crnog jasena javljaju se kitnjak, cer, klen i dr.

Tab. 11. — Projekcije kruna (u m<sup>2</sup>) vrsta drveća i žbunova u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu II.  
Projections of crowns (in m<sup>2</sup>) of tree and shrub species in typical and transitional stands of communities studied in transect II.

Stanište Site	Južna padina Southern slope	Donji deo južne padine Lower part of the southern slope	Dno uvale Depression bottom	Središnji deo severne padine Central part of the northern slope	Gornji deo severne padine Upper part of the northern slope	Vrh grebena Ridge top
Zajednica Community	<i>Quercetum farnetto- cerris</i>	Prelazna sastojina Transitional stand	<i>Querco-Carpinetum serbicum</i>		Prelazna sastojina Transitional stand	<i>Orno Quercetum petraea</i>
Veličina površine Plot size	25x20	25x20	25x20	25x20	25x20	25x20

## Vrste

## Species

<i>Fraxinus ornus</i>	14,1	124,9	18,4	5,5	38,1	30,1
<i>Carpinus betulus</i>	—	15,9	610,8	418,9	428,2	33,6
<i>Quercus petraea</i>	123,0	404,9	—	206,5	419,2	559,5
<i>Quercus cerris</i>	315,5	326,1	62,9	—	—	140,1
<i>Acer campestre</i>	—	50,6	132,8	157,1	26,2	—
<i>Tilia</i> sp.	—	—	—	145,5	66,5	38,7
<i>Prunus avium</i>	—	—	—	33,4	4,0	4,3
<i>Fagus moesiaca</i>	—	—	76,3	32,6	—	—
<i>Ulmus campestris</i>	—	13,9	—	—	—	7,6
<i>Quercus farnetto</i>	348,1	—	—	—	—	—
<i>Sorbus torminalis</i>	—	34,7	—	—	—	—
<i>Cornus mas</i>	—	—	9,3	—	—	—

U tipičnoj zajednici kitnjaka i graba, na dnu uvale najviše ima grabovih stabala (40), prečnika 4,1 do 30,0 cm i visine 2,5 do 18,8 m (Tab. 10). Najveći zbir projekcija kruna u ovoj sastojini ima grab — 610,8 m<sup>2</sup> (Tab. 11). Posle graba na ovom staništu najviše ima stabala klena prečnika 4,1 do 28,1 cm i visine 5,2 do 16,9 m (Tab. 10), sa projekcijom kruna 132,8 m<sup>2</sup> (Tab. 11; Sl. 3), a zatim slede crni jasen, cer, bukva i dr.



Na gornjem delu severne padine, na granici sa zajednicom *Orno-Quercetum petraeae*, dominira grab sa 23 stabla (Sl. 13). Grab je raspoređen u grupama, prečnika 3,2 do 24,2 cm i visine 3,2 do 14,6 m (Tab. 10; površina projekcija kruna iznosi 428,2 m<sup>2</sup> (Tab. 11; Sl. 3). Kao i grab, kitnjak je u ovoj sastojini raspoređen u grupama, prečnika 3,0 do 48,8 cm i visine 3,5 do 17,8 m (Tab. 10) sa površinom projekcija kruna 419,0 m<sup>2</sup> (Tab. 11; Sl. 3). Po broju individua posle kitnjaka i graba najviše ima stabala crnog jasena i cera.

U zajednici kitnjaka i crnog jasena, na površini 25 × 20 m, konstatovano je samo jedno stablo graba (Sl. 13). Dominira kitnjak sa 29 individua (Sl. 13), prečnika 3,1 do 27,9 cm, visine 3,6 do 24,1 m (Tab. 10) sa površinom projekcija kruna 559,5 m<sup>2</sup> (Tab. 11; Sl. 3). Posle kitnjaka u ovoj sastojini najviše ima stabala crnog jasena, prečnika 3,1 do 14,8 cm i visine 4,6 do 15,4 m (Tab. 10) sa površinom projekcija kruna 30,1 m<sup>2</sup> (Tab. 11; Sl. 3).

Na tabeli 12 prikazani su broj i visine mladica i žbunova na površini 25 × 20 m u tipičnim i prelaznim sastojinama ispitivanih zajednica u transektu II.

Broj mladica graba se povećava idući od zajednice sladuna i cera na južnoj padini (3), preko prelazne sastojine na donjem delu južne padine (101) do tipične kitnjakovo-grabove šume na dnu uvale (2.793), a zatim smanjuje u prelaznoj sastojini na gornjem delu severne padine (122) do zajednice kitnjaka i crnog jasena na zaravnjenom delu grebena (117). Slična pravilnost konstatovana je i kod žbunova graba, samo je veći broj žbunova zabeležen u prelaznim sastojinama. Najmanje srednje visine mladica konstatovane su u tipičnoj zajednici kitnjaka i graba na dnu uvale (9,5 cm), a najveće u zajednici kitnjaka i crnog jasena na blago zaravnjenom delu grebena (40,5 cm).

Za kitnjak je karakteristično da je najmanji broj mladica zabeležen na dnu uvale (25). Na južnoj padini broj mladica kitnjaka iznosi 356, na donjem delu južne padine 2.226, na gornjem delu severne padine 2.133, a na blago zaravnjenom delu grebena 4.650.

Po broju mladica klen pokazuje sličnu pravilnost kao i grab. Najveći broj mladica klena konstatovan je na dnu uvale (304).

Mladice crnog jasena konstatovane su na celoj dužini transekta. Na južnoj padini zabeleženo je 495 individua ove vrste, na donjem delu južne padine 659 individua, na dnu uvale 26, na zaravnjenom delu grebena 15 individua.

Broj mladica cera smanjuje se od južne padine (465), preko donjeg dela južne padine (373), dna uvale (117) do gornjeg dela severne padine (9) i blago zaravnjenog grebena u šumi kitnjaka i crnog jasena (9).

Sladun se nasuprot ceru javlja pretežno u šumi sladuna i cera na južnoj padini (306) i na donjem delu južne padine (23). Za ostale ispitivane vrste karakteristično je da ne pokazuju veću pravilnost u ispitivanom transektu.

Na tabeli 13 prikazane su ocene brojnosti, pokrovnosti i socijalnosti vrsta u zeljastom pokrivaču u tipičnim i prelaznim sastojinama zajednica u transektu II.

Na celoj dužini transektta II, u svim pojasevima konstatovane su sledeće zajedničke vrste: *Dactylis glomerata*, *Melica uniflora*, *Hel-laborus odorus*, *Carex verna* i *Galium pseudoaristatum*. Samo u zajednici sladuna i cera na južnoj padini zabeležene su vrste: *Genista ovata* (1.2), *Chrysanthemum corymbosum* (+), *Festuca vallesiaca* (1.2), *Cytisus supinus* i dr.

### C. FENOLOŠKA ISPITIVANJA GRABA I DRUGIH VRSTA DRVEĆA

Praćenje fenoloških pojava kod graba i drugih vrsta drveća u šumskim zajednicama u stacionaru na Avali, vršila sam detaljno u toku čitave godine, s posebnom pažnjom na pojedine prolećne fenofaze. Istom metodom su praćene fenološke promene i kod kitnjaka, cera i sladuna u cilju njihovog upoređenja sa grabom.

Analiza dnevnika osmatranja individua graba u proseku za tri godine (1970—1972) i radne tabele pokazala je sledeće:

U zajednici kitnjaka i graba sa sladunom, na blago nagnutom platou grebena, na zrelih stablima graba je konstatovana pojava nabubreljih pupoljaka krajem marta (26. do 29. marta), faza otvorenih pupoljaka od 15. do 20. aprila, a početak listanja od 20. do 25. aprila. Početak cvetanja zabeležen je u periodu od 10. do 15. aprila, a masovno cvetanje od 20. do 25. aprila. Početak formiranja plodova konstatovano je od 10. do 20. maja, a potpuno zreo plod je zabeležen 10. oktobra. Pojava prvih žutih listova konstatovana je krajem avgusta (25. do 30. avgusta), a masovna pojava žutih listova 20. oktobra. Većina žutih listova opada sa zrelih stabala do polovine novembra, a na mladim stablima se u tom periodu zadržalo na krunama 70 do 80% žutih listova. Sivi listovi ostaju na donjim granama zrelih stabala do proleća.

U tipičnoj sastojini zajednice kitnjaka i graba u uvali, na zrelih stablima konstatovano je ranije otvaranje pupoljaka (10. aprila). Tog datuma je u grupi osmatranih stabala samo jedno stablo bilo sa zatvorenim pupoljcima. U vreme kada većina stabala lista (26. aprila) ovo stablo tek počinje da lista. Masovno cvetanje zabeleženo je 16. aprila, početak formiranja plodova od 1. do 10. maja, a zreo plod od 20. do 25. septembra. Pojava prvih žutih listova u ovoj zajednici zabeležena je od 15. do 25. avgusta, a masovna pojava žutih listova 20. oktobra. 15. novembra je sa zrelih stabala opao veći broj žutih listova. Sivi listovi se preko zime zadržavaju na zrelih stablima na donjim granama i na »živicima«, a na mladim stablima na celoj kruni do proleća, do početka listanja.

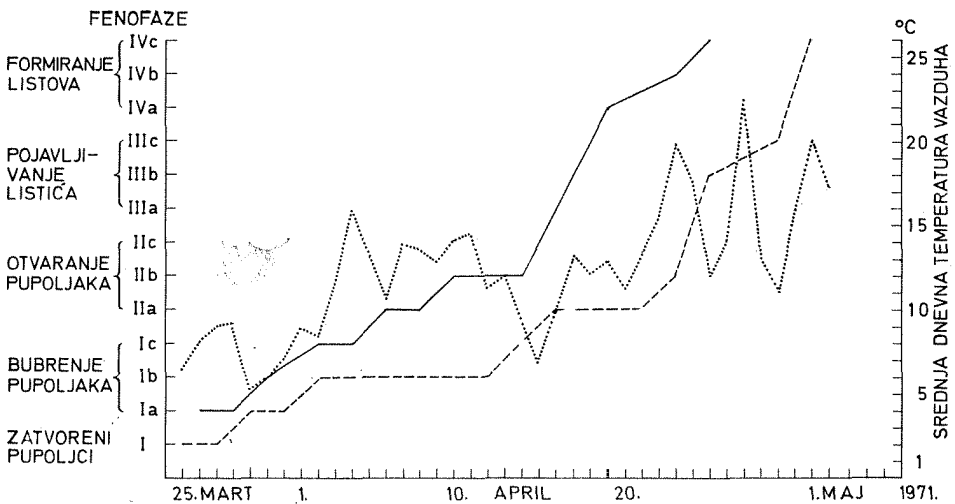
Ako uporedimo ove dve lokalne populacije graba na osnovu fenološkog osmatranja u toku 1970, 1971 i do maja 1972. godine, konstatovaćemo sledeće:

Grab u uvali otvara pupoljke i lista nedelju dana ranije od graba na platou. Nešto manje razlike su konstatovane u 1972. godini kada su mart i april bili relativno topli i vlažni. Ranolistajuća stabla se pretežno nalaze u centru uvale.





Upoređenjem fenofaza listanja ranolistajućeg i kasnolistajućeg stabla graba u uvali, u periodu mart, april, maj 1971. godine, pada u oči, izvestan zastoј u listanju (Sl. 14): kod kasnolistajuće jedinke faza bubrenja pupoljaka traje 10 dana, a faza otvaranja pupoljaka 5 dana. Ovi periodi zadržavanja i brzog otvaranja pupoljaka povezni su sa temperaturama vazduha, koje su ovim periodima prethodile: svaki period nižih temperatura u martu i aprilu, uslovio je period zadržavanja procesa bubrenja, odnosno otvaranja pupoljaka i obrnuto, svaki period visokih temperatura u ovim mesecima doveo je do ubrzanog procesa bubrenja i otvaranja pupoljaka (Sl. 14). Ova pravilnost mnogo je izrazitija u 1970. godini koja se odlikovala većom promenljivošću prolećnih temperatura.



Sl. 14. — Listanje ranolistajuće (————) i kasnolistajuće (— — — —) individue graba u zajednici *Quercus-Carpinetum farnettosum* na platou. Temperature vazduha (.....) za period mart-april-maj 1971. Fenofaze: I — zatvoreni pupoljci; I a, b, c — bubrenje pupoljaka; II a, b, c — otvaranje pupoljaka; III a, b, c — pojavljivanje listića; IV a, b, c — formiranje listova.

Leafing of prevernal (————) and late leafing (— — — —) individua of hornbeam in the community *Quercus-Carpinetum farnettosum* on plateau. Air temperature (.....) for the march-april-may period 1971. Phenophases: I — closed buds; I a, b, c — swelling of buds; II a, b, c — opening of buds; III a, b, c — appearing of leaflets; IV a, b, c — forming of leaves.

Masovno cvetanje i sazrevanje plodova nastupa ranije u populaciji graba u uvali. Karakteristično je da ranije žute i opadaju listovi u uvali, međutim, mnogo se duže zadržavaju suvi listovi na stablima na platou.

Kod ostalih lokalnih populacija, uočena je slična pravilnost: u mezofilnim zajednicama grab nešto ranije lista, cveta i plodonosi. Za sve ispitivane lokalne populacije, karakteristično je da prvo listaju

Tab. 14. — Usporedna fenološka posmatranja na grabu i kitinjaku u 1970. i 1971. godini u zajednici *Quercus-Carpinetum farnetosum* na platou u stacionaru na Avali.  
Comparative phenological observations of hornbeam, and sessile oak in 1970 and 1971 in the community *Quercus-Carpinetum farnetosum* on plateau in the stationary on Avala.

Otvaranje pupoljaka i listanje — Opening of buds and leafing

Fenofaze Phenophases	Godina osmatranja Observation year	Početak bubrenja pupoljaka Beginning of bud swelling	Masovno bubrenje pupoljaka Full swelling of buds	Početak otvaranja pupoljaka Beginning of bud opening	Masovno otvaranje pupoljaka Full budding	Početak listanja Beginning of leafing	Masovno listanje Full leafing	Formiran list Formed leaves
<i>Carpinus betulus</i>	1970.	25. III	29. III	31. III	6. IV	25. IV	2. V	8. V
<i>Carpinus betulus</i>	1971.	26. III	2. IV	6. IV	10. IV	20. IV	30. IV	12. V
<i>Quercus petraea</i>	1970.	2. IV	6. IV	9. IV	15. IV	20. IV	30. IV	10. V
<i>Quercus petraea</i>	1971.	2. IV	6. IV	9. IV	15. IV	20. IV	3. V	10. V

Cvetanje i plodonošenje — Flowering and fruiting

Fenofaze Phenophases	Godina osmatranja Observation year	Početak cvetanja Beginning of flowering	Masovno cvetanje Full flowering	Početak precvetanja vanja Beginning of fading	Masovno precvetanja vanje Full fading	Početak formiranja plodova Beginning of fruit formation	Zreo plod Ripe fruit	Masovno opadanje plodova Mass fruit drop
<i>Carpinus betulus</i>	1970.	15. IV	23. IV	2. V	15. V	20. V	3. IX	10. X
<i>Carpinus betulus</i>	1971.	10. IV	20. IV	25. IV	8. V	10. V	2. IX	10. X
<i>Quercus petraea</i>	1970.	15. IV	25. IV	28. IV	10. V	10. V	2. IX	15. X
<i>Quercus petraea</i>	1971.	10. IV	20. IV	25. IV	5. V	10. V	2. IX	15. X

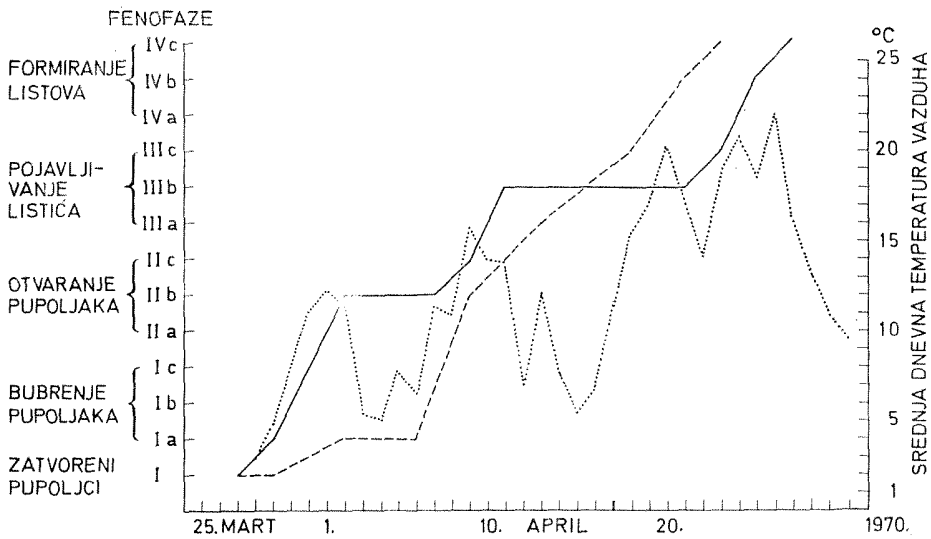
Opadanje listova — Falling of leaves

Fenofaze Phenophases	Godina osmatranja Observation year	Pojava žutih listova Appearance of first yellow leaves	Masovna pojava žutih listova Mass appearance of yellow leaves	Početak opada- nja listova Beginning of leaf falling	Masovno opa- danje listova Mass falling of leaves	Prestanak vegetacije End of vegetation
<i>Carpinus betulus</i>	1970.	28. VIII	10. XI	15. IX	20. X	15. XI
<i>Carpinus betulus</i>	1971.	30. VIII	10. XI	10. IX	18. X	15. XI
<i>Quercus petraea</i>	1970.	10. VIII	2. XI	15. VIII	15. X	15. XI
<i>Quercus petraea</i>	1971.	15. VIII	2. XI	15. VIII	15. X	15. X

žbunovi i mlada stabla. Plod graba sazreva krajem avgusta i početkom septembra. Priperci žute uporedo sa pojavom žutih listova. Plodovi se dugo zadržavaju na stablima i preko zime. Listovi na zrelih stablima ranije žute od listova sa mladih stabala. Pri opadanju listova prvo opadnu listovi sa vrha, zatim iz središnjeg dela i na kraju sa donjih grana. Na nekim zrelih stablima suvi listovi ostaju na donjim granama i »živčićima« preko zime. Na pojedinim mladim stablima, oko 70 do 80% žutih listova ostaje na celoj kruni preko zime. Suvi listovi ostaju na stablima do početka listanja, kada se pojavljuju mladi listići iz pupoljaka.

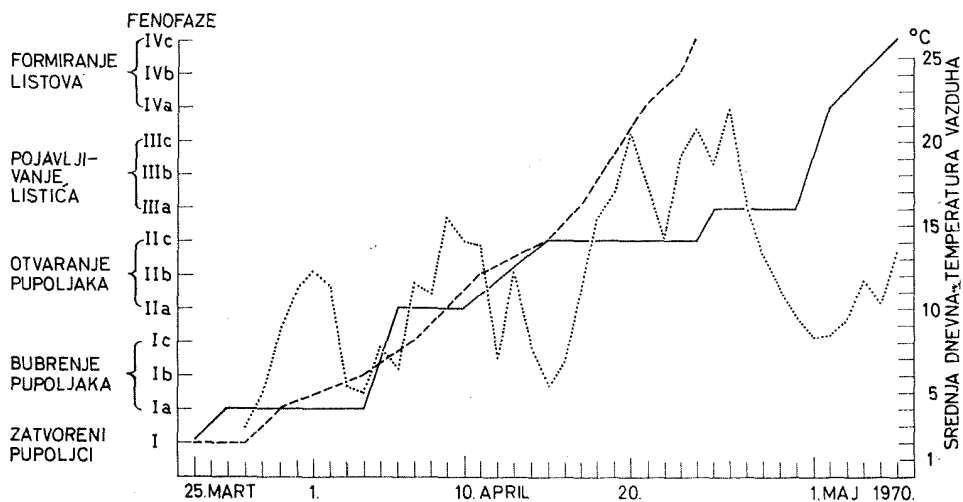
Na tabeli 14 prikazana su uporedna ispitivanja fenofaza listanja, cvetanja, plodonošenja i opadanja listova graba i kitnjaka u zajednici kitnjaka i graba sa sladunom, na platou, u toku 1970. i 1971. godine.

Početak bubrenja pupoljaka konstatovan je kod graba 25. marta, a kod kitnjaka 2. aprila. Masovno bubrenje pupoljaka zabeleženo je kod graba 29. marta do 2. aprila, a kod kitnjaka 6. aprila. Grab masovno otvara pupoljke između 6. i 10. aprila, a kitnjak 15. aprila. Grab ranije otvara pupoljke od kitnjaka, ali te razlike nisu velike — najviše 5 dana. Kod obe vrste masovna pojava listanja je skoro istovremena, krajem aprila i početkom maja.



Sl. 15. — Listanje ranolistajuće individue graba (—) i ranolistajuće individue kitnjaka (---) u zajednici *Quercus-Carpinetum farnetosum* na platou. Temperature vazduha (....) u periodu mart-april-maj 1970. Fenofaze: I—zatvoreni pupoljci; I a, b, c—bubrenje pupoljaka; II a, b, c—otvaranje pupoljaka; III a, b, c—pojavljivanje listića; IV a, b, c—formiranje listova. Leafing of vernal hornbeam individua (—) and vernal sessile oak individua (---) in the community *Quercus-Carpinetum farnetosum* on plateau. Air temperature (....) in the march-april-may period 1970. Phenophases: I—closed buds; I a, b, c—swelling of buds; II a, b, c—opening of buds; III a, b, c—appearing of leaflets; IV a, b, c—forming of leaves.

Detaljno praćenje listanja u stacionaru na Avali, u 1970. godini, pokazalo je da se grab na platou duže zadržava u fazi bubrenja i otvaranja pupoljaka od kitnjaka. Ako se uporede jedan ranolistajući grab i jedan ranolistajući kitnjak (Sl. 15), konstatujemo da se grab četiri dana zadržava u fazi otvorenih pupoljaka, 10 dana u fazi pojavljivanja mladih listića i 7 dana u fazi formiranja listova. Kitnjak se zadržava samo 4 dana u fazi bubrenja pupoljaka, a docnije ravnomerno lista bez zastoja. Ovde takođe postoji povezanost između temperature vazduha i procesa listanja. Dok je grab vrlo osetljiv na kolebanja temperature u čitavom procesu listanja (prethodni period nižih temperatura utiče na duže zadržavanje određene fenofaze), kitnjak je znatno manje osetljiv i ne zadržava se dugo u pojedinim fenofazama (Sl. 15). Ako se uporede jedno prosečno stablo graba i jedno prosečno stablo kitnjaka (stabla koja listaju u vreme kada lista većina jedinki ovih vrsta) zapažamo sličnu pravilnost (Sl. 16): grab se zadržava u fazi bubrenja pupoljaka 8 dana, u fazi otvaranja pupoljaka 8 dana i u fazi pojavljivanja mladih listića 5 dana. Kitnjak, nasuprot grabu, ravnomerno lista bez zastoja. Ovde takođe postoji povezanost između temperatura vazduha i procesa listanja. Posle perioda nižih temperatura, grab se zadržava u fazi bubrenja i otvaranja pupoljaka (Sl. 16). Ako uporedimo kasnolistajući grab i kasnolistajući kitnjak, konstatujemo

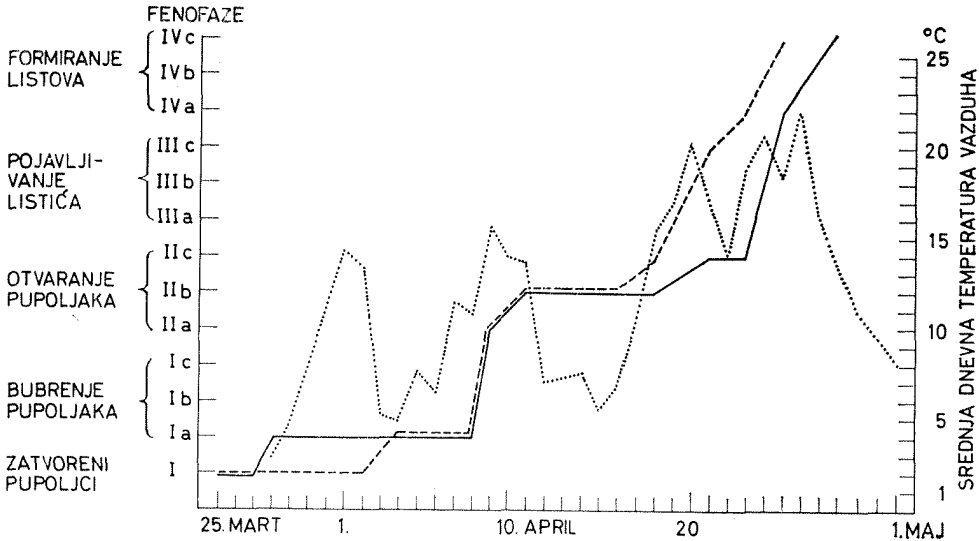


Sl. 16. — Listanje graba (—) i kitnjaka (---) u zajednici *Quercus-Carpinetum farnetosum* na platou. Temperature vazduha (....) u periodu mart-april-maj 1970. Fenofaze: I—zatvoreni pupoljci; I a, b, c—bubrenje pupoljaka; II a, b, c—otvaranje pupoljaka; III a, b, c—pojavljivanje listića; IV a, b, c—formiranje listova.

Leafing of hornbeam (—) and sessile oak (---) in the community *Quercus-Carpinetum farnetosum* on plateau. Air temperature (....) in the march-april-may period 1970. Phenophases: I—closed buds; I a, b, c—swelling of buds; II a, b, c—opening of buds; III a, b, c—appearing of leaflets; IV a, b, c—forming of leaves.



veliku sličnost u trajanju procesa listanja, naročito u fazi bubrenja i otvaranja pupoljaka. U momentu pojavljivanja mladih listića, kitnjak naglo olistava ne zadržavajući se ni u jednoj fazi. Ovo se može objasniti znatno manjim zadržavanjem graba u pojedinim fenofazama u drugoj polovini aprila kada su više temperature (Sl. 17).



Sl. 17. — Listanje kasnolistajuće individue graba (—) i kasnolistajuće individue kitnjaka (---) u zajednici *Quercus-Carpinetum farnettosum* na platou. Temperature vazduha (...) u periodu mart-april-maj 1970. Fenofaze: I—zatvoreni pupoljci; I a, b, c—bubrenje pupoljaka; II a, b, c—otvaranje pupoljaka; III a, b, c—pojavljivanje listića; IV a, b, c—formiranje listova.

Leafing of late leafing hornbeam individua (—) and late leafing sessile oak individua (---) in the community *Quercus-Carpinetum farnettosum* on plateau. Air temperature (...) in the march-april-may period 1970. Phenophases: I—closed buds; I a, b, c—swelling of buds; II a, b, c—opening of buds; III a, b, c—appearing of leaflets; IV a, b, c—forming of leaves.

Kada su marta i aprila 1970. i 1971. godine bile niže temperature u odnosu na prethodne godine, pupoljci graba, iako bubre relativno rano (27. marta), dugo se zadržavaju u fazi otvaranja pupoljaka. U 1972. godini mart i april su bili relativno topliji i vlažniji od prethodne dve godine, pa je i proces listanja u ovim mesecima kod kitnjaka i graba bio nešto brži. Kao što vidimo, visoke temperature u rano proleće mogu znatno ubrzati proces listanja graba i kitnjaka. Jovanović i Uvalić-Tomić smatraju da i februarske visoke temperature mogu znatno ubrzati proces listanja kod graba i drugih vrsta. Iz njihovih rezultata višegodišnjih fenoloških osmatranja vrsta vidi se da su kod graba u arboretumu Šumarskog fakulteta u Beogradu počeli da bubre pupoljci 20. marta 1966. godine, u kojoj su se srednje februarske dekadne temperature kretale od 6 do 12°C, tj. 11 dana ranije nego u ostalim godinama u proseku (1962. do 1967). Kod kitnjaka su ove razlike manje (Jovanović B., Uvalić-Tomić Z., 1972). Ovi

Tab. 15. — Usporedna fenološka posmatranja na grabu, kitnjaku, sladunu i ceru u zajednici *Quercus-Carpinetum farnetosum* na platou u stacionaru na Avali u toku 1970. godine.

Comparative phenological observations of hornbeam, sessile oak, hungarian and turkish oak, in the community *Quercus-Carpinetum farnetosum* on plateau in the stationary on Avala during 1970.

Otvaranje pupoljaka i listanje — Opening of buds and leafing

Fenofaze Phenophases	Početak bubrenja pupoljaka Beginning of bud swelling	Masovno bubrenje pupoljaka Full swelling of buds	Početak otvaranja pupoljaka Beginning of bud opening	Masovno otvaranje pupoljaka Full budding	Početak listanja Beginning of leafing	Masovno listanje Full leafing	Formiran list Formed leaves
<i>Carpinus betulus</i>	25. III	29. III	31. III	6. IV	25. IV	2. V	8. V
<i>Quercus petraea</i>	2. IV	6. IV	9. IV	15. IV	20. IV	30. IV	10. V
<i>Quercus farnetto</i>	3. IV	9. IV	15. IV	20. IV	25. IV	8. V	20. V
<i>Quercus cerris</i>	4. IV	10. IV	15. IV	23. IV	25. IV	20. V	25. V

Cvetanje i plodonošenje — Flowering and fruiting

Fenofaze Phenophases	Početak cvetanja Beginning of flowering	Masovno cvetanje Full flowering	Početak precvetavanja Beginning of fading	Masovno precvetavanje Full fading	Početak miranja plodova Beginning of fruit formation	Zreo plod Ripe fruit
<i>Carpinus betulus</i>	15. IV	23. IV	2. V	15. V	20. V	2. IX
<i>Quercus petraea</i>	15. IV	25. IV	28. IV	10. V	10. V	2. IX
<i>Quercus farnetto</i>	15. IV	30. IV	2. V	10. V	10. V	8. X
<i>Quercus cerris</i>	18. IV	30. IV	2. V	10. V	12. V	8. X

Opadanje listova — Falling of leaves

Fenofaze Phenophases	Pojava prvih žutih listova Appearance of first yellow leaves	Masovna pojava žutih listova Mass appearance of yellow leaves	Početak opadanja listova Beginning of leaves falling	Masovno opadanje listova Full falling of leaves	Prestanak vegetacije End of vegetation
<i>Carpinus betulus</i>	28. VIII	10. XI	15. IX	20. X	15. XI
<i>Quercus petraea</i>	10. VIII	2. XI	15. VIII	15. X	15. XI
<i>Quercus farnetto</i>	10. VIII	8. X	15. VIII	1. X	20. XI
<i>Quercus cerris</i>	15. VIII	10. XI	15. VIII	1. X	20. XI

rezultati pokazuju, kao i rezultati ispitivanja fenologije graba i kitnjaka u stacionaru na Avali, da kitnjak ima ujednačeniji i ravnomerniji proces listanja od graba manje zavistan od spoljašnje temperature nego grab, koji u godinama sa visokim prolećnim temperaturama lista znatno ranije, a u godinama sa znatno nižim temperaturama karakterističan je neujednačen proces listanja u kome razlikujemo periode kraćeg ili dužeg zadržavanja i naglog otvaranja pupoljaka.

Kitnjak i grab pokazuju izvesne sličnosti u cvetanju, formiranju i sazrevanju plodova. Masovno cvetanje i precvetanje konstatovano je kod obe vrste istovremeno. Masovno cvetanje zabeleženo je u periodu od 20. do 25. aprila, a masovno precvetavanje od 5. do 15. maja (Tab. 14). Za kitnjak je karakteristično da u masi ranije cveta i da ranije žute i opadaju listovi od graba.

Na tabeli 15 su prikazani rezultati uporednih ispitivanja fenofaza listanja, cvetanja, plodonošenja i opadanja listova graba, kitnjaka, sladuna i cera u zajednici kitnjaka i graba sa sladunom na platou, u toku 1970. godine.

Karakteristično je da u periodu listanja prvo bubri i otvara pupoljke grab, a zatim slede kitnjak, sladun i cer. U ovoj zajednici lista prvo kitnjak (30. aprila), zatim grab (2. maja), sladun (8. maja) i na kraju cer (20. maja). Na platou, u masi prvo cveta kitnjak, posle njega grab, sladun i na kraju cer. Zreo plod je kod graba konstatovan 2. septembra, a kod sladuna i cera 8. oktobra. Žuti listovi prvo se pojavljuju u kruni kitnjaka, sladuna i cera i na kraju kod graba. Masovno opadanje listova zabeleženo je kod sladuna i cera 1. oktobra, kitnjaka 15. oktobra, a kod graba 20. oktobra.

Na bazi ispitivanja fenologije graba, kitnjaka, sladuna i cera, možemo konstatovati da su grab i kitnjak fenološki bliske vrste, jer skoro istovremeno listaju, formiraju plodove i odbacuju listove. Sladun i cer razlikuju se znatno u vremenu listanja, cvetanja, plodonošenja i odbacivanja listova od graba. Pored toga, kod sladuna u stacionaru na Avali, mnogo je jasnije izražena grupa ranolistajućih i kasnolistajućih individua. To je konstatovao i Jovanović u svojim višegodišnjim ispitivanjima u zajednici sladuna i cera u okolini Beograda (Košutnjak i Avala), navodeći za sladun da »pojedinačna stabla imaju prosek početka listanja za oko jednu nedelju dana ranije ili kasnije od opšteg proseka; postoje raniji i kasniji biotipovi« (Jovanović B., 1972).

## DISKUSIJA REZULTATA

Analiza uslova tipičnih i prelaznih staništa i detaljna kvalitativno-kvantitativna analiza sastava i strukture svih sinuzija tipičnih i prelaznih sastojina u transektima, zajedno sa rezultatima fenoloških posmatranja na grabu i ostalim vrstama drveća u transektima, omogućili su (povezivanjem svih rezultata u celinu) dobijanje kompleksne slike o grabu, njegovom odnosu prema staništu i prema drugim vrstama i njegovom učešću u formiranju određene strukture sastojina.

Rezultati ispitivanja ekologije graba u stacionaru na Avali pokazali su da grab postiže optimalni razvitak u uvali, u tipičnoj zajednici kitnjaka i graba, koja se odlikuje dominacijom mezofilnih vrsta, karakterističnih za tipičnu zajednicu *Quercus-Carpinetum serbicum*. S obzirom da je ova uvala relativno plitka i da se nalazi na strani koja pada prema jugoistoku, bukva nije u mogućnosti da potisne grab i izgradi svoju zajednicu, tako da ovi srednji uslovi više odgovaraju grabu. U ovim uslovima grab potiskuje ne samo bukvu, već i hrast kitnjak, zahvaljujući velikoj izdanačkoj moći, brzom rasteњу i izgradnji većeg broja visokih stabala u bokoru. Pored toga, čovek je svojim čestim sečama i proredama u bliskoj prošlosti eksploataisao više kitnjak i bukvu, koji se slabije obnavljaju od graba na ovom staništu. Uvala u kojoj se nalazi ova zajednica, leži ispod izvorišne čelenke Dubokog potoka, tako da se u ovu uvalu vremenom taložila izvesna količina proluvijalnog materijala sa strmih padina. Ovaj materijal u zemljištu manje odgovara bukvi i hrastu nego grabu, koji podnosi znatno grublji materijal (i u većim količinama) aluvijalno-deluvijalnog porekla. Međutim, pošto se ova uvala nalazi odmah ispod izvorišne čelenke i na nagibu 15°, deluvijalno-proluvijalni materijal nije mogao da se nataloži u većoj masi, kao što je to slučaj sa aluvijalnim zaravnima, u nižim delovima slivova planinskih potoka i rečica u severnoj Srbiji, gde grab izrađuje svoju zajednicu *Chrysosplenio-Carpinetum betuli* Dinić, 1972. Jedan od dokaza da je zajednica u stacionaru u uvali bliska grabovoj zajednici na aluvijalno-deluvijalnim nanosima jeste prisustvo krupnog skeletnog materijala u zemljištu. Pored toga, prilična brojnost stabala klena, koji inače redovno prati grab u njegovoj zajednici (Dinić A., 1972), potvrđuje ovu našu postavku. Grab u ovoj ogleđnoj sastojini u uvali maksimalno koristi povoljne uslove sredine u celini (mikroklimu, zemljište, odsustvo konkurencije drugih vrsta drveća itd.), a, s druge strane, povoljno utiče svojim šušnjem koji se lako raspada, na formiranje bogatog humusnog strukturnog zemljišta. Znatna količina snega u zemljištu, naročito u prolećnim mesecima, kada se topljenjem snežnih masa (koje se najduže zadržavaju u uvali) i slivanjem vode iz izvorišne čelenke natapa zemljište na ovom staništu, omogućava grabu da, u odsustvu veće konkurencije drugih vrsta drveća, postigne znatnu visinu i debljinu i zagospodari u sastojini, što se ogleda u dominaciji stabala i mladica graba na ovom staništu. Raniji početak otvaranja pupoljaka i listanja graba na ovom staništu u uvali ukazuje na to da su ekoklimatski uslovi u celini povoljniji ne samo za porast stabala u visinu i debljinu i brz vegetativni razvitak, već i za ukupno povećanje njegovog vegetacionog perioda.

Za razliku od staništa u uvali, stanište na platou grebena pruža manje povoljne uslove za život graba, što se ogleda u čitavom njegovom habitusu i nizu drugih osobina. Plato grebena (deo koji se nalazi u transektu) je relativno uzan (15 × 20 m) i blago nagnut ka jugu (2 do 5°), tako da ogleđna sastojina kitnjaka i graba, koja naseljava ovaj plato, stoji u celini pod neposrednim uticajem zajednica na susjednim staništima: bukove šume sa lipom na severnoj padini i cervo-sladunove šume na južnoj padini. Sve se to odrazilo na karakter ogleđne sastojine na platou u kojoj se nalazi veći broj termofilnih

vrsta, među kojima poseban značaj imaju sladun, cer i crni jasen u spratu drveća i žbunova. Ova zajednica pripada šumadijskom tipu *Quercus-Carpinetum farnettosum* Gajić, 1960, koja na nižim položajima (od 150 do 300 m n. v.) u Šumadiji naseljava zaklonjene padine i plitke uvale (Gajić M., 1954, 1960). Ogledna sastojina u stacionaru na Avali je na platou zahvaljujući većoj nadmorskoj visini (oko 400 m n. v.) gde bi kitnjak i grab izgradili svoju tipičnu zajednicu da nije uticaja čoveka i neposredne blizine sladunovo-cerove šume. Duboko humozno zemljište na platou sa vrlo blagom naznakom procesa lesiviranja i prisustvo tri ogromna hrasta kitnjaka u prečniku preko 1 m, ukazuju na poreklo od kitnjakovo-grabove šume mezofilnog tipa. Pod uticajem čoveka (koji je naročito izrazit na ovom grebenu preko koga prolazi kolski put), a s druge strane izloženosti ovog grebena jugu, uslovlili su veći stupanj degradacije šume, a posebno krupne negativne promene na grabu. Za razliku od stabala graba u uvali, koja dostižu visinu do 20 m (a deblo bez grana nalazi se na 8 do 10 m visine) i koja imaju relativno usku i izduženu primarnu krunu, stabla graba na platou su relativno niska (8 do 12 m), jako granata, sa širokom primarnom krunom, koja se nalazi nisko na vretenu stabla (počinje od 0,5 do 1 m visine). Kod većine stabala na ovom staništu izražena je i sekundarna kruna, koja u nekim slučajevima zamenjuje primarnu krunu. Ovu sastojinu karakterišu nepravilne površine projekcija kruna, koje su, zajedno sa gore nabrojanim odlikama graba, odraz specifičnih uslova staništa i strukture cele sastojine. Kasnije listanje graba na platou nego u uvali može se objasniti delovanjem niskih temperatura u proleće kada je grab vrlo osetljiv na klimatske promene, čiji su ekstremi znatno ublaženi na staništu u uvali. Karakteristično je i za jedno i za drugo stanište graba, da ova vrsta u uslovima niskih temperatura krajem marta i početkom aprila usporava znatno proces otvaranja pupoljaka i listanja. Ova pojava nije konstatovana kod kitnjaka, kod koga proces otvaranja pupoljaka i listanja teče kontinuirano i na jednom i na drugom staništu. Sve to pokazuje da je grab vrsta vrlo osetljiva na niske temperature, zbog čega svakako ne samo što izbegava izložena staništa u uslovima kontinentalne klime na nižoj nadmorskoj visini, već i veće nadmorske visine na kojima kitnjak izgrađuje svoju zajednicu (*Quercetum montanum* Čer. et Jov., 1948).

Drugi greben u stacionaru je vrlo širok, ali je pod nagibom 15° i izložen jugoistoku, što je omogućilo kitnjaku da potpuno zagospodari na ovom staništu i izgradi sa crnim jasenom zajednicu *Orno-Quercetum petrae* (Bor., 1955), Miš., 1972. U ovoj zajednici graba nema u spratu drveća, ali je prilično zastupljen u spratu žbunova i zeljastog pokrivača, što pokazuje da bi u uslovima većeg sklopa kruna visokog drveća, grab mogao da opstane i u višim spratovima. Međutim, neprekidni uticaj čoveka, koji sečom i proredama odstranjuje stabla kitnjaka iz sastojine i time proređuje njen sklop, predstavlja jedan od faktora, koji stalno održava ovu kitnjakovu zajednicu. Ova kitnjakova šuma vodi poreklo od mešovite kitnjakovo-grabove šume. Usled smanjenja šumskog fonda na Avali i u čitavoj Šumadiji (a u vezi sa tim promena mezoklimate i mikroklike) i usled degradacije sastojina ove zajednice, grab je iščezao iz sprata drveća, i došlo je do formiranja

čiste kitnjakove šume. Ovo potvrđuje i karakter zemljišta na dubini oko pola metra, gde srećemo tragove redukcionih procesa, koji su karakteristični za mezofilnu kitnjakovo-grabovu šumu (Antić M., Mišić V., 1972). Pored toga, prisustvo velikog broja mezofilnih vrsta, karakterističnih za kitnjakovo-grabovu zajednicu, koji se javljaju u spratu zeljastih biljaka ove kitnjakove šume u stacionaru, govore u prilog ovoj tezi (Mišić V., Borisavljević Lj., 1972). Povoljni ekoklimatski uslovi u nižim slojevima vazduha i u površinskim slojevima zemljišta, omogućili su, između ostalih faktora, opstanak graba u spratu žbunova, a s druge strane, izloženost grebena jugu i otvoren sklop kruna drveća u degradovanoj kitnjakovoj sastojini otežavaju prodiranje graba u više spratove.

Grab u bukovo-lipovoj šumi na severnoj padini u stacionaru, u konkurenciji sa bukvom, a naročito lipom (koji su na ovom staništu razvili visoka stabla sa širokim gustim krunama), teško se probija u najviši sprat drveća, izgrađujući tanka visoka stabla (sa visokim debelom bez grana preko 10 m) i uskom dugačkom primarnom krunom. Stabla graba u ovoj zajednici raspoređena su u manje ili veće grupe, što omogućava grabu da se održi naročito u mlađim fazama razvitka.

Grab u zajednici *Quercetum farnetto-cerris* na strmoj južnoj padini odsustvuje u spratu drveća. Ovo se stanište odlikuje velikim kolebanjem temperature, naročito u nižim slojevima vazduha i površinskim slojevima zemljišta. Pored toga su naročito značajne visoke temperature vazduha u podnevnim časovima, što uslovljava sušenje zemljišta i ubrzavanje procesa mineralizacije organske materije. Proces lesiviranja na ovom staništu je jako izražen zahvaljujući hrastovom šušnju, ekspoziciji, nagibu, kao i potpunom odsustvu graba, lipe i drugih vrsta. Povoljan odnos C/N u humusu u zajednici cera i sladuna, može se objasniti i bogatstvom žbunova i zeljastih biljaka među kojima se ističu vrste — azotofiksatori: *Cytisus supinus*, *Cytisus austriacus* i dr. sa veoma razvijenim kvržicama (ispunjenim bakterijama *Rhizobium* sp.) na njihovom korenu (Milošević R., 1971). Podmladak graba u spratu zeljastog pokrivača je polegao po zemlji, sa sitnim listovima, zastarčen, što pokazuje da su uslovi za život graba nepovoljni čak i u ranijim fazama razvitka. Dominacija termofilnih vrsta zeljastih biljaka (*Chrysanthemum corymbosum*, *Festuca vallesiaca*, *Cytisus supinus*, *Silene viridiflora*, *Sedum maximum* i dr.) potvrđuje tezu da se radi o staništu koje je toplo i suvo naročito preko leta. Rezultati eksperimentalnih ispitivanja međuodnosa vrsta drveća, žbunova i zeljastih biljaka u istoj ogleđnoj šumi sladuna i cera pokazali su da hrastovi u sušnom letnjem periodu uzimaju maksimalno vlagu iz zemljišta onemogućavajući razvitak mnogih vrsta biljaka ili skraćujući njihov vegetacioni period (Dinić A., Mišić V., 1973).

Na gornjem delu južne padine u stacionaru, na blažem nagibu, gde su ekomikroklimatski uslovi povoljniji, a zemljište se manje zagreva, nego na strmoj južnoj padini, grab se pojavljuje u manjem broju primeraka (pretežno niska stabla do 10 m visine, sa sekundarnom krunom do zemlje, sa ispucalom korom i suvim vrhom), utičući svojim šušnjem na usporavanje procesa lesiviranja u zemljištu. Ovo pokazuje da bi unošenje graba u ove satojine na blažem nagibu, moglo da po-

boljša uslove zemljišta i ekoklime, što bi sa svoje strane uticalo da se stabla graba bolje razvijaju.

Za prelazne sastojine na kontaktu zajednice sladuna i cera sa zajednicom kitnjaka i graba u uvali i ove poslednje zajednice sa zajednicom kitnjaka i crnog jasena na grebenu, karakterističan je bogat mešoviti sprat žbunova i zeljastih blijaka. Slične prelazne sastojine bogate žbunastim vrstama, nađene su na Fruškoj gori (Zmajevac) između zajednica *Festuco-Quercetum petrae* na južnoj padini i *Fagetum montanum tilietosum* u uvali (Mišić V., Dinić A., 1966). Ove razlike u sastavu vrsta i broju njihovih jedinki između tipičnih i prelaznih sastojina omogućavaju da se lakše povuče granica među fitocenozama.

Rezultati ekoloških ispitivanja graba i drugih vrsta drveća u stacionaru na Avali, potvrdili su rezultate ispitivanja rasprostranjenja graba i njegovog učešća u šumskim zajednicama severne Srbije i pokazali da ovaj stacionar predstavlja model (a izdvojeni i detaljno proučavani transekti njegove najtipičnije delove) koji pruža tipičnu sliku šumske vegetacije nižeg brdskog područja severne Srbije. Tako, na primer zaključak o optimalnom staništu graba na donjem delu severne padine i u plićoj uvali Dubokog potoka u stacionaru (u zajednici sa kitnjakom), odnosi se na čitavu severnu Srbiju, kao što je i vrlo slaba vitalnost graba na izloženom grebenu (u zajednici sa kitnjakom, sladunom i cerom) konstatovana u čitavoj Šumadiji (Dinić A., 1974).

## ZAKLJUČCI

Primenom raznovrsnih metoda u ekološkoj studiji graba (geodetsko snimanje celokupnog terena; fizičko-hemijska analiza zemljišta; kvalitativno-kvantitativna analiza sastava i strukture svih sastojina sa grabom u transektu; fenološka ispitivanja vrsta drveća, itd.) i povezivanjem svih dobijenih rezultata sa rezultatima ispitivanja varijabiliteta graba i njegovog učešća u šumskim zajednicama severne Srbije — omogućeno je dobijanje kompleksne slike o grabu, njegovom odnosu prema uslovima staništa i drugim vrstama sa kojima živi u šumskim zajednicama.

U vegetacijskom transektu u stacionaru na Avali, prostorno se smenjuje na malim rastojinama niz staništa i zajednica sa grabom: *Fagetum montanum tilietosum* Jank. et Miš. na severnoj padini, *Quercu-Carpinetum farnettosum* Gaj. na platou grebena koji se spušta prema jugu; *Quercetum farnetto-cerris carpinetosum betuli* Gaj. na gornjem blago nagnutom delu južne padine; *Quercetum farnetto-cerris* Rud. na strmom delu južne padine; *Quercu-Carpinetum typicum* Gaj. u uvali i *Orno-Quercetum petrae* Miš. (Bor.) na blago valovitom i širokom grebenu, koji se spušta prema jugoistoku. Ovaj vegetacijski profil se pokazao kao model tipičan za Šumadiju i veći deo severne Srbije, tako da su se u njemu mogla vršiti ispitivanja ekološke graba, posebno što se ova vrsta javlja u relativno malom broju zajednica i na ograničenom broju staništa u odnosu na bukvu, kitnjak i druge vrste sa kojima grab izgrađuje zajednice.

Grab dobro indicira svojim osobinama ne samo uslove tipičnih staništa, već i prelazna staništa, određujući karakter i širinu kontaktne zone među zajednicama. Konstatovane su promene ne samo u brojnosti stabala graba, već i u njegovom habitusu, porastu u visinu i debljinu, izdaničkoj moći, nekim karakteristikama lista i ploda, fenologiji itd.

Prateći smenjivanje sastojina u ekološkom nizu u stacionaru na Avali, od bukove šume do zajednice kitnjaka i graba sa sladunom na platou, postupno smeđe zemljište u zajednici bukve smenjuje smeđe lesivirano zemljište na platou grebena u zajednici kitnjaka i graba sa sladunom. Proces lesiviranja u zajednici sladuna i cera na južnoj padini polako slabi, tako da ga u zajednici kitnjaka i graba na dnu uvale, gde dominira grab nema, a pojavljuje se opet u zajednici kitnjaka i crnog jasena na grebenu. Profil zemljišta u delu sastojine gde dominira grab odlikuje se moćnim humusno akumulativnim horizontom, dobro očuvanim strukturnim agregatima sa potpunim odsustvom elemenata peptizacije. Mali koeficijent koloidne frakcije u profilu gde dominira grab (1,5 i 1,7) u odnosu na profil pod hrastom (1,7 i 2,3), pokazuju da grab ne favorizira proces lesiviranja, već ga naprotiv usporava. Najmanju vrednost C/N u humusu (oko 10) imaju profili pod zajednicom bukve, a najveću vrednost (21, 31) pod zajednicom kitnjaka i crnog jasena. Na sredini (C/N = 14—15) stoje zajednice kitnjaka i graba na dnu uvale i kitnjaka i graba sa sladunom na platou. Rezultati uporedne analize šušnja pokazali su da su vrednosti C/N za 1/3 manje u zajednicama sa grabom u odnosu na fitocenozu kitnjaka i crnog jasena. Povoljan odnos C/N u humusu i šušnju rezultat je pozitivne uloge listova graba u procesu raspadanja stelje i humifikacije.

Rezultati kvalitativno-kvantitativne analize sastava i strukture tipičnih i prelaznih sastojina u transektima pokazali su, da postoje krupne razlike između dveju varijanti zajednice kitnjaka i graba: *Quercus-Carpinetum typicum* u uvali i *Quercus-Carpinetum farnettosum* na platou grebena. U zajednici kitnjaka i graba sa sladunom, konstatovano je na jedinici površine (25 × 20 m) 23 stabla graba. Ova stabla su niska (srednja visina 9,68m) sa širokim krunama i sa granama koje se pod tupim uglom odvajaju nisko na stablu. Ukupna površina svih projekcija kruna graba iznosi 424,3 m<sup>2</sup>. U zaklonjenoj uvali, u tipičnoj mezofilnoj zajednici kitnjaka i graba, nađeno je na površini iste veličine skoro dva puta više stabala graba (40), koja dostižu skoro dva puta veću visinu (18 m): za razliku od graba na platou, stabla u uvali imaju usku i gustu krunu, sa granama koje pod oštrim uglom polaze visoko na deblu. Ukupan zbir projekcija kruna na jedinici površine iznosi 610,8 m<sup>2</sup>. Ove dve populacije graba razlikuju se međusobno i po nizu morfoloških osobina lista i ploda: na platou se izdvaja malom orašicom varijetet *microcarpa*. Grab u uvali ima najveću izdaničku moć — javlja se veći broj stabala u bokora, koje postižu veliki porast u visinu i debljinu. Svi ovi rezultati pokazuju da u ovoj uvali u stacionaru, grab ima optimalne uslove za svoj razvitak, postižući dobar porast u visinu i debljinu dominirajući u sastojini i svojom masom nadzemnih i podzemnih delova potiskuje ostale vrste i stvara specifičnu fitoklimu što se odražava i na određen floristički sastav sastojine.



Rezultati ispitivanja međuodnosa graba i ostalih vrsta drveća u stacionaru na Avali pokazali su, pre svega, da se ovi odnosi razlikuju u zavisnosti od staništa i zajednica u kojima ove vrste žive. Dok se na blago nagnutom delu severne padine u šumi bukve i lipe (*Fagetum montanum tilietosum*) grab uspešno razvija u manjim i većim grupama, dotle na gornjem izloženijem delu iste padine, ali na znatno većem nagibu, grab je potisnut od lipe, koja se odlično razvija izgrađujući stabla velikih dimenzija. Lipa se kao i grab, znatno brže od bukve razvija izdanačkim putem, zato ona na ovom strmom delu padine, gde za grab nisu tako povoljni uslovi staništa, uspeva da ga potisne. Na izloženom platou grebena, gde su stabla raspoređena na većim rastojanjima, a krune su široke, retke i nepravilnog oblika, druge vrste drveća, među kojima čak i sladun, cer i crni jasen, uspevaju da prodru u ovu sastojinu u čemu pomažu i negativni antropogeni uticaji (proreda šume), čiji su efekti znatno veći na ovom izloženom staništu, nego na zaklonjenim staništima u stacionaru. Spuštajući se sa platoa grebena prema južnoj padini, opada naglo brojnost graba i njegova vitalnost, tako da se ova vrsta potpuno gubi na centralnim strmim delovima južne padine. Cer i sladun uspevaju da potisnu grab na ovom staništu, koje se odlikuje velikim kolebanjima temperature (naročito u letnjim mesecima karakteristične su visoke temperature vazduha i površinskih slojeva zemljišta u podnevnim časovima). Grab u uvali, posle seča i proreda šume potiskuje bukvu i kitnjak zahvaljujući svojoj većoj izdanačkoj moći i optimalnim uslovima koje nalazi na ovom staništu. Na širokom grebenu, koji je u celini izložen jugu, u zajednici kitnjaka i crnog jasena, ove vrste potiskuju grab iz sprata drveća. Kitnjak ima širi ekološki dijapazon od graba i izgrađuje svoje čiste zajednice na izloženim grebenima. Grab, kome uslovi zemljišta i ekoklime nižih vazdušnih slojeva odgovaraju (što se vidi i iz priličnog broja individua graba u spratu žbunova i zeljastog pokrivača) ne može da se održi u spratu drveća u ovoj sastojini kitnjaka i crnog jasena.

Rezultati uporednih osmatranja fenoloških pojava kod graba u različitim zajednicama u stacionaru na Avali, pokazali su, u celini uzev, da nema većih razlika u vremenu listanja, cvetanja i plodonošenja među populacijama graba na različitim staništima, što potvrđuje tezu o priličnoj homogenosti graba kao vrste u celini u odnosu na bukvu, koja u ovom pogledu pokazuje krupne razlike. Međutim, konstatovane razlike u vremenu listanja graba na platou (u zajednici *Quercus-Carpinetum farnettosum*) i graba u uvali (*Quercus-Carpinetum typicum*), iako su male, od značaja su, jer, zajedno sa ostalim analiziranim razlikama, čine jednu celinu. Grab u uvali otvara pupoljke i lista nedelju dana ranije od graba na platou. Masovno cvetanje i sazrevanje plodova kao i žućenje i opadanje listova, nastupaju takođe ranije kod populacije graba u uvali. Kasnije listanje graba na platou pokazuje da je on na ovom staništu znatno više pod uticajem nepovoljnih faktora, koji deluju u proleće (pre svega: veće kolebanje temperature i vlage i veće dejstvo vetra i mraza), nego u uvali. Karakteristična je pojava dužeg zadržavanja graba u fazama bubrenja i otvaranja pupoljaka, što je u vezi između ostalog i sa kolebanjem tempe-

- Jovanović, B. (1972): Fenofaze salduna (*Quercus farnetto* Ten.) u 12-godišnjem periodu (1956—1967) u okolini Beograda. — Simpozijum posvećen 50-god. Šumarskog fakulteta u Beogradu, 79—86, Beograd.
- Jovanović, B. i Uvalić-Tomić, Z. (1971): Uticaj visokih temperatura u februaru 1966. godine na fenofaze nekih lišćara u Beogradu. — Glasnik Šumarskog fakulteta, ser. A, Šumarstvo, 38, 61—80, Beograd.
- Marković, J. (1968): Reljef Srbije. — Enciklopedija Jugoslavije, 7, 648.
- Milošević, R. (1971): Zastupljenost kvrzičnih bakterija (*Rhizobium* sp.) na korenu vrsta *Cytisus* u nekim šumskim zajednicama na Fruškoj gori i Avali. — Ekologija, 1, 35—43, Beograd.
- Mišić, V. (1955): Principi i metode istraživanja sistematike bukve u Jugoslaviji. — Zbornik radova Instituta za ekologiju i biogeografiju, knj. 6 (1), 3—14, Beograd.
- Mišić, V. (1957): Varijabilitet i ekologija bukve u Jugoslaviji. — Biološki institut NR Srbije, Posebna izdanja, 1, Beograd.
- Mišić, V. (1969): Osnovne koncepcije i metode u kompleksnom biocenotičkom istraživanju lišćarskih šumskih ekosistema u stacionaru na Avali. — Arhiv bioloških nauka, 21, 13r—14r, Beograd.
- Mišić, V. i Dinić, A. (1966): Primena metode mikrofitosnimaka u uporednoj analizi florističkog sastava zeljastog pokrivača na primeru hrastovih zajednica u stacionaru na Fruškoj gori. — Zbornik radova za biološka istraživanja, 10 (5), 1—28, Beograd.
- Mišić, V. i Dinić, A. (1966): Prilog proučavanju problema granica i prelaza među fitocenozama na primeru šumskih zajednica u stacionaru na Fruškoj gori. — Zbornik radova Instituta za biološka istraživanja, knj. X, (6), 1—18, Beograd.
- Mišić, V., Popović, M. i Čolić, D. (1972): Promenljivost četina i šišarica na jednom stablu smrče (*Picea excelsa* L.) na Kopaoniku. — Glasnik Prirodnačkog muzeja, ser. B, knj. 27, 37—50, Beograd.
- Mišić, V., Popović, M. i Čolić, D. (1972): Individualni varijabilitet smrče. — Glasnik Prir. muzeja, ser. B, knj. 27, 51—61, Beograd.
- Nejgebauer, V., Ćirić, M. i Živković, S. (1961): Pedološka karta Jugoslavije 1:1000000 sa komentarom. — Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, 8, 7—99, Beograd.
- Petković, K. (1968): Prirodne karakteristike. Tektonika. — Enciklopedija Jugoslavije, 7, 632—647.
- Pogrebnjak, P. S. (1968): Obšćeje ljesovodstvo. — Izd. »Kolos«, Moskva.
- Popović, M. (1965): Dinamika organske produkcije bukve (*Fagus moesiaca* Domin, Maly (Czeczott) u različitim fitocenozama. — Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd.
- Rudski, I. (1949): Tipovi lišćarskih šuma jugoistočnog dela Šumadije. — Prirodnački muzej srpske zemlje, Naučna knjiga, Beograd.
- Stevanović, D. (1968): Sukcesija naselja Microarthropoda u procesu razlaganja stelje. — Arhiv bioloških nauka, (1—2), 67—72, Beograd.
- Sukačev, V. N. (1938): Dendrologija s osnovami ljesnoj geobotaniki. — Goslestehizdat, Lenjingrad.
- Sukačev, V. N. i Dilis, N. V. (1964): Osnovi ljesnoj biogeocenologiji. — Izd. »Nauka«, Moskva.
- Šennikov, A. P. (1964): Vvedenije v geobotaniku. — Izdateljstvo Lenjingradskovo universiteta, Lenjingrad.
- Tucović, A. (1965): Sistematska i bioekološka istraživanja crne topole (*Populus nigra* L.) u Srbiji. — Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd.
- Živanović, Ž. (1965): Ekologija, varijabilitet i ontogenetsko razviće pirovine (*Agropyrum repens* Beauv.). — Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Weaver, J., Clements, F. (1938): Plant ecology. — New York and London.

## Summary

ANKA DINIĆ

**ECOLOGICAL STUDY OF HORNBEAM (*CARPINUS BETULUS* L.) ON THE EXAMPLE OF A TYPICAL VEGETATIONAL TRANSECT ON AVALA**

Ecological study of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in the stationary on Avala is a constituent part of a complex study (doctoral thesis) carried out in the Department for Phytoecology of the Institute for Biological Research in Belgrade under leadership of Dr Vojislav Mišić, scientific consultant and Dr Prof. Milorad Janković, Belgrade University.

Avala on which these investigations have been carried out is a small mountain massif (511 m) in the Belgrade vicinity. The research stationary is located on the south side of Avala at 300—400 m above sea level. It includes the following forest communities which succeed one another at a relatively small distance (Fig. 1): community montane beech and lime (*Fagetum montanum tilietosum* Jank. et Miš., 1960) on north slope; thermophytic variant of the community sessile oak and hornbeam with Hungarian oak (*Querco-Carpinetum farnettosum* Gajić, 1960) on the plateau of the ridge which slopes down toward southeast; mesophytic variant of a Turkish oak — Hungarian Oak forest with hornbeam (*Quercetum farnetto-cerris carpinetosum betuli* Gajić, 1960) on the upper, gently sloping part of the south slope; typical community of Turkish and Hungarian Oak (*Quercetum farnetto-cerris* Rudski, 1949) on the steep part of the south slope; typical mesophytic variant of the sessile oak-hornbeam forest (*Querco-Carpinetum typicum* Gajić, 1960) in the depression and on north slope; community of sessile oak and manna ash (*Orno-Quercetum petraeae* Bor., 1955; Miš., 1972) on gently undulated wide ridge sloping down towards southeast. These communities in the stationary are characteristic not only of Avala as a whole, but also of a larger part of north Serbia and Šumadija. Therefore this stationary may be considered model, i.e. a typical representative of the hilly broadleaved vegetation of this transitional region. As hornbeam occurs in a relatively small number of communities and indicates well the conditions not only of typical but also of transitional sites, it was possible to study the ecology of this species on a relatively small area in the stationary. The results of ecological investigations on Avala are ascertained and at the same time a complex picture of hornbeam as a whole is obtained when these results are associated with the results of investigations of hornbeam variability and its distribution and participation in forest communities of north Serbia (Dinić, 1973).

Ecological investigations of hornbeam in the stationary have been carried out in transect (20 m wide and 150 m long), which runs through all above mentioned communities and their variants. A considerable number of different methods has been applied: geodetic surveying of the whole area in the transect; physical and chemical analysis of the soil; dendrometric measurements; qualitative and quantitative analysis

of the composition and the structure of the synusiae of trees, shrubs and herbaceous plants; phenological observations, etc. Division of the transect into broader and narrower belts, depending on the object of investigation, synusiae of trees or herbaceous plants, has made possible a detailed analysis of both typical stands of different communities, and transitional and contact zones between them. Edaphic investigations in the transect involved a greater number of pedologic profiles in places where certain tree species (hornbeam, beech, lime, oak and others) dominate in order to be able to judge rightly the role of these species, and particularly hornbeam in forming determined soil properties. Microclimatic measurements have been carried out only in typical communities in the transect. Qualitative and quantitative analysis of the composition and the structure of all stands in the transect included in addition to the abundance of tree and shrub individua of all species, projections of their crowns and measurement of stem diameter and height, a detailed analysis of the composition of the shrub and herbaceous plant synusiae in the narrow  $5 \times 20$  m belts for shrubs and  $1 \times 20$  m for herbaceous plants (Figs. 2 and 3). Phenological investigations of hornbeam and other species have been carried out in all seasons with a particular detailed analysis of the spring period, opening of buds and leafing.

The investigation results showed above all that hornbeam indicates well with its properties not only the conditions of typical sites, but also those of transitional sites, determining the character and the width of contact zone between communities. The changes not only in the numbers of hornbeam trees, but also in its habit, growth in height and diameter, sprouting potential, some characteristics of leaf and fruit, phenology, etc. are observed.

Observing the succession of stands in the ecological suite in the stationary on Avala, from the beech forest to the community sessile oak and hornbeam with Hungarian oak on plateau, the brown soil in the beech community is gradually replaced by the brown leached soil on the ridge plateau in the community sessile oak and hornbeam with Hungarian oak. The leaching process in the community Hungarian oak and Turkish oak on south slope fades slowly, so that in the community sessile oak and hornbeam on the depression bottom where hornbeam dominates is missing altogether, to appear again in the community sessile oak and manna ash on the ridge (Tables 1 and 2). The soil profile in the part of the stand where hornbeam dominates is characterized by a powerful humus-accumulative horizon, well conserved structural aggregates, and completely lacking in peptizing elements. A small coefficient of colloidal fraction in the profile where hornbeam dominates (1.5 and 1.7) in relation to the profile under oak (1.7 and 2.3) shows that hornbeam does not favor leaching, but on the contrary slows it down. The lowest value of C/N in the humus is in profiles under the beech community (about 10), and the highest under the sessile oak and manna ash (21, 31). In the middle (C/N = 14—15) are the sessile oak and hornbeam communities on the depression bottom, and the sessile oak and hornbeam with Hungarian ash on the plateau (Tables 3 and 4). The results of a comparative analysis of the litter show that the

values C/N are by 1/3 smaller in communities with hornbeam than in the phytocenoses with sessile oak and mann ash (Table 5). The favorable ratio C/N in the humus and litter results from the positive role of hornbeam leaves in the process of decomposition of the litter and in humification.

The results of the qualitative and quantitative analysis of the composition and structure of typical and transitional stands in transects show that there are great differences between two variants of the sessile oak and hornbeam communities: *Quercus-Carpinetum typicum* in the depression and *Quercus-Carpinetum farnettosum* on the ridge plateau. In the former 23 hornbeam trees were counted on unit area (25 × 20 m) (Fig. 11). These trees are low (mean height 9.68 m) with broad crown and branches which sprout low on the trunk under obtuse angle (Table 6). In the sheltered depression, in a typical mesophytic community sessile oak — hornbeam almost twice as many hornbeam trees (40) have been found on the same area (Fig. 13) which were almost twice as tall (18 m) (Table 10). Unlike the hornbeam on plateau, the trees in the depression have a narrow and dense crown with branches which sprout high on the trunk under acute angle. The total sum of crown projections on unit area is 610.8 m<sup>2</sup> (Table 11). These two hornbeam populations differ from each other by a set of morphological characteristics of the leaf and fruit: on the plateau the *microcarpa* variety distinguishes itself by a small nut. The hornbeam in the depression has its highest sprouting potential, a larger number of shoots sprout from a stool, attaining a good growth in height and diameter. All these results show that in this depression in the stationary hornbeam has optimal conditions for its development, attaining good growth in height and diameter and dominating over other tree species in the stand, and by its volume of aboveground and underground parts it excels other species and creates a specific phytoclimate, which is reflected in the floristic composition of the stand.

The results of comparative observations of phenological phenomena with hornbeam in different communities in the stationary on Avala show that as a whole there are no important differences in the time of leafing, flowering and fruiting between hornbeam populations on different sites. This assists the thesis of a rather great homogeneity of hornbeam as species taken as a whole in relation to beech which in this respect shows big differences. However, the found differences in the time of leafing between the hornbeam on plateau (in the community *Quercus-Carpinetum farnettosum*) and the hornbeam in the depression (*Quercus-Carpinetum typicum*), though small are important, because together with other analyzed differences they form a whole. The hornbeam in the depression opens buds and leafs a week earlier than the hornbeam on plateau. Full flowering and ripening of fruits and yellowing and falling of leaves also occur earlier with the population in the depression. Later leafing of the hornbeam on plateau shows that in this site it is considerably more under influence of unfavorable factors which act in spring (first of all greater fluctuation of temperature and greater influence of wind and frost) than in the depression. The prolonged duration of phases of swelling and opening of

buds is a characteristic phenomenon which is due among other things to the fluctuation of temperature. This phenomenon has not been observed for sessile oak, which leafs uniformly and gradually in spring. While the hornbeam is very susceptible to the temperature fluctuation during the whole leafing period (preliminary period of lower temperature brings about prolongation of swelling and opening of buds), the sessile oak is less susceptible, and does not remain long in these phenophases.

In a general, synthetic conclusion of the whole study it may be said that hornbeam as an understory species lives most often under crown canopy of other tree species (sessile oak, pedunculate oak, beech, lime), being thus under the influence of the phytoclimate of the forest, and considerably less (than these species) under the influence of general climate. Hornbeam mainly inhabits depressions and north slopes, avoiding exposed sites, and thereby unfavorable direct influences of dry summer and cold winter periods in this climatic region. By its dense canopy it contributes to maintaining the good growth in height and diameter of tree species in the highest stratum of the stand. Hornbeam enriches the soil with its leaves and hinders or at least mitigates the process of leaching in oak communities.

MIRJANA JANKOVIC

## **FORMIRANJE BARAŽNOG JEZERA NA RECI BATLAVI KAO NOVOG LIMNIČKOG EKOSISTEMA**

### **UVOD**

Proces formiranja baražnih jezera kao limničkog ekosistema jedan je od najinteresantnijih problema u limnologiji, s obzirom na činjenicu da se ova jezera najčešće podižu na rekama od kojih se u hidrološkom pogledu suštinski razlikuju. Izgradnjom brana i zagaćivanjem rečnih tokova stvaraju se stajaći vodeni bazeni na nekadašnjim biotopima sa tekućom vodom u kojima se zbog naglih i velikih promena u hidrološkim uslovima menjaju i fizičko-hemijski faktori sredine, što sve zajedno utiče na formiranje potpuno novih, jezerskih biocenoza na mesto nekadašnjih rečnih zajednica.

Formiranje živoga sveta u akumulacionim jezerima predstavlja složen i dugotrajan proces koji je još uvek nedovoljno proučen, naročito u akumulacijama planinskog tipa. To proističe iz činjenice da su zbog velike raznovrsnosti planinskog landšafta vrlo različite i planinske akumulacije, tako da je tek na osnovu poznavanja velikog broja ovakvih vodenih bazena moguće izvući opšte zakonitosti o formiranju njihovih biocenoza. U svetlosti toga, rezultati proučavanja Batlavske akumulacije predstavljaju jedan od mogućih načina naseljavanja i formiranja biocenoza u planinskom tipu akumulacionih jezera.

### **MATERIJAL I METODIKA**

Ova proučavanja vršena su u periodu 1961—1967. godine, pri čemu je prvo ispitan onaj deo reke Batlave i njenih glavnih pritoka koje je trebalo da obuhvati buduće jezero, a zatim je u toku sledećih šest godina praćeno formiranje Batlavske akumulacije. Materijal je prikupljan u sezonskim intervalima, izuzev 1965. godine, kada su probe uzimane gotovo svakoga meseca. Uzorci vode za hemijsku analizu zahvatani su sa centralne tačke najdubljeg poprečnog profila (Profil 1) u vidu vertikalne serije sa svaka dva metra do 8 m dubine, a zatim u razmaku od četiri metra, zaključno sa kontaktnim slojem vode. Fitoplankton je analiziran u 1 cm<sup>3</sup>, a zooplankton u 1 l vode koja je uzimana na

površini jezera, na 2 m, a zatim na svakih 5 m dubine sve do iznad dna. Probe faune dna su prikupljane sa po tri tačke poprečnih profila, na kojima je za vreme maksimalnog vodostaja dubina jezera varirala od 21—30 m (Profil 1), od 18—23 m (Profil 2), od 11—17 m (Profil 3) i od 3—4 m (Profil 4).

#### GLAVNE ODLIKE REKE BATLAVE

Batlavska reka, na kojoj je krajem 1961. godine podignuta brana i formirano jezero, pripada planinskim tekućicama pastrmskog tipa sa letnjom temperaturom vode od 15°—19° u svom srednjem toku i umerenom brzinom vode, 35, ređe 80 cm/sec, što je uslovljeno malim nagibom korita, u proseku 5‰ u regionu budućeg jezera. Voda je slabo opterećena organskim materijala, o čemu svedoči utrošak  $\text{KMnO}_4$  od 7,1—8,1 mg/l i biohemijska potrošnja od svega 1,1—1,7 mg/l (Tab. 1). Batlava se odlikuje velikom količinom molekularno rastvorenog  $\text{O}_2$ , čiji je indeks zasićenosti gotovo uvek preko 100% i neznatnim sadržajem  $\text{CO}_2$ , od 0,0—0,6 mg/l. Suvi ostatak pokazuje srednji sadržaj elektrolita, pri dominaciji kalcijumovih i bikarbonatnih jona. Sudeći po njihovom prisustvu, 42—84 mg/l Ca i 130—260 mg/l  $\text{HCO}_3$ , u pitanju je voda bogata kalcijumom.

Tab. 1. — Hemijski sastav reke Batlave i njenih pritoka u 1961. godini.  
Chemische Zusammensetzung des Batlava-Flusses und seiner Nebenflüssen.

	Batlava				Balaban- ska reka	Kaljatič- ka reka
	1	2	3	4		
pH	7,88	7,88	7,88	8,08	7,78	7,78
Alkalinitet mval/l	4,2	2,1	3,2	3,0	2,8	2,1
$\text{HCO}_3$ mg/l	256,2	128,1	195,2	183,0	170,8	128,1
Ca mg/l	83,8	41,8	63,9	60,0	56,2	41,9
Mg mg/l	5,7	9,3	15,5	13,6	35,2	8,6
$\text{NO}_3$ mg/l	0,051	0,038	0,056	0,061	0,004	0,031
$\text{PO}_4$ mg/l	0,022	0,026	0,022	0,021	0,036	0,028
Utrošak $\text{KMnO}_4$ mg/l	7,1	7,6	8,0	8,1	7,2	7,8
Karbonatna tvrdoća DH	11,66	5,88	8,96	8,40	7,84	5,88
Karbonat Härte						
Ukupna tvrdoća DH	12,5	7,1	11,20	10,30	12,7	7,0
Gesamt Härte						
Elektrol. mg/l	238,0	196,0	210,0	270,0	218,0	163,0

Kamenita ili pri obali šljunkovita podloga reke naseljena je raznovrsnom faunom u čiji sastav ulazi 14 životinjskih grupa (Tab. 2). One obrazuju reofilne biocenoze pre svega obeležene mnogobrojnim vrstama larava *Chironomidae*. Najčešća i najbrojnija među njima je vrsta *Psectrocladius barbimanus*, ali je takođe značajna abundacija *Cricotopus algarum*, *Orthocladius saxicola* i *Eutanytarsus gregarius* (Tab. 3).

Sastav *Ephemeroptera*, inače subdominantne grupe u čestoci javljanja i dominantne u produkciji čitave bentofaune, nešto je uniformniji. U ovoj grupi prevladuje rod *Baëtis*, mada se najčešće sreće *Ecdyonurus*.



Tab. 2. — Frekvencija grupa faune dna u reci Batlavi.  
Häufigkeit der Bodenfaune im Batlava-Fluss.

	VII	X	Prosek. Durchschn.
<i>Oligochaeta</i>	22	71	44
<i>Nematoda</i>	—	57	25
<i>Chironomidae</i>	100	86	94
<i>Heleidae</i>	—	30	12
<i>Simulidae</i>	67	14	44
larve <i>Diptera</i>	67	71	69
<i>Ephemeroptera</i>	100	71	87
<i>Plecoptera</i>	55	86	69
<i>Trichoptera</i>	67	86	75
<i>Odonata</i>	—	43	19
<i>Gammaridae</i>	55	14	37
<i>Hydracarina</i>	22	71	44
<i>Coleoptera</i>	55	30	44
<i>Rinchnota</i>	—	14	6

Tab. 3. — Frekvencija glavnijih životinjskih grupa u reci Batlavi.  
Häufigkeit der Haupttiergruppen im Batlava-Fluss.

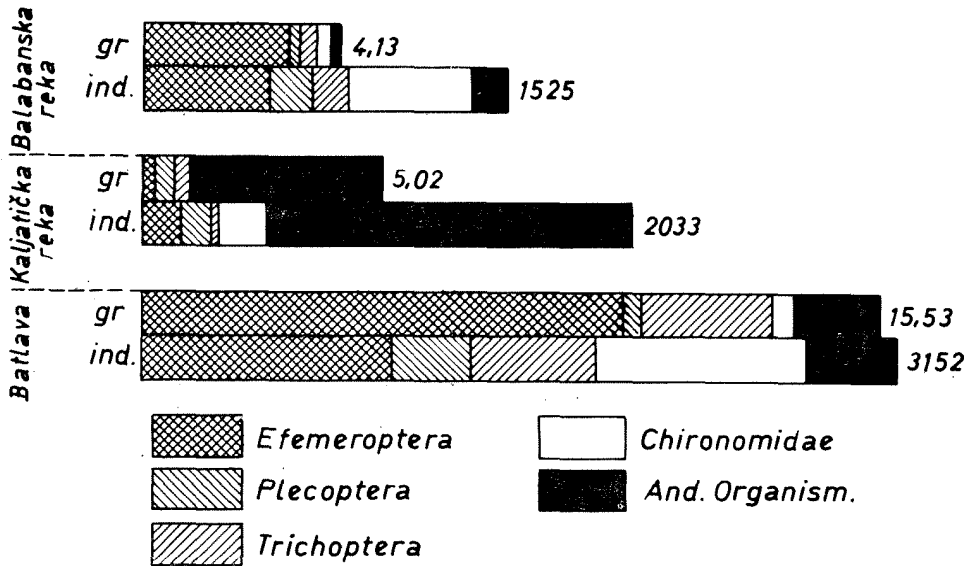
	VII	X	Prosek Durchschn.
<b>CHIRONOMIDAE</b>			
<i>Ablabesmya</i>	×	—	25,0
<i>Micropsectra</i>	—	×	25,0
<i>Tanytarsus</i>	×	×	50,0
<i>Cryptochironomus</i>	—	×	12,5
<i>Microtendipes</i>	—	×	12,5
<i>Paratendipes</i>	×	—	12,5
<i>Polypedilum</i>	×	×	37,5
<i>Brillia</i>	—	×	12,5
<i>Cricotopus</i>	×	×	50,0
<i>Eukiefferiella</i>	×	—	37,5
<i>Limnophyes</i>	—	×	25,0
<i>Orthocladius</i>	×	×	37,5
<i>Psectrocladius</i>	×	×	62,5
<i>Diamesa</i>	×	×	25,0
<b>EPHEMEROPTERA</b>			
<i>Oligoneuriella</i>	×	—	33,0
<i>Ecdyonurus</i>	×	×	75,0
<i>Heptagenia</i>	×	—	8,0
<i>Rhithrogena</i>	×	—	2,0
<i>Baëtis</i>	×	×	58,0
<i>Habrophlebia</i>	×	—	8,0
<i>Paraleptophlebia</i>	—	×	33,0
<i>Ephemerella</i>	×	—	58,0
<i>Caenis</i>	×	×	33,0
<b>PLECOPTERA</b>			
<i>Perla</i>	—	×	24,0
<i>Leuctra</i>	×	×	35,0

I predstavnici *Trichoptera*, među kojima najveći značaj imaju rođovi *Hydropsicha* i *Rhyacophila*, kao i *Placoptera*, koje su predstavljene samo sa dva roda, *Leuctra* i *Perla*, spadaju među česte i povremeno vrlo brojne stanovnike reke Batlave.

Naselje dna Balabanske i Kaljatičke reke znatno je uniformnije od matične reke. U njima je konstatovano 10, odnosno 7 životinjskih grupa na mesto 14, koliko je nađeno u Batlavi. Sa 100% frekvencijom javljaju se predstavnici *Ephemeroptera* i *Chironomidae* u obe reke, a nešto manje učešće od njih beleže *Trichoptera* i *Plecoptera* (Janković, 1967).

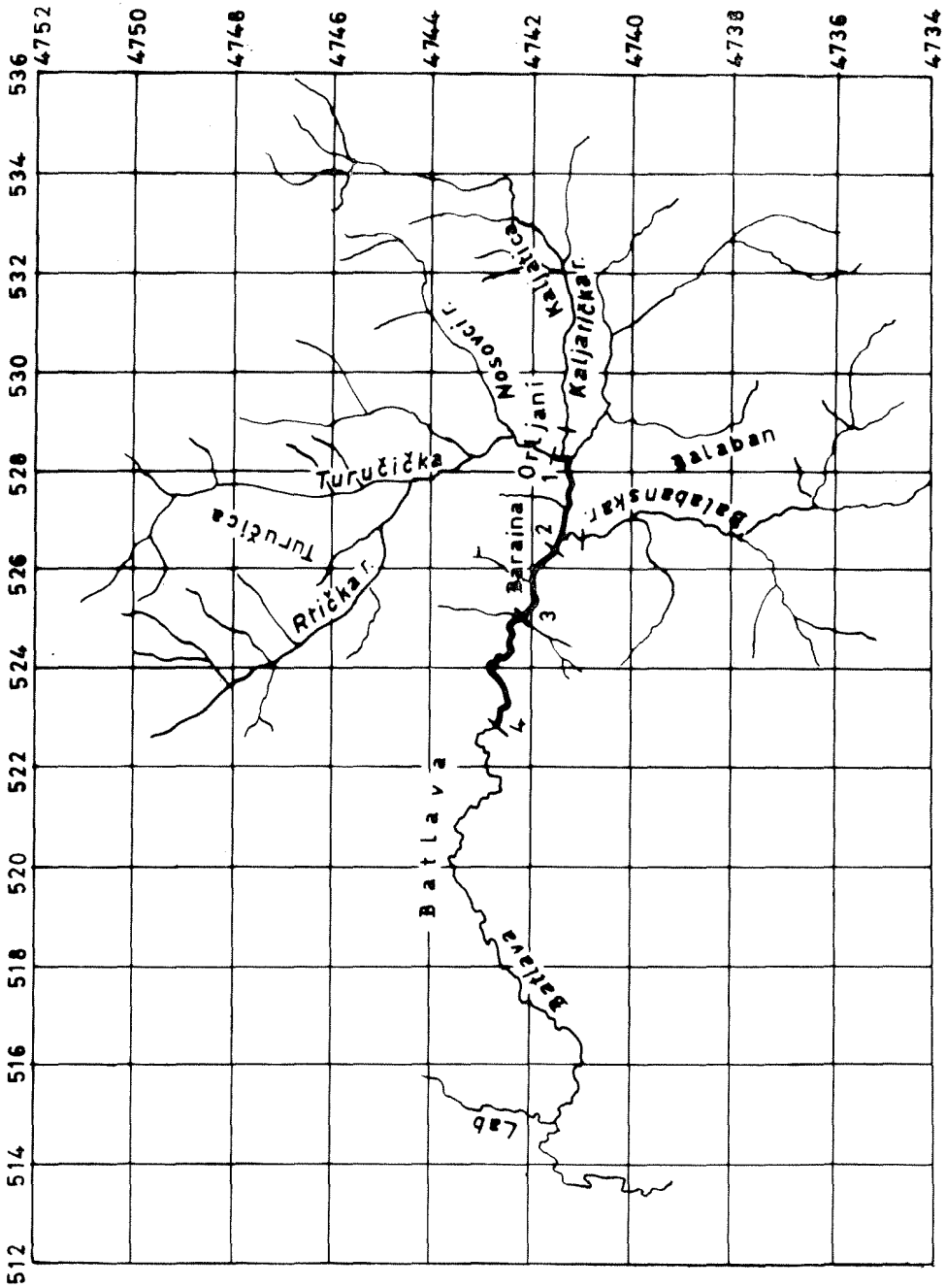
Prve dve grupe predstavljaju takođe i najbrojnije organizme u Balabanskoj reci, mada u biomasi gotovo pretežno učestvuje samo grupa *Ephemeroptera*.

Za gustinu populacije i biomasu faune dna Kaljatičke reke najkarakterističnije su larve *Simulidae*, na koje otpada 72% od ukupnog broja i 63% od ukupne težine svih organizama. Znatno manju brojnost ali subdominantan položaj imaju larve *Chironomidae*, dok u biomasi to mesto zauzimaju predstavnici *Trichoptera* (jul) ili *Diptera* — *Nematocera* (oktobar) (Janković, 1967).



Sl. 1. — Godišnja produkcija Batlave i njenih pritoka.  
Jahresproduktion der Bodenfauna im Batlava und seiner Nebenflüsse.

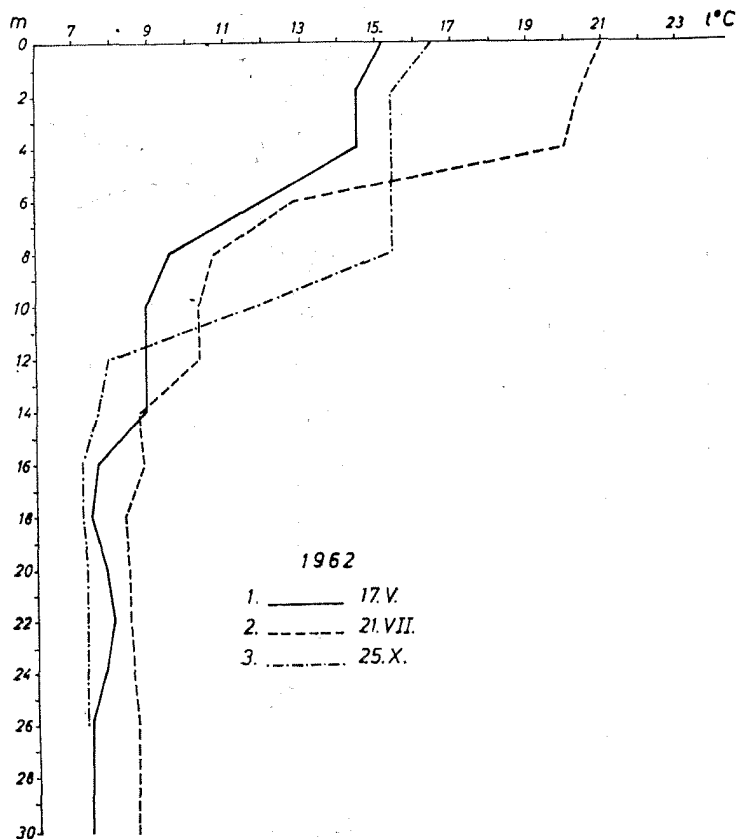
Na osnovu prosečne godišnje biomase naselja dna, koja u Batlavi iznosi 15,8 gr/m<sup>2</sup>, a u Kaljatičkoj i Balabanskoj reci 5,0 odnosno 4,1 gr/m<sup>2</sup>, produkcija ovih voda je relativno niska, pošto prema Albrecht-ovoj skali matična reka pripada tipu planinskih tekućica sa srednje bogatom, a pritoke sa siromašnom organskom produkcijom (Sl. 1).



Sl. 2. — Slivno područje reke Batlave.  
Stromgebiet des Batlavaflasses.

## FORMIRANJE BATLAVSKOG JEZERA

Izgradnjom brane na srednjem toku reke Batlave, koji leži na oko 700 m nadmorske visine, stvoren je novi vodeni bazen, Batlavsko jezero, u kome su vodena strujanja sasvim umirena (Sl. 2). Ovo jezero se snabdeva vodom preko reke Batlave i njenih pritoka, Balabanske i Kaljatičke reke, koje mogu u toku godine da napune oko 90% jezerske zapremine. Doticaj vode je nagao, uglavnom u proleće, kada ove bujičave reke unose u jezero znatnu količinu finog lebdećeg nanosa. Usled velikog priliva vode u proleće jezero se puni do maksimalne kote, dok mu u jesen nivo postepno pada, s obzirom da HE »Kosovo« koristi bat-

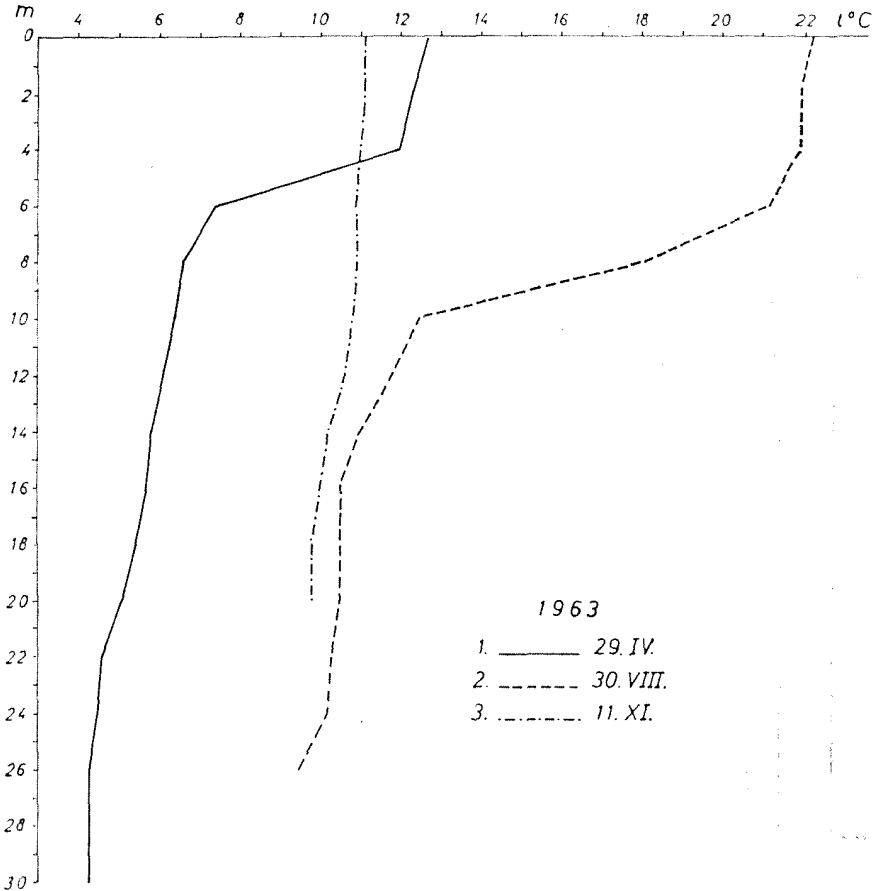


Sl. 3. — Temperatura Batlavskog jezera u toku 1962. godine.  
Temperaturschwankungen des Batlava-Sees im 1962.

lavsku vodu za rad svojih postrojenja. U zavisnosti od potrošnje vode, dubina jezera može preko godine da se smanji od 2—7 m. Jedino je u 1965. godini došlo do većeg pada nivoa vode (13—15 m), pošto je u septembru, zbog hidrotehničkih radova na brani, bila ispuštena velika količina vode iz jezera.

## FIZICKO-HEMIJSKE KARAKERISTIKE BATLAVSKOG JEZERA

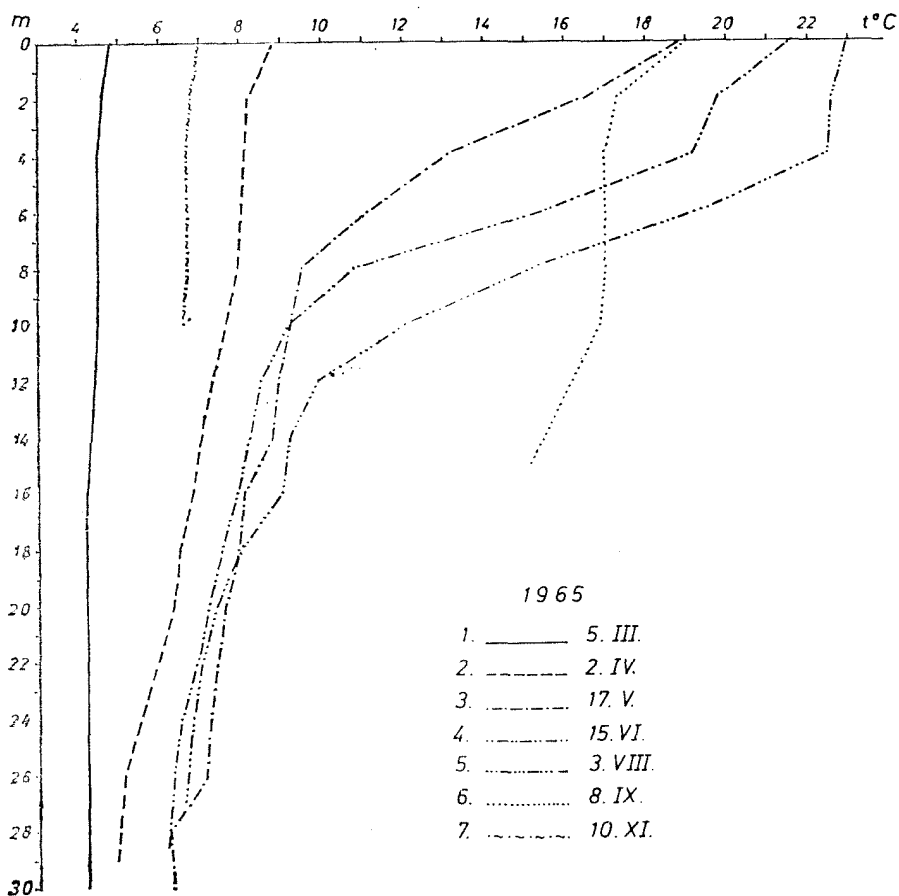
U Batlavskom jezeru, novonastalom stajaćem vodenom bazenu, prenošenje toplote i metabolizam gasova i soli ima sasvim drugi tok od onog koji se javlja u reci Batlavi.



Sl. 4. — Temperatura Batlavskog jezera u toku 1963. godine.  
Temperaturschwankungen des Batlava-Sees im 1963.

Već u prvoj godini od formiranja (a i dalje) Batlavsko jezero se odlikuje jasno izraženom letnjom i zimskom stagnacijom koje su odvojene cirkulacionim periodima (Sl. 3). U proleće i jesen čitava vodena masa je manje-više podjednako zagrejana. Termički gradijent između površinskog i dubinskog sloja iznosi u to vreme nešto preko  $1^{\circ}$ . Potpuno raslojavanje vode nastupa sredinom novembra, mada se već i krajem oktobra zapaža turbulentno mešanje vode sve do 8 ili 10 m dubine i pojava delimične jesenje izotermije.

Homotermno stanje proteže se i na decembar, a u januaru se formira ledeni pokrivač, tako da je do sredine marta jezero inverzno stratifikovano (Sl. 4 i 5). Temperatura vode ispod leda kreće se od 0,2°—2,5°.



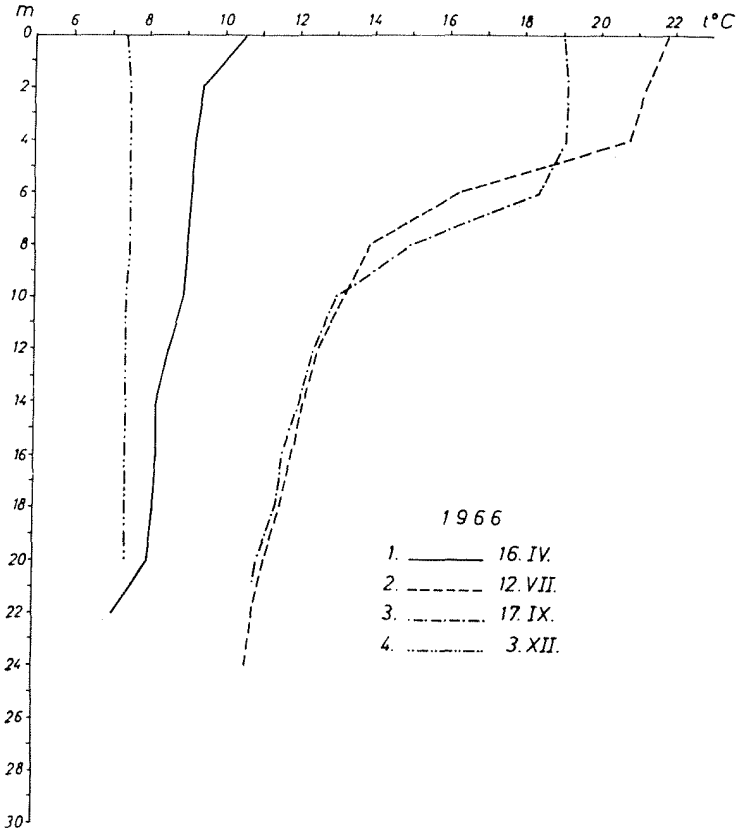
Sl. 5. — Temperatura Batlavskog jezera u toku 1965. godine.  
Temperaturschwankungen des Batlava-Sees im 1965.

Međutim, kratko posle povlačenja leda otpočinje letnja stagnacija. Već pred kraj aprila izdvajaju se tri toplotne zone, ali sa malim termičkim gradijentom između površinske i dubinske vode, najviše do 4°C. Tokom letnje stagnacije povećava se razlika između temperature gornjih i donjih slojeva i u kulminaciji ovog perioda može da dostigne preko 10°C, pa čak i 17°C (Sl. 6 i 7). Sada je površinska voda zagrejana od 22°C do 25°C, dok dubinski sloj ima temperaturu od svega 4°—8°C (Sl. 8).

Uporedo sa toplotnim stratifikovanjem i raslojavanjem vode Batlavske akumulacije javljaju se odgovarajuće promene i u rasporedu soli i rastvorenih gasova.

U proleće i jesen cirkulacija vode dovodi do homooksigenije. Količina molekularno rastvorenog kiseonika u vodenoj masi varira u malim granicama; oscilacije najčešće ne dostižu ni 10% O<sub>2</sub> (Sl. 9 i 10).

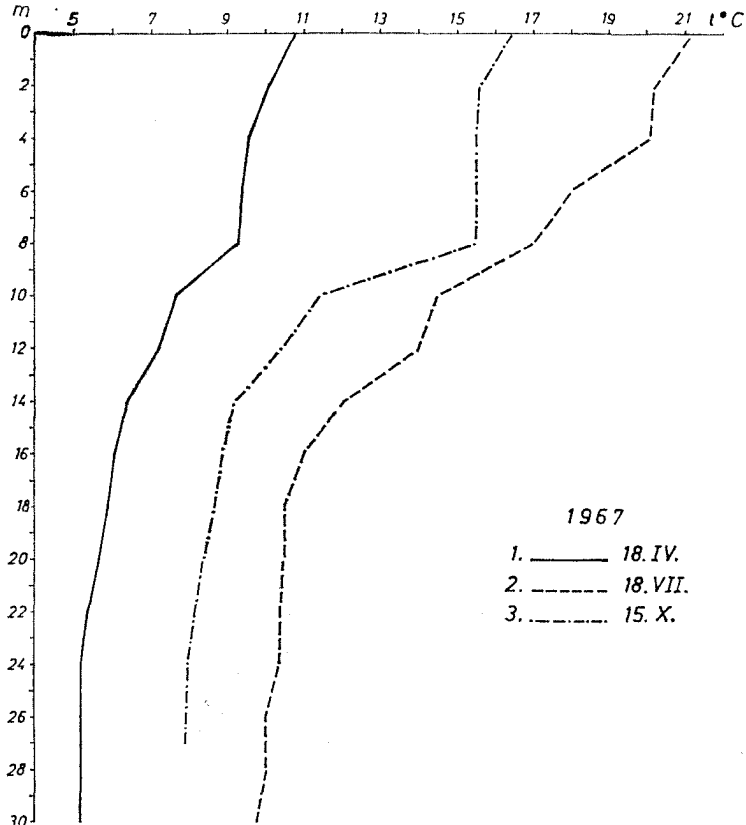
Međutim, u toku leta javlja se stratifikacija kiseonika. Stagnacioni period nastupa u aprilu i izražen je relativno malim kiseoničnim gradijentom između površinskog i dubinskog jezerskog sloja (od 2—4 mg/l O<sub>2</sub>). Kasnije se jasno izdvajaju dve zone potpuno različite po sa-



Sl. 6. — Temperatura Batlavskog jezera u toku 1966. godine.  
Temperaturschwankungen des Batlava-Sees im 1966.

držaju kiseonika (Sl. 11 i 12). U gornjoj, trofogenoj zoni, sve do 6 ili 8 m dubine, u kojoj hlorofilne alge stvaraju organsku materiju, oslobađa se velika količina kiseonika dostižući u površinskim slojevima često stepen prezasićenosti (102—133 mg/l O<sub>2</sub> (Sl. 13). Nasuprot tome, u dubinskim slojevima sadržaj kiseonika naglo opada, na petinu od vrednosti sa površine ili još niže, s obzirom da se u ovim slojevima on troši na oksidaciju organske materije. Najveći deficit konstatovan je u kontaktnom sloju, gde često dolazi do potpunog utroška ovog gasa (Sl. 14).

Sadržaj slobodnog ugljendioksida pokazuje istu sezonsku ritmiku kao i kiseonik. I on je podjednako raspoređen u svim slojevima vode za vreme cirkulacionih perioda, pri čemu u proleće uopšte nema slobodnog CO<sub>2</sub>, dok se pred kraj godine ponekad javlja u veoma malim količinama (Sl. 15 i 16).

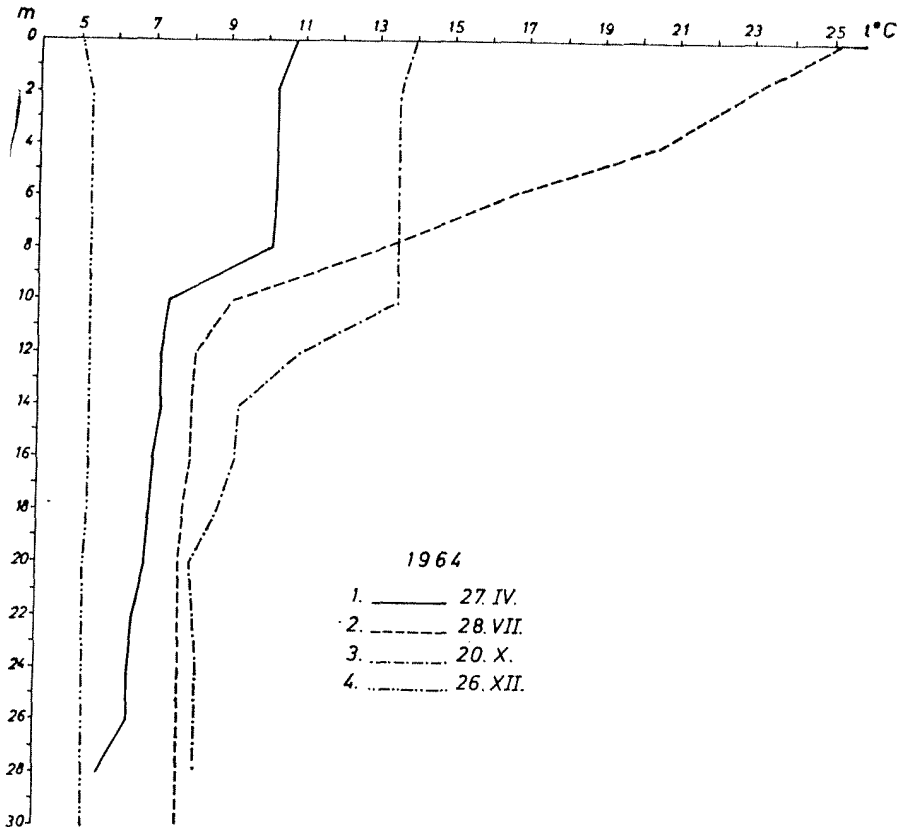


Sl. 7. — Temperatura Batlavskog jezera u toku 1967. godine.  
Temperaturschwankungen des Batlava-Sees im 1967.

U toku letnje stagnacije rastvorena ugljena kiselina je stratifikovana, ali u obrnutom smislu od kiseonika. Početak ovog perioda karakteriše se malom količinom karbonata u površinskim slojevima, koje su u nedostatku slobodnog CO<sub>2</sub> zelene alge izdvojile iz bikarbonata. Obično se sadržaj CO<sub>3</sub> kreće do 1 mg/l (Sl. 17), mada u ređim slučajevima može da dostigne i vrednost preko 3 mg/l CO<sub>3</sub>. Tokom letnjih meseci se potrošnja ugljendioksida povećava, usled intenzivnije fotofintetičke delatnosti autotrofilnih biljaka, pa dolazi i do većeg biogenog izdvajanja karbonata iz bikarbonata. U to vreme epilimnetička voda do 4 m, pa i do 6 m dubine, sadrži oko 8 mg/l CO<sub>3</sub> (Sl. 18), mada se često može naći i preko 12 mg/l CO<sub>3</sub>, ali tada u tanjem površinskom sloju (Sl. 19). Me-



đutim, zbog produkovanja ugljendioksida u dubinskoj zoni njegov sadržaj progresivno raste sa dubinom jezera dostižući maksimalnu vrednost iznad dna, oko 6—8 mg/l CO<sub>2</sub>. U slučajevima kada se u proleće ne javlja totalna cirkulacija vode, kao na pr. u 1963. godini, zapaža se daleko veća akumulacija CO<sub>2</sub> u dubinskom jezerskom sloju, čak do 17 mg/l (Sl. 20).

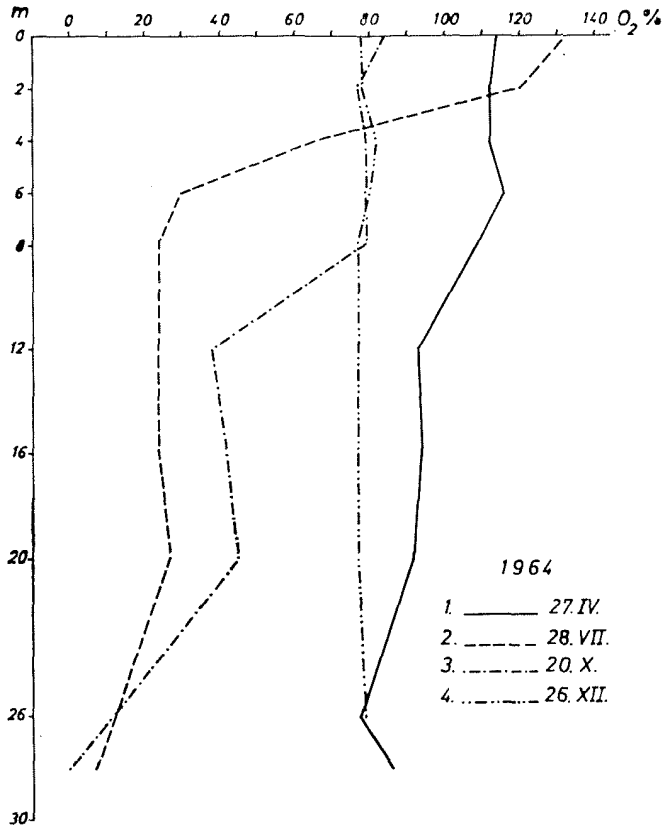


Sl. 8. — Temperatura Batlavskog jezera u toku 1964. godine.  
Temperaturschwankungen des Batlava-Sees im 1964.

Biohemijsko razlaganje bikarbonata u eufotičnoj zoni i pojava karbonata u njoj uslovljavaju određeni vertikalni raspored HCO<sub>3</sub> u Batlavskoj akumulaciji. U letnjim mesecima je obično sadržaj bikarbonata manji u površinskim slojevima, a u dubinskoj vodi se njihovo prisustvo povećava prema dnu, beležeći maksimalnu vrednost u najdubljem jezerskom sloju. Ovde može da bude više i od 40 mg/l bikarbonata nego na površini jezera (Sl. 21, 22, 23).

Iz istih razloga je i pH vrednost preko leta veća u gornjim slojevima vode, pri slabo alkalnoj reakciji (oko 8, ređe preko 8), dok u osta-

loj vodenoj masi ona najčešće varira do neutralne tačke, a samo ponekad ispod nje (Sl. 24, 25, 26, 27). Međutim, cirkulacioni periodi se karakterišu gotovo istom reakcijom vode na svim dubinama, slično homogenom rasporedu rastvorenih gasova i bikarbonata.



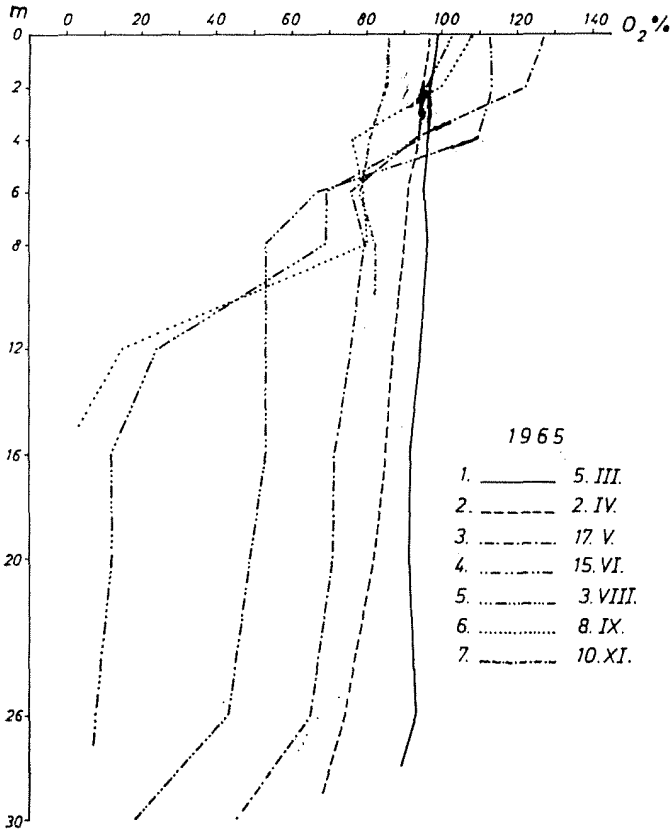
Sl. 9. — Zasićenost kiseonikom Batlavskog jezera u toku 1964. godine,  
Sauerstoffsättigung des Batlava-Sees im 1964.

U Batlavskom jezeru zabeležena je takođe i stratifikacija rastvorenih soli. Od sredine letnje stagnacije do početka jesenje cirkulacije, kada je dubinska voda jako osiromašena kiseonikom, redukcioni procesi u površini mulja omogućavaju jonsku razmenu između mulja i kontaktne vode. Otuda se u zoni voda-mulj javlja akumulacija mnogih a naročito redukcionih elemenata (M o r t i m e r, 1941/1942).

U to vreme se zapaža povećan sadržaj amonijaka u hipolimnetičkoj vodi, ali je u letnjim mesecima gradijent između površinskih i dubinskih jezerskih slojeva znatno manji (0,04—0,07 mg/l NH<sub>3</sub>) nego početkom jeseni, kada može da dostigne i vrednost od 0,675 mg/l. U tom

slučaju je u dubinskoj vodi akumulirano 10 puta više amonijaka nego na površini jezera, dok preko leta taj odnos iznosi najviše 1:1,5 (Sl. 28).

Na isti način su stratifikovani gvožđe i mangan, kao posledica njihove redukcije u dvovalentno stanje pri niskom sadržaju rastvorenog kiseonika. To je naročito jasno izraženo pred kraj letnje stagnacije. Tada se u dubinskoj vodi može naći 0,1—0,3 mg/l Fe, dok se istovremeno u površinskoj ono uopšte ne javlja ili najviše do 0,08 mg/l (Sl. 29).



Sl. 10. — Zasićenost kiseonikom Batlavskog jezera u toku 1965. godine.

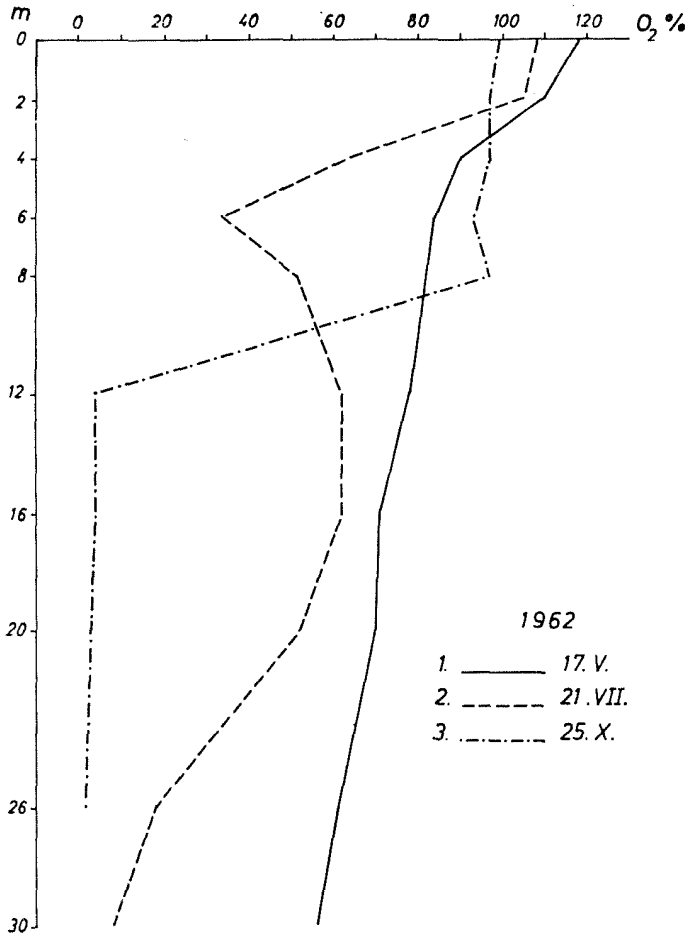
Sauerstoffsättigung des Batlava-Sees im 1965.

Nešto je manji gradijent u vertikalnom rasporedu mangana. Njegov sadržaj se na površini jezera kreće od 0,00—0,1 mg/l Mn, dok u najnižem sloju varira od 1,0—2,0 mg/l (Sl. 30).

Značajne razlike u vertikalnoj distribuciji konstatovane su i kod hranljivih soli. To je naročito dobro izraženo kod nitrata koji se u Batlavskom jezeru javljaju u većim količinama, posebno u prvoj godini posle obrazovanja jezera. Tada se na površini bazena sretalo 0,04—1,5

ranije smanjen sadržaj ovih soli, usled čega dolazi do jesenjeg minimuma  $\text{SiO}_2$ .

Prema ukupnoj količini i odnosu soli Batlavsko jezero se odlikuje niskim stepenom mineralizacije i pripada kalcijum-bikarbonatnom tipu, slično većini kopnenih voda na svetu. Ukupan sadržaj elektrolita



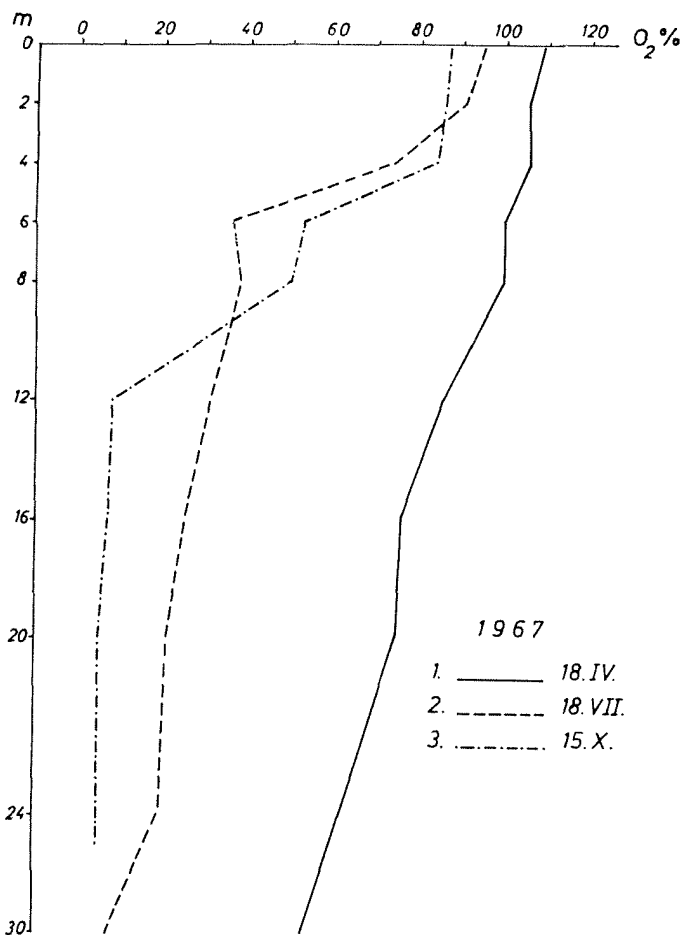
Sl. 13. — Zasićenost kiseonikom Batlavskog jezera u toku 1962. godine.

Sauerstoffsättigung des Batlava-Sees im 1962.

varira od 100—200 mg/l, češće od 130—170 mg/l. Veće vrednosti konstatovane su u prvoj polovini godine, kada je i udeo organske komponente, izražene kao gubitak pri žarenju, takođe veći. U to vreme on iznosi 40—80%, dok se pred kraj godine smanjuje na 20—50%. Ovolika količina ukupnih organskih materija, a takođe i rastvorenih u vodi, koje variraju od 13, najčešće od 20—35, ponekad čak i do 50 mg/l

$\text{KMnO}_4$ , svedoči o povećanom sadržaju organskih materija u Batlavskoj akumulaciji.

Od anjona najviše ima bikarbonata, 65—214 mg/l, zbog čega oni i utiču na hemijski tip Batlavskog jezera. Sulfati se takođe javljaju u značajnim količinama, naročito tokom 1963. i početkom 1964. godine, kada je konstatovano 29,6—124,9 mg/l  $\text{SO}_4$ . Kasnije se sadržaj sulfata znatno smanjuje, na svega 11—22 mg/l, sa izuzetkom u proleće kada dostiže vrednost od oko 29—36 mg/l.

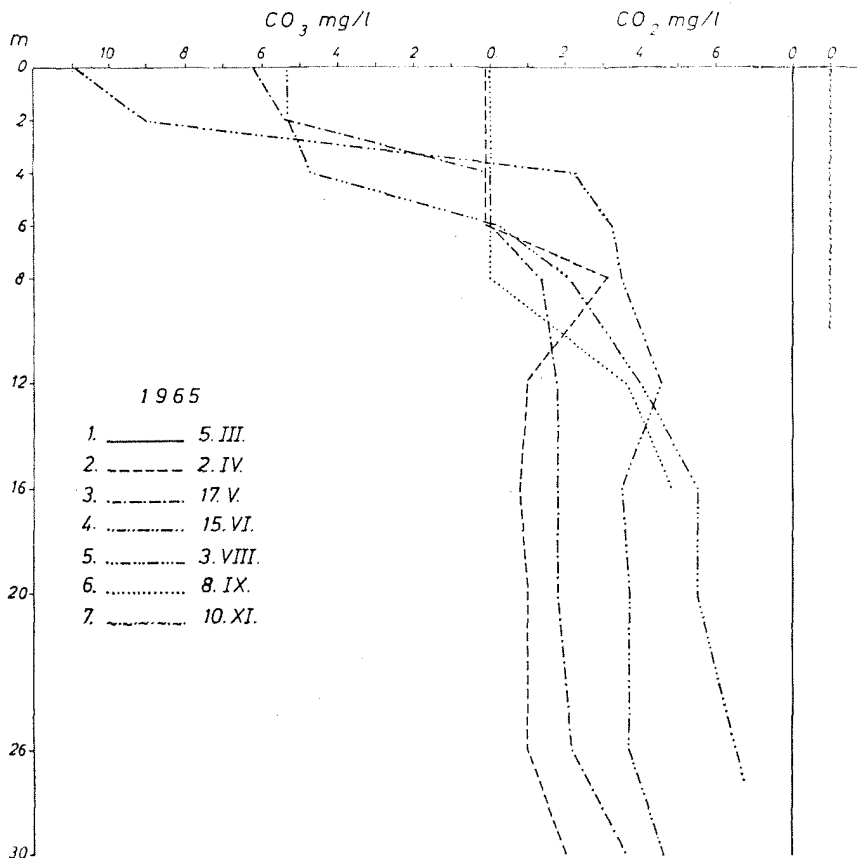


Sl. 14. — Zasićenost kiseonikom Batlavskog jezera u toku 1967. godine.

Sauerstoffsättigung des Batlava-Sees im 1967.

Međutim, najmanje ima hlorida (4—9 mg/l) koji su, sa ređim izuzecima, uniformno raspoređeni u vodenoj masi. Treba naglasiti da se tokom formiranja jezera količina hlorida povećavala sve do 1965. godine, a od tada je nalažena manje-više ista vrednost, od 6,0—8,4 mg/l Cl.

Sudeći po sadržaju kalcijuma koji varira od 18,0—35,2 mg/l, pri čemu su vrednosti ispod 26 mg/l Ca zabeležene u prve dve godine posle formiranja jezera, dok su se kasnije uglavnom kretale od 28—35 mg/l Ca, Batlavsko jezero je postalo bogato kalcijumovim jonima, mada se na početku odlikovalo srednjim sadržajem Ca (O h l e, 1934). Najveće količine kalcijuma javljaju se u proleće, a najmanje u leto. U jesen su opet konstatovane povećane vrednosti.

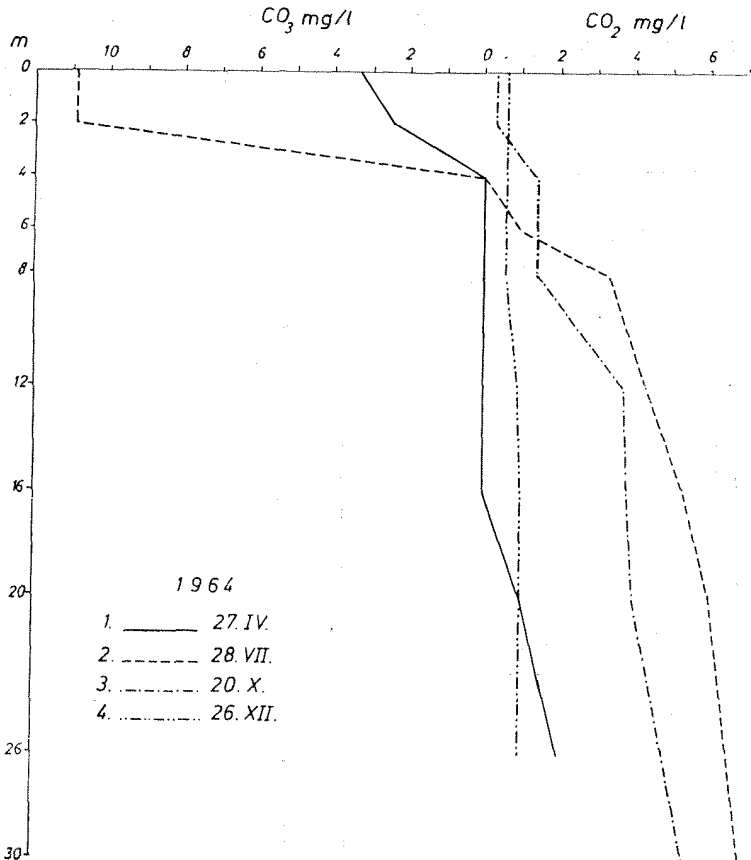


Sl. 15. — Vertikalni raspored  $\text{CO}_2$  u Batlavskom jezeru za vreme 1965. god.  
Vertikalverteilung der Kohlensäure im Batlava-See während des Jahres 1965.

Dubinski raspored kalcijuma u stratifikovanom jezeru je različit tokom letnje stagnacije. Pred kraj leta i početkom jeseni javlja se inverzna klinogradna kriva kalcijuma, kao posledica nesmetane jonske razmene u kontaktnoj zoni voda — mulj, koju omogućuje vrlo nizak redoks potencijal na površini mulja. Međutim, na početku letnje stagnacije sadržaj Ca progresivno opada prema dnu.

Magnezijum je znatno manje zastupljen u Batlavskom jezeru od kalcijuma. U toku ispitivanja on je varirao od 7,3—17,0 mg/l, pri čemu su maksimalne vrednosti zabeležene u jesen, a minimalne preko leta.

Na osnovu dubinskog rasporeda magnezijuma za vreme letnje stagnacije, koji u početku pokazuje inverznu slojevitost, a pred kraj opadajuću ortogradnu krivu, može se pretpostaviti da su bikarbonati dubinskih slojeva u periodu niskog sadržaja kiseonika isključivo vezani za kalcijum.



Sl. 16. — Vertikalni raspored CO<sub>2</sub> u Batlavskom jezeru za vreme 1964. godine.

Vertikalverteilung der Kohlensäure im Batlava-See während des Jahres 1964.

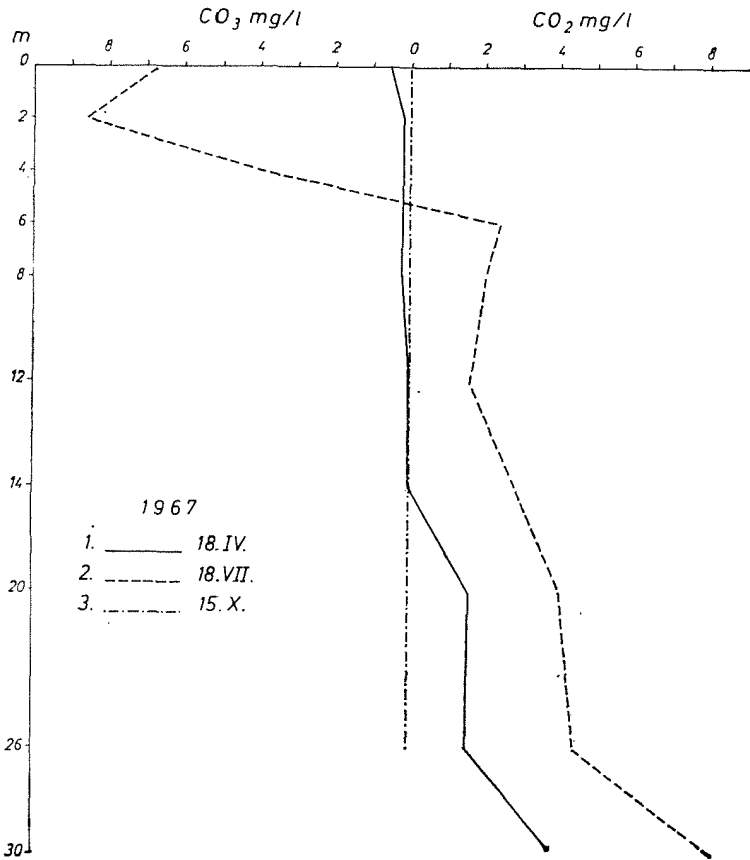
#### NASELJAVANJE JEZERA PLANKTONSKIM I BENTIČKIM ORGANIZMIMA

Proučavanje planktonskih i bentičkih zajednica Batlavske akumulacije otpočeta su posle dva meseca od punjenja jezera (maja). Ona su pokazala da su osnovni biofond za naseljavanje novostvorenog jezera predstavljali pre svega reka Batlava ili male stajaće vode sa slivnog područja, čije su zajednice postepeno trpele promene u svome sastavu

da bi se najzad formirale takve biocenozе koje najbolje odgovaraju uslovima ekosistema jezerskog tipa.

### Razviće fitoplanktona u Batlavskoj akumulaciji

Prve probe fitoplanktona otkrivaju zajednicu monotonog sastava i relativno male produkcije. Nju je obrazovalo samo 5 vrsta iz grupe *Flagellata* i *Diatomeae* (Tab. 4). Većina od njih ima široko rasprostranjenje naseljavajući pretežno male vode, mada se neke (*Synedra acus*



Sl. 17. — Vertikalni raspored CO<sub>2</sub> u Batlavskom jezeru za vreme 1967. godine.

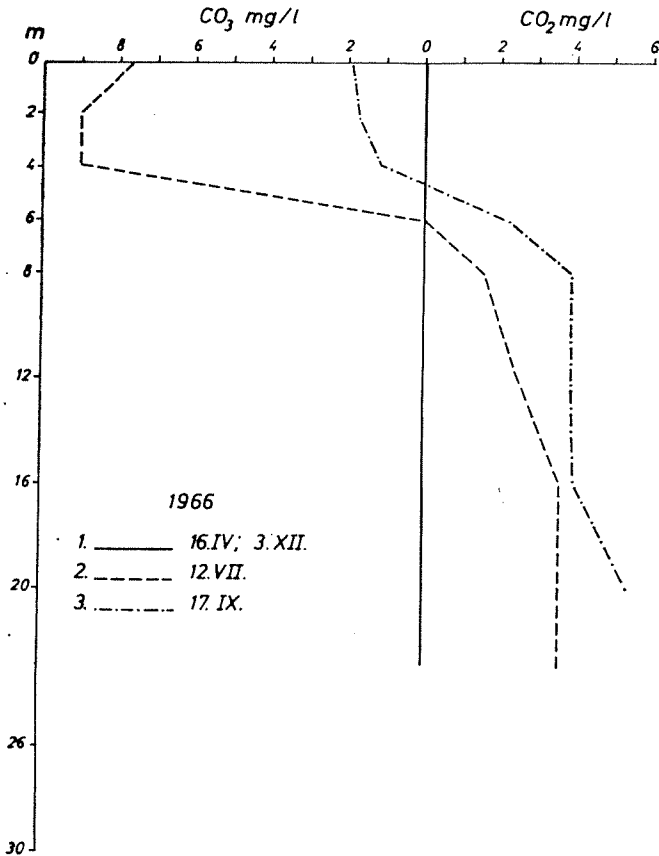
Vertikalverteilung der Kohlensäure im Batlava-See während des Jahres 1967.

i *Melosira varians*) sreću i u litoralu većih vodenih bazena, gde vode planktonski ili epifitni način života. Upravo prva od ove dve vrste izrazito dominira u pionirskoj zajednici fitoplanktona Batlavskog jezera, i zajedno sa drugom vrstom istoga roda, *Synedra ulna*, čini 94% od



svih individua. Prema tome, glavnu masu fitoplanktona odmah po punjenju jezera predstavljaju fakultativno — planktonske vrste, dok epifitne forme, i pored raznovrsnijeg sastava imaju podređenu ulogu.

Ukupna brojnost fitoplanktona u prolećnjem aspektu imala je relativno malu vrednost, 7.272 ind/l, mada je u odnosu na letnji i jesenji aspekt bila 7 puta, pa čak i 16 puta veća, s obzirom da se tokom godine postepeno redukovala svodeći se na kraju na svega nekoliko desetina individua vrste *Eudorina elegans* i roda *Synedra* (Tab. 5).



Sl. 18. — Vertikalni raspored  $\text{CO}_2$  u Batlavskom jezeru za vreme 1966. godine.

Vertikalverteilung der Kohlensäure im Batlava-See während des Jahres 1966.

Od sredine sledeće godine javljaju se mnoge nove vrste i sastav fitoplanktona postaje daleko raznovrsniji. Konstatovano je 20 vrsta, od kojih najveći broj pripada epifitnim formama. Sem toga, sreću se i neke bentičke vrste. Treba takođe istaći i prvu pojavu planktonskih algi, koje se zatiču u retkoj populaciji i zato nemaju nikakvog značaja za fizionomiju planktonske zajednice.

Tab. 4. — Sastav fitoplanktona Batlavskog jezera u periodu 1962—1967. godine.  
Zusammensetzung des Phytoplanktons der Batlava-Sees während der Jahre  
1962—1967.

	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<b>SCHIZOPHYTA</b>						
<i>Aphanocapsa biformis</i> A. Br.		×				
<i>Aphanocapsa gevellei</i> Rabh		×		×		
<i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemm.		×		×		
<b>FLAGELLATA</b>						
<i>Gymnodinium fuscus</i> Stein		×	×		×	×
<i>Peridinium cinctum</i> Ehrbg.			×	×	×	×
<i>Peridinium cunningtoni</i> Lemm.		×	×	×	×	
<i>Peridinium tabulatum</i> Cl. et L.				×	×	×
<i>Ceratium hirundinella</i> Müll.		×		×		
<i>Euglena acus</i> Ehrbg.			×			
<i>Euglena viridis</i> Ehrbg.					×	×
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.			×			
<i>Trachelomonas varians</i> Defl.			×		×	×
<i>Chlamidomonas</i> sp.						×
<i>Eudorina elegans</i> Ehrbg.	×	×		×	×	×
<i>Pandorina morum</i> Bory	×	×		×		×
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Tetraspora explanata</i> Kirchn.		×				
<i>Dictyosphaerium</i>						
<i>Ehrenbergianum</i> Naeg.			×	×	×	
<i>Tetraëdron muticum</i> Hansg.			×	×	×	
<i>Tetraëdron trigonum</i> v. <i>papilliferum</i> Lemm.		×				
<i>Oocystis</i> sp.			×	×	×	
<i>Scenedsmus bijugatus</i> Kütz.				×	×	×
<i>Elakotothrix gelatinosa</i> Wille			×			
<i>Westella botryoides</i> Wild.			×			
<b>CONJUGATAE</b>						
<i>Closterium acerosum</i> Ehrbg.			×			
<i>Closterium lineatum</i>						×
<i>Closterium leibleini</i> Kütz.					×	×
<i>Closterium macilentum</i> Breb.				×		×
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrbg.			×			
<i>Cosmarium depressum</i> Lund			×			
<i>Colmarium tenue</i> Arch.			×			
<i>Staurastrum Manfeldtii</i> Delp.			×			
<i>Staurastrum paradoxum</i> Meven			×	×	×	×
<i>Staurastrum polymorphum</i> Breb.		×	×	×	×	×
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs			×	×		
<b>BACILLARIACEAE</b>						
<i>Melosira varians</i> Ag.	×		×			
<i>Cyclotella compta</i> Kütz.			×	×	×	×
<i>Cyclotella Kützingiana</i> Thwaites			×	×		
<i>Cyclotella operculata</i> Kütz.			×	×		
<i>Cyclotella planktonica</i> Brumm.				×	×	×
<i>Nitzschia linearis</i> Smith.					×	
<i>Nitzschia sigmoidae</i> Smith.						×

<i>Nitzschia vermicularis</i> Grun		×	×	×	×	×
<i>Synedra acus</i> Kütz.	×	×	×			
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima</i> Grun			×	×	×	×
<i>Synedra ulna</i> Ehrbg.	×	×	×	×		
<i>Asterionella formosa</i> Hassall					×	×
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.		×		×		
<i>Cymbella cuspidata</i> Kütz.		×		×		
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs		×		×		
<i>Cocconeis padiculus</i> Ehrbg.		×		×		
<i>Navicula cuspidata</i> Kütz.				×		
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.		×				
<i>Surirella ovalis</i> Breb.		×		×		
<i>Diatoma</i> sp.			×	×	×	×

Tab. 5. — Variranje brojnosti fitoplanktona Batlavskog jezera u 1962. godini.

Schwankungen der Zahl des Phytoplanktons im Batlava-Sees im Jahr 1962.

	V	VII	X	Prosek Durchschn.
<i>Flagellata</i>	200	210	4	138
<i>Bacillariaceae</i>	7.072	820	40	2.644
	7.272	1.030	44	2.782

Tab. 6. — Variranje brojnosti fitoplanktona u Batlavskoj akumulaciji u 1963. godini.

Schwankungen der Zahl des Phytoplanktons im Batlava-Sees im Jahr 1963.

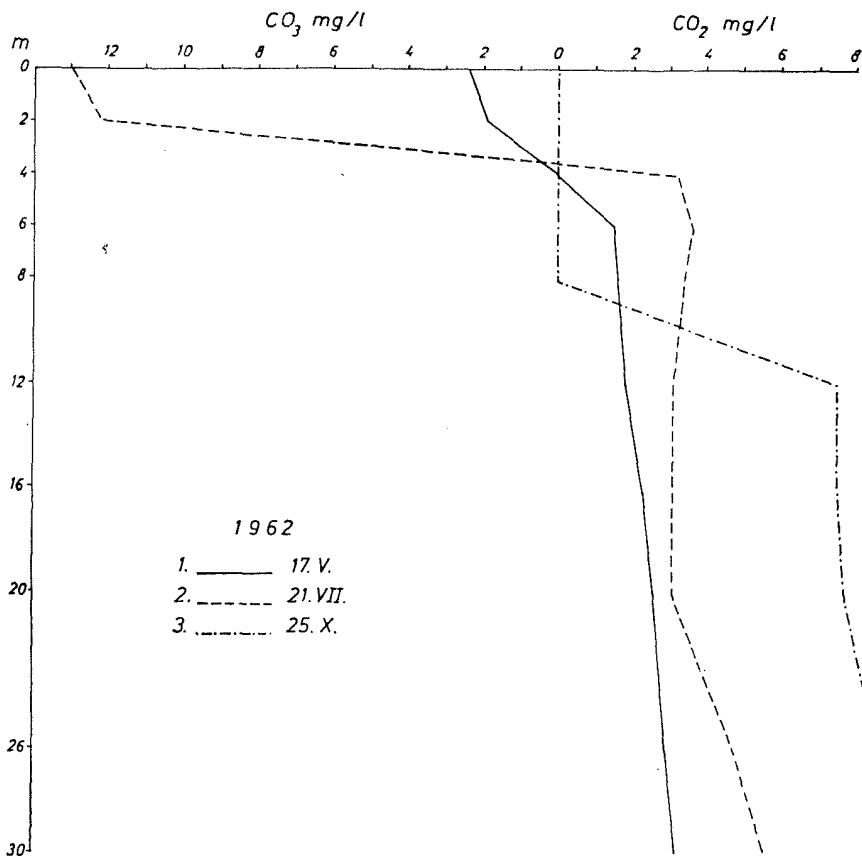
	IV	VIII	XI	Prosek Durchschn.
<i>Schizophyta</i>	—	210	—	70
<i>Flagellata</i>	23	2.693	20	912
<i>Chlorophyta</i>	—	101.399	54.433	54.944
<i>Conjugatae</i>	—	105	8.360	2.822
<i>Bacillariaceae</i>	200	82	117	266
	623	104.489	62.930	56.014

Tab. 7. — Variranje brojnosti fitoplanktona u Batlavskoj akumulaciji u 1964. godini.

Schwankungen der Zahl des Phytoplanktons im Batlava-Sees im Jahr 1964.

	IV	VII	X	XII	Prosek Durchschn.
<i>Flagellata</i>	7	5.530	40	—	1.394
<i>Chlorophyta</i>	95	4.623	52.086	26.276	20.770
<i>Conjugatae</i>	285	44.750	3.283	1.306	12.406
<i>Bacillariaceae</i>	124.800	3.160	134.906	314.960	144.456
	125.187	58.063	190.315	342.542	179.026

U stvari i u 1963. godini glavno obeležje fitoplanktonu daju fakultativno — planktonske vrste, s tom razlikom što sada imaju vodeće mesto zelene alge, i pored prisustva samo nekoliko vrsta. Blagodareći masovnom razviću *Tetraëdron trigonum v. papiliferum*, koji u ukupnom broju individua letnjeg aspekta učestvuju sa 90%, zelene alge izrazito dominiraju u godišnjem proseku i daju planktonskoj zajednici *Chlorophyta* — karakter (Tab. 6).

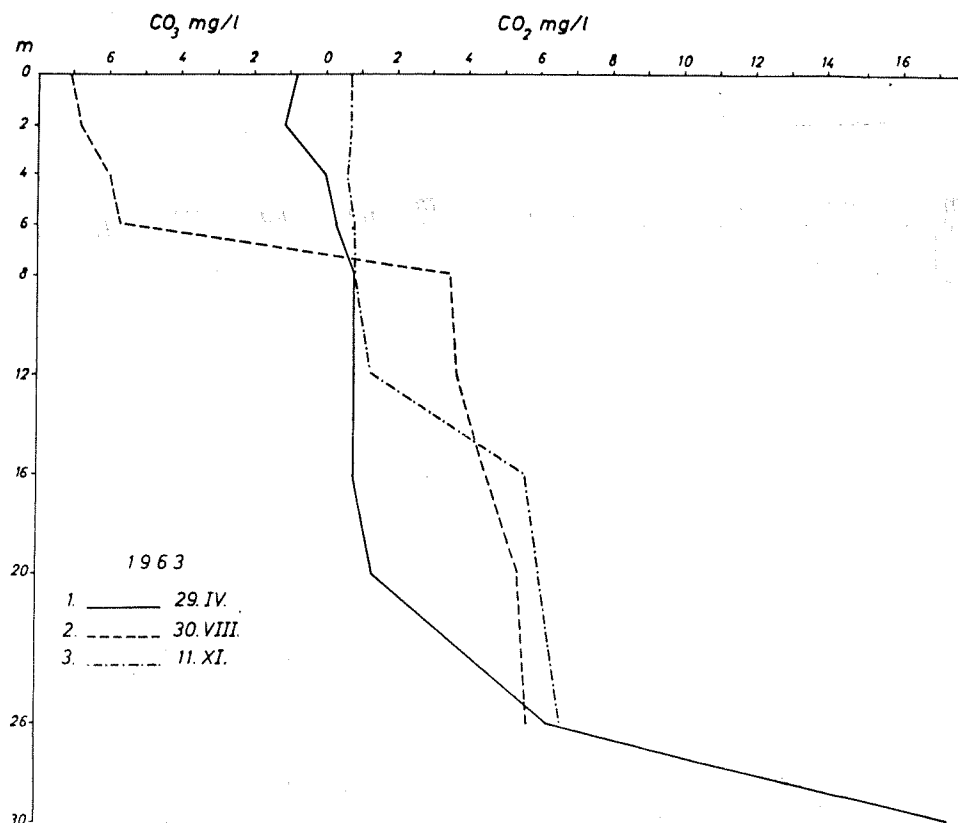


Sl. 19. — Vertikalni raspored CO<sub>2</sub> u Batlavskom jezeru za vreme 1962. god.  
Vertikalverteilung der Kohlensäure im Batlava-See während des Jahres 1962.

Još je raznovrsniji sastav fitoplanktona u 1946. godini, koji je nastao kao rezultat mnogobrojnih promena izraženih u iščezavanju postojećih i pojavi novih vrsta. Od 28 zabeleženih vrsta, iz prethodne godine se zadržale samo 6, ali u retkoj populaciji, dok su 16 iščezle, uglavnom litoralne i bentičke forme, tako da se sada njihovo učešće svelo na svega 20%, u poređenju sa 70% iz 1963. Nasuprot tome, upadljivo je povećan broj fakultativno-planktonskih i čisto planktonskih vrsta, tako da od sada uvek zajedno dominiraju, no u ovoj godini za-

hvaljujući pre svega fakultativno-planktonskim vrstama. Pa i pored toga, u ukupnoj produkciji veći značaj imaju planktonske vrste, pošto su gotovo sve česte i abundantne, dominirajući skoro preko cele godine.

Najvećom brojnošću ističu se vrste roda *Cyclotella*, *Synedra*, *Staurastrum*, *Peridinium* i *Tetraëdron*, koje zbog maksimalnog razvića u raz-



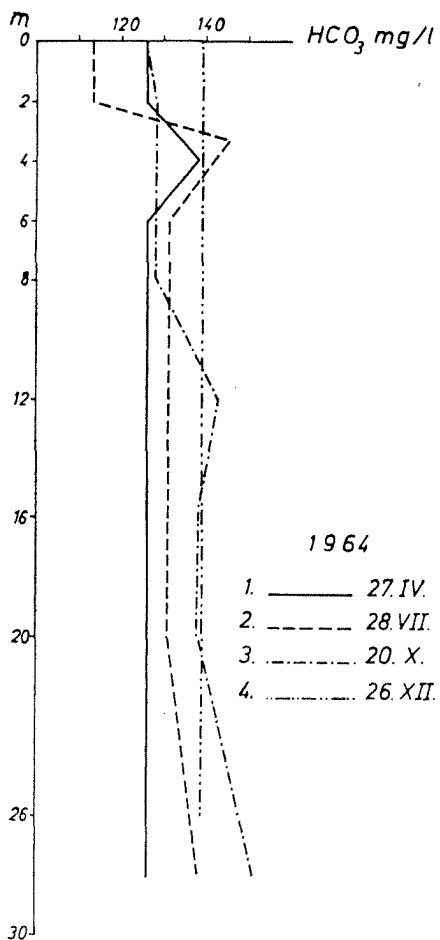
Sl. 20. — Vertikalni raspored CO<sub>2</sub> u Batlavskom jezeru za vreme 1963. godine.  
Vertikalverteilung der Kohlensäure im Batlava-See während des Jahres 1963.

no doba godine daju glavno obeležje pojedinim aspektima. Intenzivno razviće dveju vrsta *Cyclotella*, *C. Kützigiana* i *C. operculata*, početkom zime kao još i vrste *Synedra acus* v. *angustissima* u proleće uslovlili su izrazitu dominaciju *Diatomeae* u prolećnjem i zimskom aspektu, sa učešćem od 99,7 % odnosno 91,9%. U jesen je pored dveju vrsta *Cyclotella* roda brojno zastupljen još i *Tetraëdron muticum*, koji skoro sto procentno prolećnje učešće silikatnih algi sada smanjuje na oko 70%. Otuda se ovaj aspekt može označiti kao *Diatomeae* — *Chlorophyta* plankton. Međutim, preko leta je zabeležena masovna pojava *Desmidi-*

*aceae*, posebno vrsta roda *Staurostrum*, mada se u to vreme i *Peridinium cinctum* javlja u gustoj populaciji.

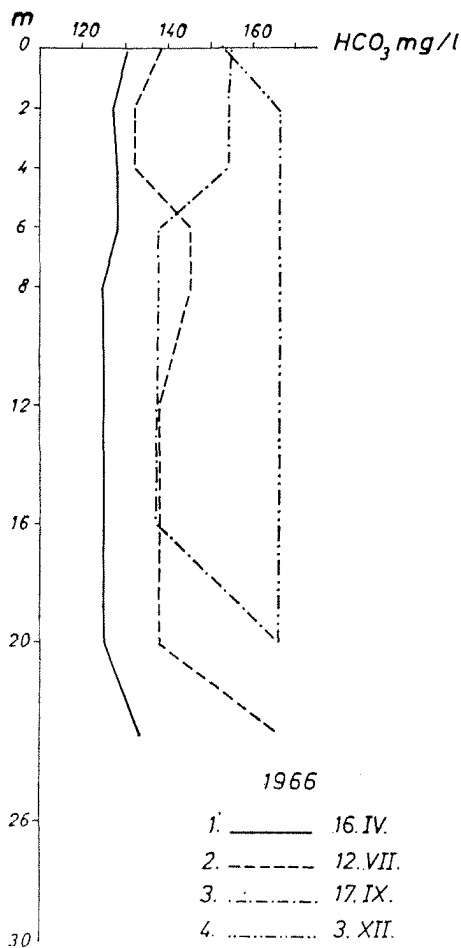
Sudeći prema ukupnoj gustini populacije fitoplanktona koja iznosi 179.026 ind/l, u 1964. godini odnosno trećoj godini posle obrazovanja jezera došlo je do maksimalnog razvića planktonskih algi, pri brojnosti koja je 26 puta veća od pionirske zajednice (Tab. 7).

U 1965. godini fitoplankton se razvijao pod specifičnim uslovima (pri vrlo niskom vodostaju) zbog čega su i uočene neke pojave do kojih inače ne bi došlo u normalnim prilikama (Tab. 8). Otuda ova godina remeti opštu sliku razvića biljne zajednice Batlavske akumulacije. S



Sl. 21. — Vertikalni raspored  $\text{HCO}_3$  u Batlavskom jezeru tokom 1964. godine.

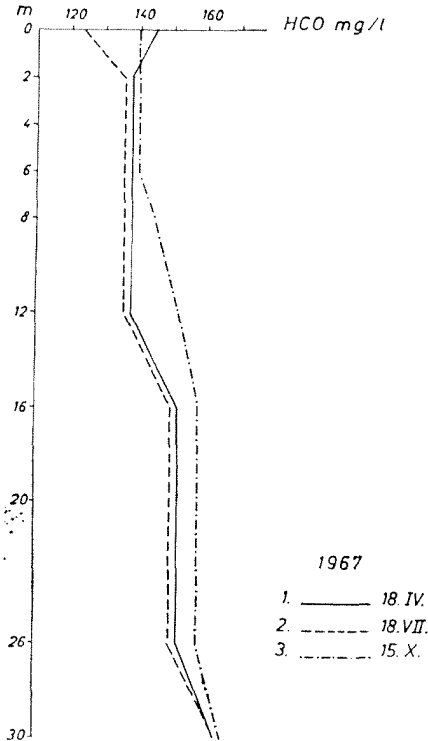
Vertikalverteilung  $\text{HCO}_3$  im Batlavsee während des Jahres 1964.



Sl. 22. — Vertikalni raspored  $\text{HCO}_3$  u Batlavskom jezeru tokom 1966. godine.

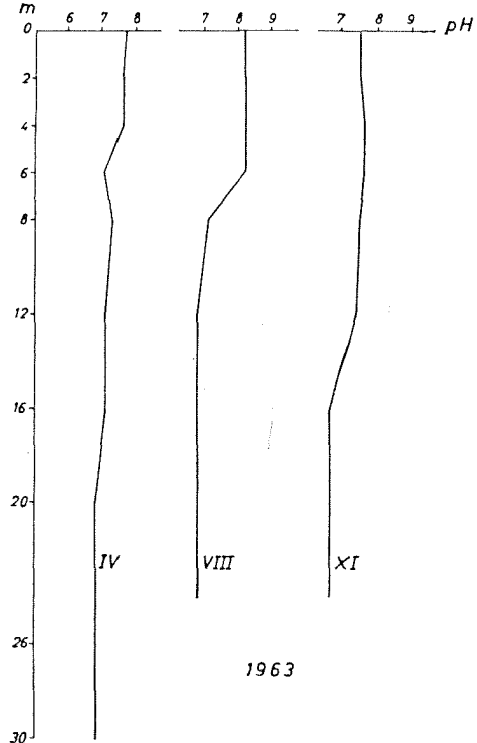
Vertikalverteilung  $\text{HCO}_3$  im Batlavsee während des Jahres 1966.

druge strane, već se u njoj zapaža tendencija daljih promena u sastavu i produkciji fitoplanktona, koje se inače jasno ispoljavaju u sledećim godinama, pa se stoga može pretpostaviti da bi još u 1965. godini fitoplankton dostigao onaj stepen razvića kao i u 1966. da su vladali normalniji životni uslovi u jezeru.



Sl. 23. — Vertikalni raspored  $\text{HCO}_3$  u Batlavskom jezeru tokom 1967. godine.

Vertikalverteilung  $\text{HCO}_3$  im Batlava-See während des Jahres 1967.



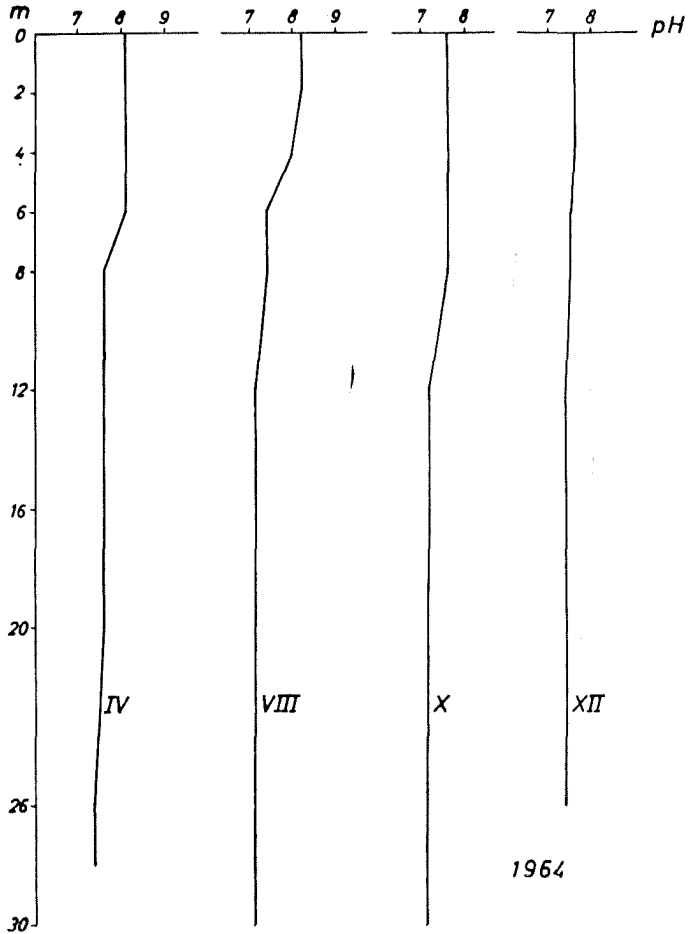
Sl. 24. — Reakcija vode Batlavskog jezera u 1963. godini.

pH-Wert des Batlava-Sees im 1963.

Promene u sastavu fitoplanktona poslednje dve godine ispitivanja išle su u pravcu redukcije broja vrsta, uglavnom na račun fakultativno-planktonskih formi, dok se s druge strane povećao broj planktonskih vrsta, tako da su sada obe ekološke grupe bile zastupljene gotovo istim brojem vrsta, ali pri brojnoj dominaciji planktonskih formi.

U 1966. godini fitoplankton ima *Diatomeae* — *Flagellata* karakter, pri čemu je učešće prve grupe u ukupnoj brojnosti nešto veće. U stvari, prolećni i zimski aspekt je bio obeležen gotovo isključivim prisustvom silikatnih algi, s tim što je u aprilu dominirala *Synedra acus* v. *angu-*

*stissima*, dok je u decembru bila najbrojnija *Asterionella formosa*. Vrste roda *Cyclotella*, *C. compta* i *C. planktonica*, su u oba slučaja, kao uostalom i u drugim mesecima, zauzimale subdominantan položaj. Međutim, pred kraj leta dominacija pripada grupi *Flagellata* zahvaljujući eruptivnom razviću *Peridinium cinctum* koji je zbog toga postao vodeći oblik u ukupnom planktonu, bez obzira na inače relativno malu brojnost preko godine. S druge strane, početkom leta je zabeležena velika



Sl. 25. — Reakcija vode Batlavskog jezera u 1964. godini.  
pH — Wert des Batlava-Sees im 1964.

abundancija vrsta roda *Staurastrum*, *St. polymorphum* i *St. paradoxum*, usled čega *Desmidiaceae*, zajedno sa silikatnim algama daju osnovno obeležje letnjem aspektu fitoplanktona (Tab. 9).

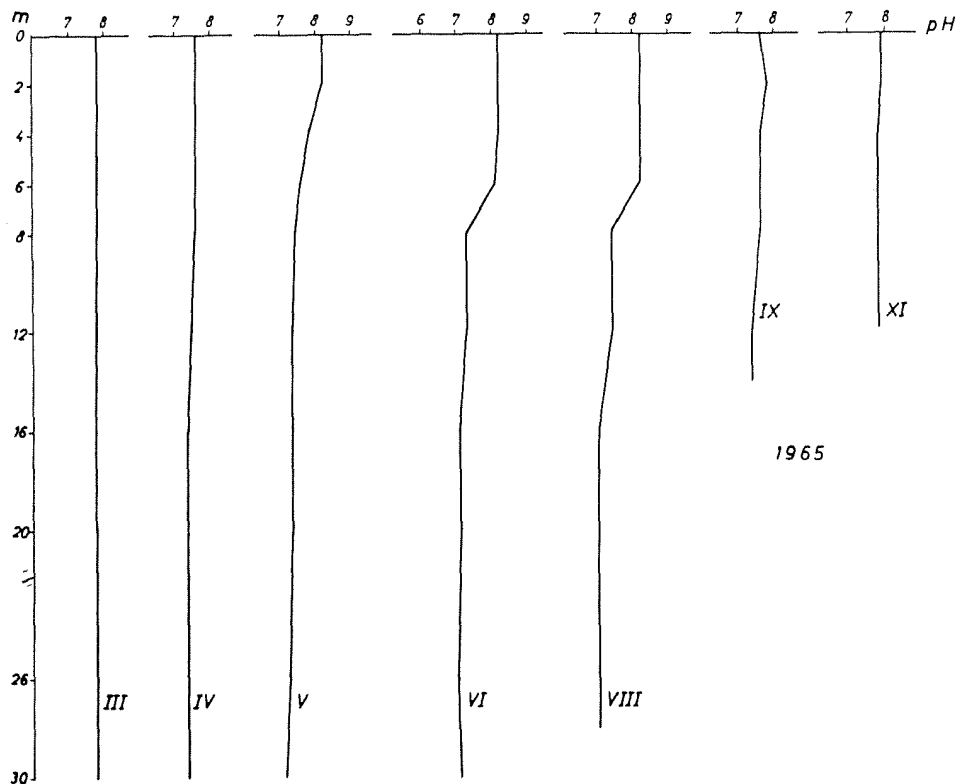
Gotovo isti sastav imao je fitoplankton i u 1967. godini, ali je u njoj postigao nešto veću brojnost. U njoj je konstatovan i sličan ritam



Tab. 8. — Brojnost fitoplanktona u Batlavskoj akumulaciji u toku 1965. godine.  
Anzahl des Phytoplanktons des Batlava-Sees im Jahr 1965.

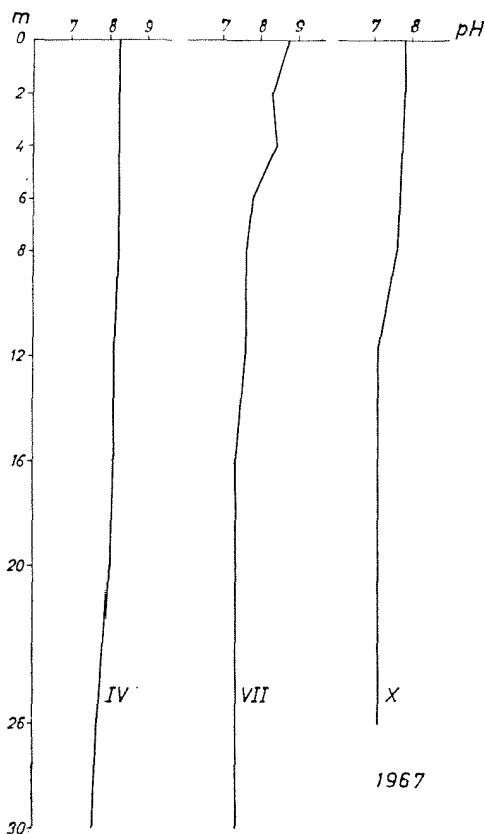
	II	III	IV	V	VI	VIII	IX	XI	Prosek Durchsch.
<i>Schizophyta</i>	—	—	—	—	908	2.708	127	—	468
<i>Flagellata</i>	125	—	17	147	1.107	27.370	1.016	90	3.734
<i>Chloro- phyta</i>	2.600	964	142	557	5.642	607	3.016	18.710	4.030
<i>Conjugatae</i>	880	225	582	2.882	5.545	48.912	4.304	1.860	8.150
<i>Bacillaria- ceae</i>	205.625	37.065	1.964	134.741	359.399	52.324	5.084	10.485	100.836
	209.230	38.254	2.705	138.327	372.601	131.921	13.547	31.145	117.218

razvića pojedinih grupa tokom godine. Opet je u proleće i jesen zabeležena izrazita dominacija *Diatomeae* (99%—93%), s tom razlikom što se u aprilu javlja maksimum brojnosti *Asterionella formosa*, dok su u oktobru najbolje razvijene vrste roda *Cyclotella* (*C. compta* i *C. planktonica*). I u letnjem aspektu je značajno učešće silikatnih algi usled još

Sl. 26. — Reakcija vode Batlavskog jezera u 1965. godini.  
pH — Wert des Batlava-Sees im 1965.

Tab. 9. — Variranje brojnosti fitoplanktona u Batlavskom jezeru u 1966. godini.  
Schwankungen der Zahl des Phytoplanktons im Batlava-Sees im Jahr 1966.

	IV	VII	IX	XII	Prosek Durchschn.
<i>Flagellata</i>	130	4.554	74.529	523	19.934
<i>Chlorophyta</i>	40	798	1.905	275	754
<i>Conjugatae</i>	54	18.340	3.553	586	5.633
<i>Bacillariaceae</i>	5.087	25.047	18.045	55.559	25.934
	5.311	48.739	98.032	56.943	52.255



Sl. 27. — Reakcija vode Batlavskog jezera u 1967. godini.

pH — Wert des Batlava-Sees im 1967.

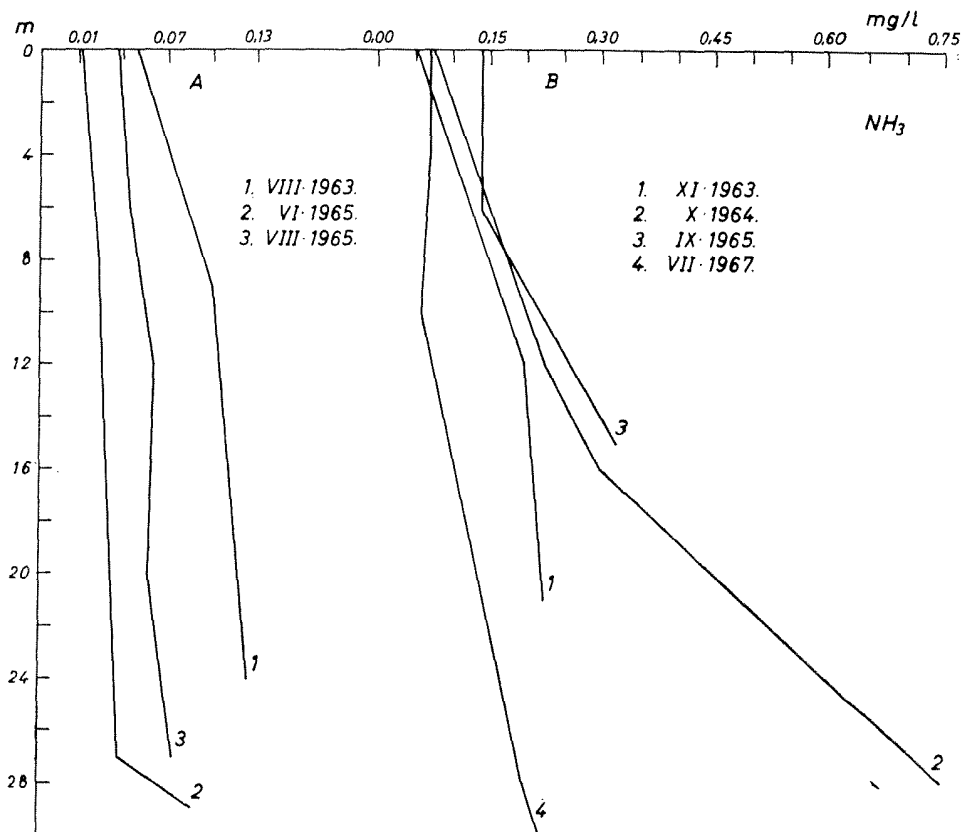
uvek velike brojnosti *Asterionella formosa*. Međutim, u to vreme se sreće i relativno gusta populacija *Peridinium cinctum*, koji i pored daleko manjeg učešća nego prethodne godine sada predstavlja subdominantnu vrstu (Sl. 33). U ovom aspektu značajno mesto pripada i zelenim algama zahvaljujući brojnijoj populaciji *Scenedesmus bijugatus* (Tab. 10).

Tab. 10. — Variranje brojnosti fitoplanktona u Batlavskom jezeru u 1967. godini.  
Schwankungen der Zahl des Phytoplanktons im Batlava-Sees im Jahr 1967.

	IV	VII	X	Prosek Durchschn.
<i>Flagellata</i>	117	9.880	782	3.593
<i>Chlorophyta</i>	—	2.765	95	953
<i>Conjugatae</i>	71	570	207	283
<i>Bacillariaceae</i>	146.024	55.920	14.755	71.233
	143.212	69.135	15.839	76.062

### Razviće zooplanktona Batlavske akumulacije

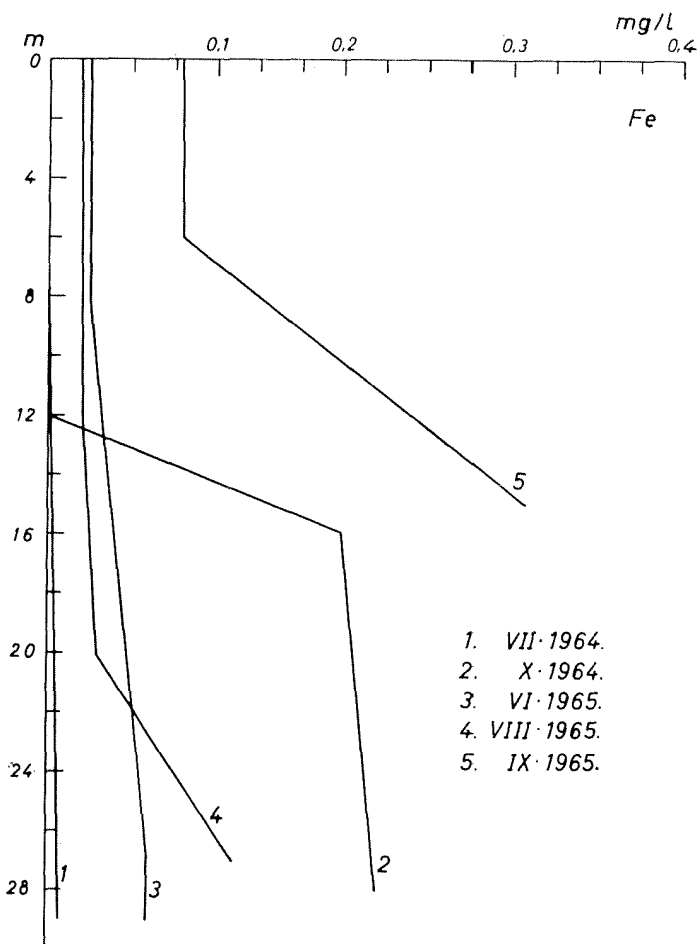
Odmah posle punjenja Batlavskog jezera zooplanktonska zajednica je imala uniforman sastav. Konstatovano je svega 5 vrsta, ali su samo neke beležile gušću populaciju i zbog toga su vidnije uticale na



Sl. 28. — Vertikalni raspored NH<sub>3</sub> u Batlavskom jezeru za vreme ispitivanja.  
Vertikalverteilung NH<sub>3</sub> im Batlava-See während der Untersuchungsperiode.



opšti izgled planktonske zajednice. Sve nađene vrste naseljavaju male vode, koncentrišući se uglavnom oko biljaka, mada se po neka od njih održava i u slobodnoj vodi ili živi na dnu (Tab. 11).

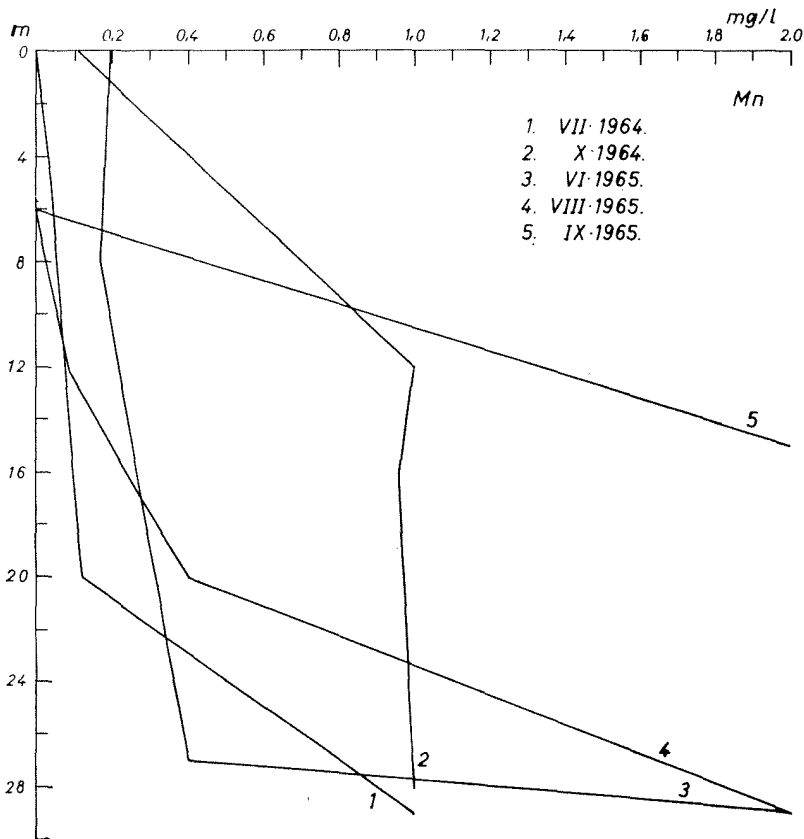


Sl. 29. — Vertikalni raspored Fe u Batlavskom jezeru za vreme ispitivanja.

Vertikalverteilung Fe im Batlava-See während der Untersuchungsperiode.

I u pogledu strukture je pionirska zajednica zooplanktona bila vrlo jednostavna. U njoj je brojno preovlađivala grupa *Copepoda* (80%), sa jednim predstavnikom *Cyclops vicinus*, odnosno pretežno njegovim *Nauplius*-stadijumom, dok je učešće *Rotatoria* bilo malo s obzirom da je nešto gušću populaciju imala jedino *Filodina sp.* Još je manji udeo *Rotatoria* bio u ukupnoj težini zooplanktona, pa je najveći deo biomase, 94%, činila grupa *Copepoda*. Zahvaljujući ovakvoj strukturi, pionirska zajednica zooplanktona je, i pored male brojnosti, postigla zapaženu biomasa (3,037 mg/l).

Međutim, već u leto je sastav zooplanktona daleko raznovrsniji ne zbog povećanog broja vrsta, već i zbog zastupljenosti svih zooplanktonskih grupa. U ovom aspektu je zabeležena prva pojava *Cladocera* koje su bile predstavljene retkom populacijom *Chydorus sphaericus*. Pred kraj godine ova vrsta iščezava i zamenjuje je ekološki slična vrsta, *Ceriodaphnia quadrangula*, koja zajedno sa pojedinačnim primercima *Bosmina longirostris* doprinosi da su *Cladocera* još uvek najslabije zastupljena zooplanktonska grupa.



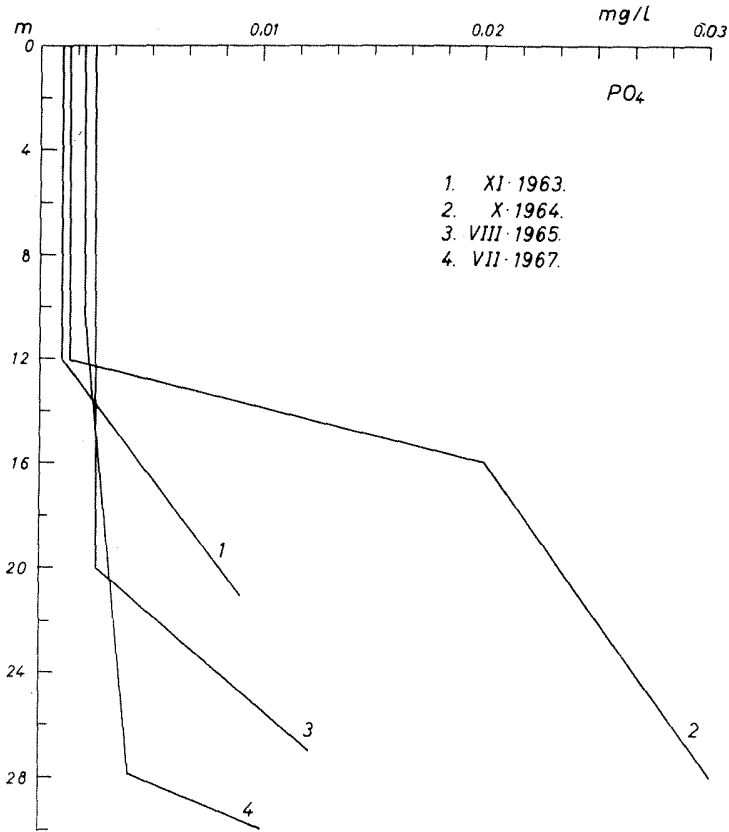
Sl. 30. — Vertikalni raspored Mn u Batlavskom jezeru za vreme ispitivanja.

Vertikalverteilung Mn im Batlava-See während der Untersuchungsperiode.

Najveći broj vrsta sreće se među rotatorijama i pored toga što neke prolećnje vrste više nisu konstatovane. Sudeći prema cenotičkom sastavu, grupa *Rotatoria* ima heleoplanktonski karakter pri brojnoj dominaciji vrsta roda *Brachionus*, naročito *Brachionus calicyflorus amphiceros*, kao i *Filinia longiseta*. Međutim, ove vrste imaju u jesen podređenu ulogu, a glavnu masu rotatorija (63%) čini *Keratella quadrata*,

Tab. 12. — Broj zooplanktona u Batlavskom jezeru u 1962. godini.  
Anzahl des Zooplanktons im Batlava-Sees im 1962.

	V	VII	X	Prosek Durchschn.
<i>Rotatoria</i>	54,6	68,0	39,3	54,8
<i>Cladocera</i>	—	2,3	1,2	1,8
<i>Copepoda</i>	182,7	418,3	38,6	231,5
	237,3	488,6	79,1	288,1



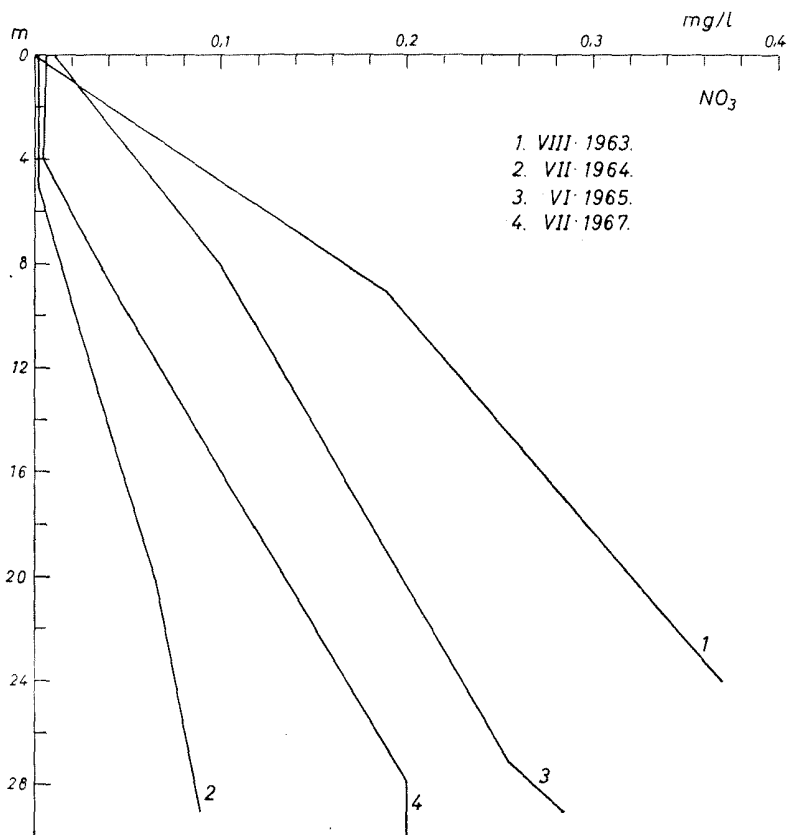
Sl. 31. — Vertikalni raspored  $PO_4$  u Batlavskom jezeru za vreme ispitivanja.

Vertikalverteilung  $PO_4$  des Batlava-Sees während der Untersuchungsperiode.

mada i *Polyarthra trigla* postiže intenzivnije razviće i zauzima subdominantan položaj.

Suprotno rotatorijama grupa *Copepoda* je do kraja godine predstavljena istom vrstom, ali u različitoj brojnosti. Preko leta se sreće

gusta populacija *Cyclops vicinus*, dva puta brojnija nego u proleće. Povećana brojnost, a posebno pretežna pojava *Copepodit* stadijuma, izazvala je nagli skok u biomasi *Copepoda*. Međutim, u jesen se sreće redukovana populacija kopepoda, gotovo iste abundancije kao i grupa *Rotatoria*, ali je zbog veće prosečne težine *Cyclops vicinus* udeo *Copepoda* u ukupnoj biomasi daleko veći. Otuda je zooplankton u toku cele prve godine imao *Copepoda* karakter (Tab. 12).



Sl. 32. — Vertikalni raspored NO<sub>3</sub> u Batlavskom jezeru za vreme ispitivanja.

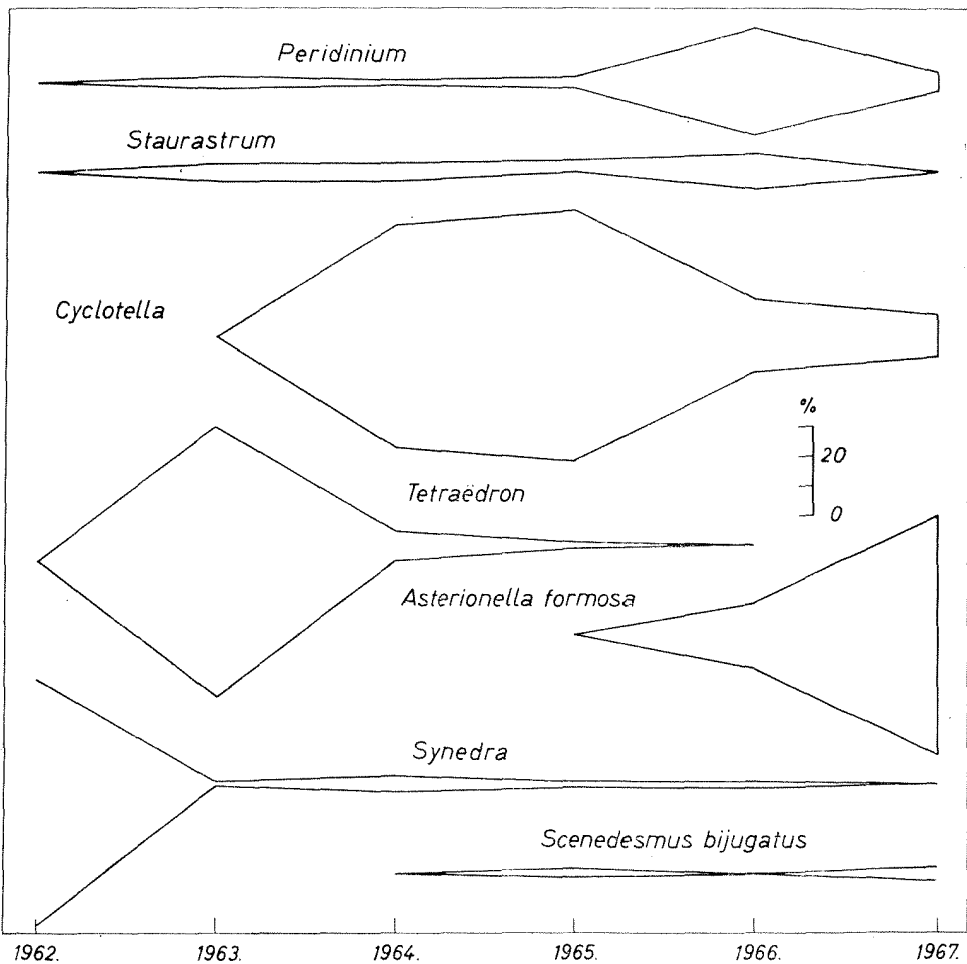
Vertikalverteilung NO<sub>3</sub> im Batlava-See während der Untersuchungsperiode.

1963. godina se karakteriše raznovrsnijim zooplanktonom u odnosu na prethodnu godinu, ali manjom produkcijom. U sastav planktona ulazi 19 vrsta koje, sudeći bar prema vrstama rotatorija, i dalje zadržavaju odlike heleoplanktona. Međutim, treba istaći da se javljaju i nove planktonske vrste, od kojih čak neke, *Synchaeta pectinata* na pr., čine najveći deo biomase *Rotatoria* (41,4%). S druge strane, *Polyarthra trigla*, koja se tek pred kraj 1962. godine javila u gušćoj populaciji, sada postaje dominantna vrsta zahvaljujući intenzivnom razviću u pro-



leće (Sl. 34). U ovo doba godine je zabeležena i velika brojnost *Keratella quadrata*, a u leto ona predstavlja vodeću rotatoriju. Preko leta se takođe sreće i gusta populacija *Brachionus calyciflorus amphicerus*, dok je u jesen brojna druga vrsta istoga roda, *Brachionus calyciflorus calyciflorus*.

Uzete u celini *Rotatoria* su u 1963. godini upetostručile svoju brojnost, ali su i pored toga imale manje učešće u ukupnoj biomasi nego prethodne godine, s obzirom da je grupa *Cladocera*, u kojoj je zabeležena pojava krupnije vrste *Daphnia longispina*, znatno povećala biomasu. Međutim, predstavnici *Copepoda*, u sastavu koji će zadržati sve do kraja ispitanog perioda, pokazuju upadljiv pad u biomasi, zbog čega

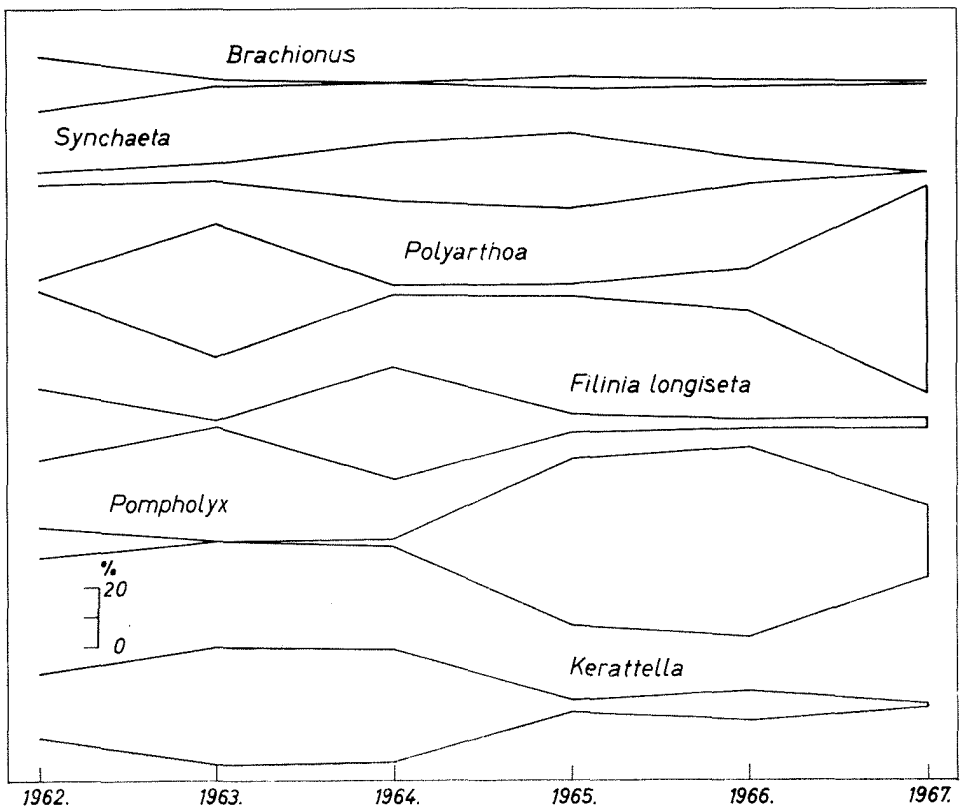


Sl. 33. — Pojava glavnih vrsta fitoplanktona u Batlavskom jezeru tokom 1962—1967. godine.  
Erscheinung der Hauptarten des Phytoplanktons im Batlava-See während der Jahre 1962—1967.

se njihovo učešće u težini svih planktonskih organizama smanjuje na petinu. No i pored toga oni i dalje zadržavaju dominaciju u biomasi zooplanktona. Ovakva struktura planktonske zajednice u 1963. godini negativno se odrazila na njene težinske vrednosti koje su iznosile svega 1,594 mg/l, znači bile su dva puta manje nego što je imala pionirska zajednica (Tab. 13).

Tab. 13. — Broj zooplanktona u Batlavskom jezeru u 1963. godini.  
Anzahl des Zooplanktons im Batlava-Sees in 1963.

	IV	VIII	XI	Prosek Durchschn.
<i>Rotatoria</i>	847,5	65,1	39,0	341,3
<i>Cladocera</i>	0,5	12,0	10,3	7,5
<i>Copepoda</i>	53,0	340,7	63,4	147,9
	901,0	417,8	112,7	496,7



Sl. 34. — Pojava glavnih vrsta zooplanktona u Batlavskom jezeru tokom 1962—1967. godine.

Erscheinung der Hauptarten des Zooplanktons im Batlava-See während der Jahre 1962—1967.

U trećoj godini po obrazovanju Batlavskog jezera zooplankton gubi karakter heleoplanktona i zadobija odlike jezerske zajednice. U ovoj godini se broj vrsta smanjuje na 15, uglavnom na račun *Rotatoria*, iz čijeg sastava potpuno iščezavaju heleoplanktonske vrste. Takođe izostaje *Alona quadrangularis*, a javlja se *Tintinopsis lacustris*, koji se u Batlavskom jezeru zadržava do kraja ispitivanja. Prema tome, u 1964. godini preovlađuju planktonske vrste, mahom širokog areala rasprostranjenja, koje se javljaju i u drugim našim akumulacionim jezerima, mada neke od njih naseljavaju i male vode (Janković, 1966).

U 1964. godini je značaj *Cladocera* još više došao do izražaja, naročito u biomasi zooplanktona. To je posledica masovnog razvića *Bosmina longirostris* u oktobru, zbog čega tada kladocere imaju i vodeću ulogu u ukupnoj brojnosti zooplanktona. U stvari, u gustini populacije najčešće preovlađuju predstavnici *Rotatoria* pri dominaciji *Filinia longiseta*, izuzev u proleće kada je još brojnija *Keratella quadrata*, dok u biomasi *Rotatoria* najveće učešće uvek ima *Synchaeta pectinata* (Tab. 14).

Tab. 14. — Broj zooplanktona u Batlavskom jezeru u 1964. godini.  
Anzahl des Zooplanktons im Batlava-Sees im 1964.

	IV	VII	X	XII	Prosek Durchschn.
<i>Rotatoria</i>	1.691,5	89,0	106,4	256,5	559,4
<i>Cladocera</i>	1,0	87,5	469,8	28,0	139,7
<i>Copepoda</i>	91,5	68,2	77,3	3,0	61,3
	1.784,0	244,7	653,5	287,5	760,4

I u sledećim godinama je sastav zooplanktona ostao isti, izuzev 1965. u kojoj se u jesen, kada je zbog hidrotehničkih radova vodostaj opao za 15 m, ponovo javlja brojna populacija heleoplanktonskih vrsta, naročito roda *Brachionus*. To pokazuje da je došlo do stabilizacije u sastavu zooplanktona i da su dalje promene obuhvatile samo strukturu zajednice (Tab. 15).

Tab. 15. — Broj zooplanktona u Batlavskom jezeru u 1965. godini.  
Anzahl des Zooplanktons im Batlava-Sees in 1965.

	II	III	IV	V	VI	VIII	IX	XI	Prosek Durchschn.
<i>Rotatoria</i>	72,0	865,0	151,0	254,0	314,5	1.575,5	1.760,8	274,0	669,4
<i>Cladocera</i>	6,0	1,5	1,0	23,0	928,0	397,5	79,2	111,0	220,0
<i>Copepoda</i>	9,0	26,5	8,0	45,0	51,5	185,5	607,2	214,0	121,9
	87,0	893,0	160,0	322,0	1.294,0	2.158,5	2.447,2	599,0	1.011,3

U 1966. godini nije bila tako izrazita dominacija *Rotatoria* u gustini populacije zooplanktona, pošto su i *Copepoda* imale veliku brojnost (41%) blagodareći intenzivnom razviću *Acanthocyclops vernalis* u toplom delu godine. Ova vrsta je u septembru imala čak i vodeću ulogu, što je omogućilo kopepodama da u ukupnoj biomasi učestvuju sa 60%. Međutim, početkom zime je zabeležena gusta populacija *Cladocera* posebno vrste *Daphnia longispina*, koja je znatno uticala na težinu čitave grupe. Otuda su glavnu masu zooplanktona u 1966. godini činili račići (90%), dok je na *Rotatoria* otpao samo mali deo, mada su i pored toga one, zbog svoje brojnosti, davale glavni pečat zooplanktonu prolećnjeg i letnjeg aspekta (Tab. 16).

Tab. 16. — Broj zooplanktona u Batlavskom jezeru u 1966. godini.  
Anzahl des Zooplanktons im Batlava-Sees in 1966.

	IV	VII	IX	XII	Prosek Durchschn.
<i>Rotatoria</i>	229,1	1.081,7	263,2	35,3	428,2
<i>Cladocera</i>	78,9	13,1	18,4	79,3	48,4
<i>Copepoda</i>	7,4	786,3	456,4	54,7	326,6
	315,4	1.881,1	738,0	169,3	803,2

U gotovo istom procentu su *Cladocera* i *Copepoda* učestvovala i u 1967. godini u ukupnoj težini zooplanktona, koja je zbog smanjene brojnosti ovih dveju grupa imala za trećinu manju vrednost nego prethodne godine (2,243 mg/l prema 3,492 mg/l). Iz istih razloga se udeo *Rotatoria* u gustini populacije planktonske zajednice povećao na 80%, pri intenzivnom razviću *Polyathra trigla* u prolećnjem (99%) i letnjem aspektu (75%), dok je u jesen dominirala *Pompholux sulcata*, vrsta koja je i u drugoj polovini 1966. godine bila najbrojnija rotatorija (Tab. 17).

Tab. 17. — Broj zooplanktona u Batlavskom jezeru u 1967. godini.  
Anzahl des Zooplanktons im Batlava-Sees in 1967.

	IV	VII	X	Prosek Durchschn.
<i>Rotatoria</i>	458,5	167,0	338,0	321,2
<i>Cladocera</i>	23,0	49,5	19,5	30,5
<i>Copepoda</i>	27,0	179,6	29,5	55,5
	508,5	396,1	387,0	407,2

## Razviće faune dna Batlavske akumulacije

Prve probe faune dna bile su siromašne kako u pogledu sastava, tako isto i u odnosu na produkciju. Svega 3 životinjske grupe činile su inicijalnu faunu jezera, od kojih su larve *Diptera-Nematocera* bile predstavljene samo sa nekoliko individua. Prema tome, u sastav prolećnjeg aspekta bentofaune Batlavske akumulacije ulazile su jedino *Oligochaeta* i larve *Chironomidae*, pri čemu je prva grupa činila najveći deo brojnosti (68%) i biomase (73%) bentičkih organizama, dok je druga imala raznovrsniji sastav.

Grupu *Chironomidae* je predstavljalo 5 vrsta različite ekološke pripadnosti, za razliku oligoheta koje su bile zastupljene samo sa jednom vrstom (Tab. 18). Izuzev jedne reofilne vrste, *Chironomus f. l. thummi f. fluviatilis*, sve ostale hironomide naseljavaju stajaće vodene bazene, mada se neke sreću i u tekućim vodama. Najveću brojnost dostižu pelofilne vrste, koje u raskvašenoj glinovitoj podlozi ispred brane nalaze pogodne uslove za razviće. Na potopljenoj rečnoj dolini intenzivno se razvija *Pelopia punctipennis* predstavljajući vodeću vrstu, sa učešćem od 45% u ukupnoj brojnosti, dok u koritu reke imaju gotovo istu gustinu populacije *Chironomus f. l. thummi f. fluviatilis* i rod *Procladius*. Zajedno sa njima konstatovan je i najveći deo populacije *Oligochaeta*.

U toku leta je sastav bentosa znatno raznovrsniji, zahvaljujući pre svega grupi *Chironomidae* u kojoj je sada nađeno 10 vrsta, a do kraja godine se javljaju još dve. Sem toga, zabeležene su i dve nove životinjske grupe, koje doduše ne utiču vidnije ni na cenotički sastav niti produkciju faune dna.

Većina vrsta *Chironomidae* ima širok areal rasprostranjenja naseljavajući stajaće bazene, ali neke od njih podnose i slabija strujanja vode. Uglavnom su to članovi pelofilnih biocenoza, no takođe ima i fitofilnih i psamofilnih vrsta. Međutim, većina vrsta sreće se retko i obično sa po jednom individuom, tako da osnovni kompleks vrsta čini samo nekoliko. U stvari, sa većom frekvencijom se javljaju jedino dve larvene forme roda *Chironomus*, *Chironomus f. l. thummi* i *Chironomus f. l. plumosus*, i rod *Procladius*, koji zajedno sa *Pelopia punctipennis* u proleće i *Chironomus f. l. semireductus* u jesen predstavljaju istovremeno i najbrojnije članove grupe *Chironomidae*.

Izrazito dominira *Chironomus f. l. thummi f. fluviatilis*, koji je uglavnom skoncentrisan na profilu 4 u blizini uliva reke Batlave, što inače odgovara njegovom reofilnom karakteru. Međutim, do brane su dopirali samo pojedinačni primerci ove hironomide. Pred kraj godine, kada se Batlavsko jezero hidrološki potpuno stabilizovalo, ova reofilna forma se gotovo sasvim povlači iz faune dna i zamenjuje je druga, ekološki različita vrsta istoga roda, *Chironomus f. l. plumosus*. To je tipičan predstavnik pelofilnih biocenoza stajaćih voda, koji u već formiranim muljevitim sedimentima bogatim organskim detritusom razvija gustu populaciju čineći 90% od brojnosti i 96% od biomase svih hironomida. Zahvaljujući ovako visokoj produkciji u oktobru, *Chironomus*



*f.l. plumosus* postaje najmasovnija hironomida u prvoj godini po obra-zovanju Batlavskog jezera.

Intenzivno razviće *Chironomus f.l. plumosus* u jesen i *Chirono-mus f.l. thummi f. fluviatilis* preko leta usloveli su da grupa *Chirono-midae* dominira u fauni dna druge polovine 1962. godine. U tom perio-du znatno je smanjeno učešće *Oligochaeta*, naročito u brojnosti letnjeg i biomasi jesenjeg aspekta. Međutim, one sada naseljavaju ne samo ne-kadašnje korito reke, već i potopljenu rečnu dolinu, ali se kao i larve *Chironomidae* pretežno sreću na najplićem delu jezera (Profil 4) (Tab. 19).

Tab. 19. — Brojnost i biomasa faune dna u Batlavskoj akumulaciji tokom 1962. godine.

Anzahl und Biomasse der Bodenfauna des Batlava-Sees im Jahr 1962.

	V		VII		X		Prosek Durchschm.	
	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr
<i>Oligochaeta</i>	256,3	1,496	195,0	1,295	305,5	0,698	249,4	1,102
<i>Nematoda</i>	—	—	4,3	0,005	—	—	1,7	0,002
<i>Chironomidae</i>	111,4	0,402	286,0	1,939	346,7	2,771	270,1	1,914
larve <i>Diptera</i>	7,4	0,138	2,1	0,175	—	—	2,5	0,099
	375,1	2,036	487,4	3,414	652,2	3,469	524,2	3,117

Nešto je raznovrsnije naselje dna u 1963. godini. I dalje su vode-ća grupa *Oligochaeta* i larve *Chironomidae*, dok se *Hydracarina*, *Co-rethridae* i larve *Diptera-Nematocera* javljaju samo sporadično. Među-tim, iako u ovoj godini u sastav faune dna ulazi veći broj životinjskih grupa. ukupan broj vrsta je ostao gotovo isti.

Najveće promene su nastupile u cenotičkom sastavu grupe *Chiro-nomidae*. U 1963. godini se zadržalo samo 7 prošlogodišnjih vrsta, ma-hom pelofilnih formi sa širokim arealom rasprostranjenja. Izostale su vrste koje nastanjuju i reofilne biotope ili stagnofilne vrste sa retkom populacijom u prethodnoj godini. S druge strane, konstatovane su 4 nove vrste, obično u pojedinačnim primercima, izuzev dveju pelofilnih formi, *Cryptochironomus gr. conjugens*, koji se sreće samo u leto, ali pri zapaženoj brojnosti, i *Polypedilum gr. nubeculosus*, čije je učešće u brojnosti hironomidne faune relativno veliko preko cele godine, a naročito u jesen, kada zauzima subdominantan položaj.

Pelofilne forme čine osnovni kompleks vrsta i u 1963. godini. Naj-brojnija je, ali ne i najfrekventnija *Chironomus f.l. plumosus*, koja do-minira preko cele godine i naseljava sve jezerske regione koncentrišući se ipak najviše oko najplićeg profila. Maksimum brojnosti beleži u av-gustu; no i pored toga je njeno učešće tada u ukupnom broju svih hi-ronomida najmanje zbog guste populacije drugih vrsta, naročito subdo-minantne vrste *Pelopia punctipennis*. Međutim, u proleće je rod *Pro-cladius* druga po značaju hironomida, čija gustina populacije ima istu sezonsku ritmiku, prolećnji maksimum i jesenji minimum, kao i pret-hodne godine, ali sada dostiže veće vrednosti.

Ne samo da je fauna dna u 1963. godini imala raznovrsniji sastav, već se u njoj javljaju i drukčiji numerički odnosi između životinjskih grupa nego u prvoj godini po obrazovanju jezera. Dok su preko cele 1962. godine, izuzev prolećnjeg aspekta, larve *Chironomidae* predstavljale vodeće oblike kako u brojnosti tako i u biomasi bentofaune, u 1963. godini se zapaža brojna dominacija *Oligochaeta* (62%), pri čemu su one i najfrekventniji organizmi (Tab. 20). Međutim, u biomasi uvek prevlađuju predstavnici *Chironomidae*, naročito u proleće i jesen, kada na njih otpada oko 80% od težine celokupne faune dna.

Tab. 20. — Brojnost i biomasa faune dna Batlavske akumulacije tokom 1963. godine.  
Anzahl und Biomasse der Bodenfauna des Batlava-Sees im 1963.

	IV		VIII		XI		Prosek Durchschn.	
	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr
<i>Oligochaeta</i>	814,3	1,287	604,2	1,175	161,0	0,406	497,2	0,872
<i>Chironomidae</i>	237,8	4,030	387,8	2,516	293,8	1,988	305,7	2,480
<i>Corethridae</i>	2,2	0,005	—	—	—	—	0,8	0,001
larve <i>Diptera</i>	2,2	0,002	—	—	—	—	0,8	0,001
<i>Hydracarina</i>	—	—	4,7	0,004	—	—	1,5	0,001
	1.056,5	5,324	996,7	3,695	454,8	2,394	806,0	3,355

Do redukcije vrsta došlo je u 1964. godini tako da je bentos monotonijeg sastava. Njega obrazuju 10 vrsta koje su obuhvaćene samo dvema životinjskim grupama, larvama *Chironomidae* i grupom *Oligochaeta*. Gotovo sve su pelofilne forme, od kojih se češće i u gušćoj populaciji javljaju upravo oni oblici koji su indikatori visoko produktivnih voda.

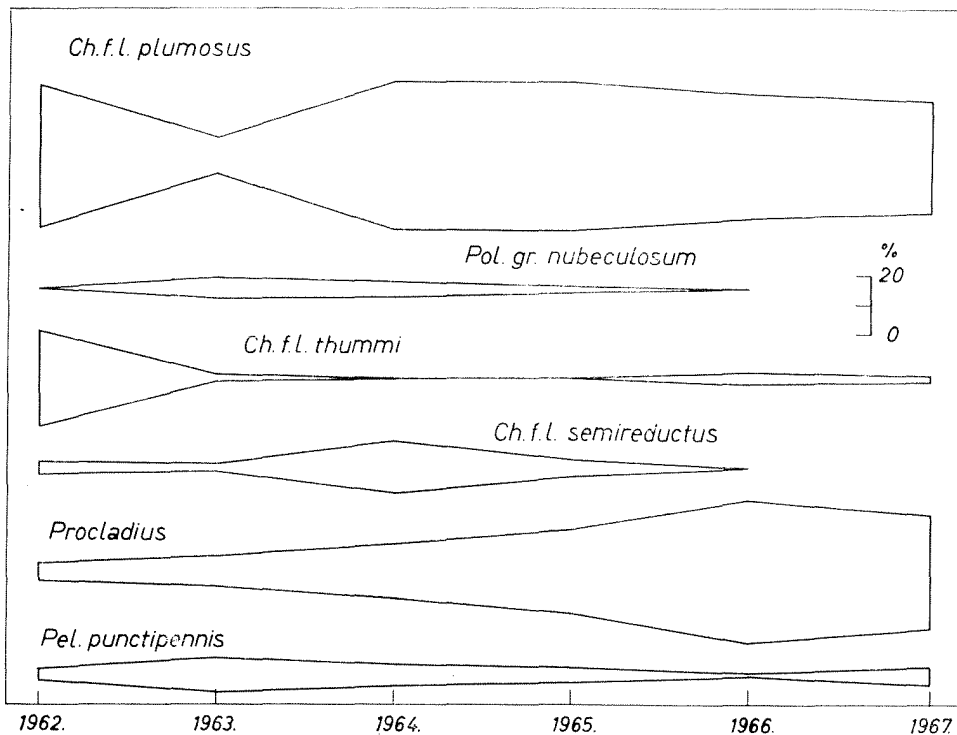
Najgušću populaciju beleži *Limnodrilus hoffmeisteri*, koji dominira gotovo preko cele godine određujući na taj način sezonsku fluktuaciju brojnosti celokupnog bentosa. Jedino preko leta prevlađuje *Chironomus f. l. plumosus*, koji pored još nekoliko individua roda *Procladius* predstavlja jedinu hironomidu u ovom aspektu. Izuzev u proleće kada je *Polypedilum gr. nubeculosum* najčešći i najabundantniji član hironomidne faune u 1964. godini, u svim ostalim aspektima dominira *Chironomus f. l. plumosus* i svojom težinom upadljivo utiče na povećanje ukupne biomase, naročito u jesen, pošto u to vreme pada maksimum njegove brojnosti. Zajedno sa ovom vrstom redovno se javlja i rod *Procladius*, doduše u daleko ređoj populaciji, ali sa tendencijom stalnog povećanja učešća u brojnosti svih hironomida, dok se, naprotiv, tokom godina zapaža postepeno smanjenje procentualnog učešća *Chironomus f. l. plumosus* u gustini populacije hironomida (Sl. 35).

Važno je istaći da je fauna dna i pored monotonog sastava u 1964. godini postigla znatno veću produkciju, dva puta veću brojnost i nešto malo manje povećanje u biomasi, nego u prethodnoj godini. To je posledica intenzivnijeg razvića predstavnika *Oligochaeta* koji u ovoj go-



dini imaju dominantan položaj ne samo u gustini populacije, već ponekad (zimi) i u biomasi bentičkih organizama (Tab. 21).

Gotovo nikakve promene nisu utvrđene u sastavu naselja dna 1965. godine. I dalje najznačajnije članove ove zajednice predstavljaju vrste *Oligochaeta* i *Chironomidae*, pri čemu prva ima dominantan položaj. *Oligochaeta* se javlja u malom broju vrsta, nasuprot hironomidama koje su nešto raznovrsnije. One obuhvataju ukupno 8 vrsta, od kojih je najčešća *Chironomus f.l. plumosus*, a nešto se ređe sreće rod *Procladius*.



Sl. 35. — Pojava glavnih vrsta faune dna u Batlavskom jezeru tokom 1962—1967. godine.

Erscheinung der Hauptarten der Bodenfauna im Batlava-See während der Jahre 1962—1967.

Najveći broj vrsta *Chironomidae* su pelofilne forme s obzirom da je podloga pretežno muljevita. Međutim, idući prema ušću reke Batlave javljaju se i vrste koje pretpostavljaju peskovito dno (*Cryptochironomus gr. defectus*, *Paratendipes gr. albimanus*, *Cryptochironomus gr. conjugens*), pa se ovde zatiče i najraznovrsnije naselje. Ipak, i na ovom delu jezera najmasovnije su razvijeni *Chironomus f.l. plumosus* i rod *Procladius*, sa maksimumom u junu odnosno u maju, koji i u ostalim jezerskim regionima predstavljaju vodeće oblike. Međutim, ovde su njihove numeričke i težinske vrednosti najveće, a na najdubljem pro-

Tab. 21. — Brojnost i biomasa faune dna Batlavskog jezera takom 1964. godine.  
Anzahl und Biomasse der Bodenfauna des Batlava-Sees im Jahr 1964.

	IV		VII		X		XII		Prosek Durchschn.	
	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr
<i>Oligochaeta</i>	485,3	1,338	104,0	0,631	2.421,9	3,076	1.507,3	3,529	1.224,2	2,119
<i>Chironomidae</i>	162,5	1,426	121,3	1,820	762,9	4,454	407,4	2,291	376,5	2,949
	647,8	2,764	225,3	2,451	3.184,8	7,530	1.914,7	5,820	1.600,7	5,068

Tab. 22. — Brojnost i biomasa faune dna u Batlavskom jezeru tokom 1965. godine.  
Anzahl und Biomasse der Bodenfauna des Batlava-Sees im Jahr 1965.

	III		IV		V		VI		VIII		IX	
	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr
<i>Oligochaeta</i>	2.633,1	6,443	6.140,1	12,411	5.292,1	9,041	2.984,9	6,906	3.288,6	7,037	3.184,9	5,306
<i>Hirudinae</i>	—	—	—	—	—	—	3,7	0,030	—	—	—	—
<i>Chironomidae</i>	940,6	8,895	699,9	8,925	803,6	7,992	703,6	5,008	831,6	3,400	622,2	2,973
1. <i>Coleoptera</i>	—	—	3,7	0,052	—	—	—	—	—	—	—	—
	3.573,7	15,338	6.843,7	21,388	6.095,7	17,033	3.692,2	11,944	4.120,2	10,437	3.807,1	8,279

Tab. 23. — Brojnost i biomasa faune dna Batlavskog jezera takom 1966. godine.  
Anzahl und Biomasse der Bodenfauna des Batlava-Sees im Jahr 1966.

	VI		VII		IX		XII		Prosek Durchschn.	
	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr
<i>Oligochaeta</i>	1.564,7	7,161	2.199,8	3,315	251,8	1,571	1.236,9	1,720	826,3	3,442
<i>Chironomidae</i>	518,5	3,794	1.656,7	1,392	22,2	0,412	466,6	1,735	791,9	1,833
	2.083,2	10,955	3.856,5	4,707	274,0	1,983	1.703,5	3,455	1.618,2	5,275

filu najmanje, što, uz sličan raspored oligoheta, uslovljava odgovarajuće promene i u produkciji čitave faune dužinom jezera.

U 1965. godini je fauna dna postigla najveću produkciju što je svakako posledica posebno povoljnih ekoloških uslova za razviće bentičkih organizama. Maksimalna gustina bentofaune javlja se u proleće (6.096 ind/m<sup>2</sup>), a minimalna u avgustu (3.692 ind/m<sup>2</sup>). Međutim, sasvim je drukčiji raspored biomase. Može se reći da je prva polovina godine obeležena vrlo visokim vrednostima težine celokupnog bentosa (15,3—17,0 gr/m<sup>2</sup>), nasuprot drugoj polovini, kada se sreće gotovo upola manja biomasa. Minimum pada u novembru, pri vrednosti koja je gotovo 3 puta manja od maksimalne (Tab. 22). Predstavnici *Oligochaeta* imaju veće učešće od hironomida u ukupnoj brojnosti, a sa retkim izuzecima i u težini naselja dna, što pokazuje da ova životinjska grupa tokom formiranja jezera postepeno povećava svoj značaj u zajednici bentičkih organizama da bi na kraju potpuno preuzela vodeću ulogu.

U sledeće dve godine fauna dna je vrlo slična onoj iz 1964. i to kako po sastavu tako isto i prema visini produkcije. To pokazuje da je došlo do stabilizacije u zajednici bentičkih organizama i do njenog potpunog formiranja. Ova zajednica se odlikuje monotonim sastavom koju izgrađuje samo desetak vrsta iz grupe *Oligochaeta* i *Chironomidae*, pri čemu prva grupa određuje visinu produkcije, dok druga utiče na fizionomiju zajednice. To su uglavnom pelofilne vrste sa širokim arealom rasprostranjenja koje naseljavaju i druga naša veštačka jezera (Janković, 1966, 1967). Međutim, u gušćoj populaciji se javljaju samo 3—4 vrste (*Limnodrilus hoffmeisteri*, *Chironomus f.l. plumosus*, *Pelopia punctipennis*, rod *Procladius*), upravo one koje se intenzivno razvijaju u stajaćim vodama eutrofnog tipa.

Tab. 24. — Brojnost i biomasa faune dna Batlavskog jezera tokom 1967. godine.

Anzahl und Biomasse der Bodenfauna des Batlava-Sees im Jahr 1967.

	IV		VII		X		Prosek Durchschn.	
	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr
<i>Oligochaeta</i>	1.249,3	4,689	1.688,7	2,370	2.439,3	3,054	1.946,1	3,694
<i>Chironomidae</i>	266,6	1,215	555,5	3,068	375,3	0,691	425,9	1,737
	1.515,9	5,904	2.244,2	5,438	2.814,6	3,745	2.372,0	5,431

U pogledu strukture, naselje dna 1966. i 1967. godine odlikuje se potpunom dominacijom *Oligochaeta*, koje preko cele godine imaju veću brojnost i težinu od larava *Chironomidae* (Tab. 23 i 24). S druge strane, u grupi *Chironomidae* dolazi do smene vodeće vrste; sada je rod *Procladius* najfrekventniji i najabundantniji oblik u hironomidnoj fauni dok *Chironomus f.l. plumosus* zadržava vodeće mesto samo još u biomasi. Sličnu smenu vodećih oblika u grupi *Chironomidae* konstatovao je i Nursall u nekim kanadskim akumulacionim jezerima (Nursall, 1952).

## DISKUSIJA

Analiza fizičko-hemijskih i bioloških karakteristika reke Batlave i višegodišnje limnološke studije Batlavskog jezera pružaju mogućnost da se od početka prati formiranje jednog jezerskog ekosistema stvorenog zajaženjem planinske tekućice. U tom procesu dolazi do kardinalnih promena u hidrološkim osobinama, pre svega do potpunog umirenja rečnog toka, koji u novom bazenu omogućava stvaranje vertikalnog gradijenta u fizičko-hemijskim faktorima sredine, a u krajnjem slučaju i biološko zoniranje. Uporedo sa ovim promenama otpočinje i postepeno naseljavanje jezera i obrazovanje planktonskih i bentičkih zajednica, pri čemu naglo iščezavaju reofilne, a potom i fitofilne vrste, i posle mnogobrojnih promena u sastavu i strukturi inicijalnog naselja stvaraju se limnofilne zajednice, karakteristične za stajaće vodene bazene jezerskog tipa.

Izgradnjom brane na srednjem toku reke Batlave obrazovano je veštačko jezero rečnog oblika, što ukazuje na malu površinu potopljene rečne doline. S druge strane, slivno područje Batlavske akumulacije je relativno veliko, tako da samo prolećnje vode obezbeđuju oko 90% jezerske zapremine. Prema tome, najveći deo Batlavske akumulacije čine površinske vode, dok je priliv podzemnih voda relativno mali i nedovoljan da pokrije jesenju potrošnju batlavske vode od strane HE »Kosovo«. Otuda je očividno da hidrohemijski režim Batlavske akumulacije određuju uglavnom atmosferske vode, mada nisu bez značaja ni dejstvo potopljene rečne doline u početku formiranja jezera, niti biohemijski procesi u jezerskoj vodi i mulju u njegovoj kasnijoj fazi.

Kao akumulator prolećnjih voda Batlavsko jezero se odlikuje smanjenim sadržajem elektrolita i povećanim prisustvom rastvorenih organskih materija u odnosu na matičnu reku. U stvari, najveća zabeležena količina ukupnih soli u Batlavskom jezeru predstavlja istovremeno najmanje vrednosti iz reke Batlave. Smanjenje se uglavnom javlja na račun zemnoalkalnih bikarbonata kao elemenata podzemnih voda, ali i pored toga jezero, kao i sama reka, pripada kalcijum-bikarbonatnom tipu. S druge strane, u jezeru je prisutno 3—4 puta više rastvorenih organskih materija nego u reci Batlavi, što je svakako rezultat rastvaranja biološkog pokrivača na slivnom području.

Uočene su takođe razlike i u sadržaju biogenih soli, fosfata i nitrata, koji se različito ispoljavaju u jezerskoj vodi. U odnosu na reku Batlavu, a naročito na njene pritoke, u Batlavskom jezeru je prvo konstatovana 4—5 puta manja količina fosfata, ali se ona kasnije povećala uglavnom u nižim jezerskim slojevima kao posledica dekompozicije autohtone organske materije u mulju. Nasuprot tome, nitratni azot je vrlo jasno izražen, naročito od polovine prve do polovine druge godine, a zatim mu sadržaj naglo opao, mada je i dalje bio nekoliko puta veći nego u jezerskim pritokama. To pokazuje da je u početku na hemijski sastav Batlavskog jezera znatno uticalo i potopljeno livadsko zemljište, koje prema nalazima Baranova izlučuje veliku količinu nitrata 3—4 mg/l) (Б а р а н о в, 1956)

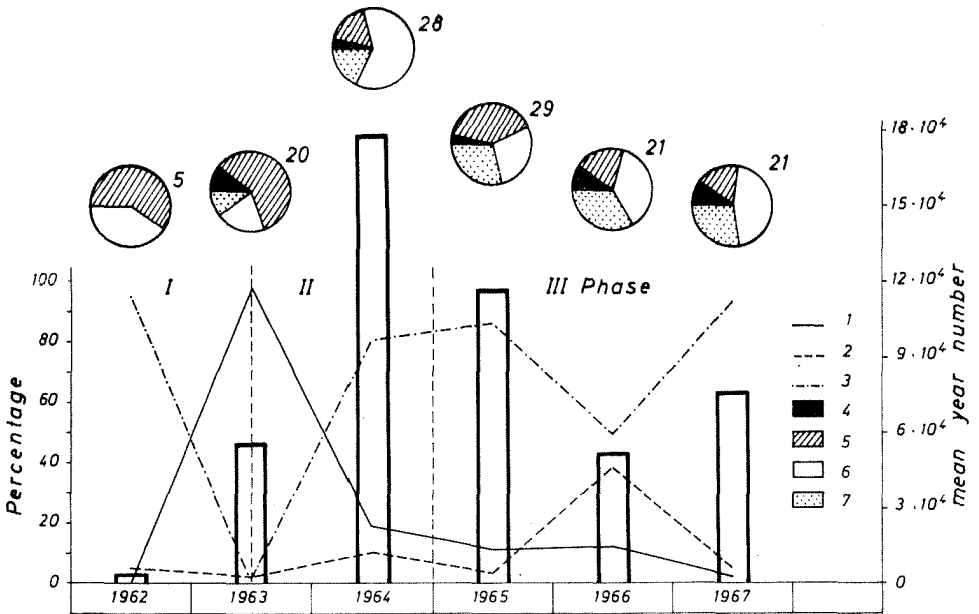
Na osnovu količine nekih jona i njihove fluktuacije tokom godina mogu se izdvojiti dva perioda u formiranju hidrohemijskog režima Batlavskog jezera. Do polovine druge, odnosno početka treće godine svi joni su, osim retkih izuzetaka, zastupljeni u manjim količinama. To se verovatno može dovesti u vezu sa naglim punjenjem jezera prolećnim vodama, koje se inače odlikuju nižim sadržajem elektrolita, u prvom redu Ca, Mg, SO<sub>4</sub>, Cl, Fe, NO<sub>3</sub> i dr. Isto tako, ni biohemijski procesi u samom jezeru, zbog još uvek niske organske produkcije, nisu mogli u to vreme da izazovu veći priliv soli iz mulja u jezersku vodu. Jedino su nešto veći uticaj imali potopljena flora i livadsko zemljište, ali samo na azotna jedinjenja i SiO<sub>2</sub>, koji su upravo u ovom periodu beležili najveće vrednosti. Međutim, počev od treće godine posle izgradnje akumulacionog jezera sadržaj zemnoalkalnih elemenata, sulfata, hlorida i fosfata se postepeno povećava i zadržava na manje-više istom nivou, pri sezonskom variranju, dok se silicijum i nitrati javljaju u znatno manjim količinama, naročito poslednji, kojima je i pored toga jezerska voda daleko bogatija nego reka Batlava.

Uporedo sa formiranjem hidrohemijskog režima otpočeto je i naseljavanje Batlavskog jezera. U tome su presudnu ulogu odigrali reka Batlava i male vode sa slivnog područja, koji su predstavljali osnovni biofond planktonskih i bentičkih vrsta za naseljavanje novoizgrađenog jezera. Proces formiranja jezerskih biocenoza započinjao je sasvim jednostavnim zajednicama od slučajnog skupa vrsta koje su se postepeno menjale i prilagođavale datim uslovima do konačnog formiranja odgovarajućih zajednica. U ovom procesu planktonske i bentička zajednica su prolazili kroz tri stadijuma razvića, koji su se među sobom razlikovali u sastavu i broju prisutnih vrsta, njihovoj ekološkoj pripadnosti i visini produkcije.

Prvi stadijum u razviću fitoplanktona trajao je relativno kratko, od početka izgradnje jezera pa do polovine sledeće godine. On se može označiti kao stadijum depresije, s obzirom da se karakterisao zajednicom vrlo jednostavnog sastava i jako male produkcije. Ovu zajednicu je obrazovalo svega 5 vrsta iz grupe *Diatomeae* i *Flagellata* koje obično žive u malim vodama. Izrazito su bile brojne vrste roda *Synedra* (*S. ulna* i *S. acus*) koje su činile 94% od svih individua. Ukupna brojnost organizama iznosila je u proseku svega 2.242 ind/l, s tim što je pionirska zajednica bila najbrojnija, ali se tokom godine redukovala. To je svakako posledica male reprodukcione moći osnovnog biofonda vrsta fitoplanktona, pošto su one uglavnom poticale iz planinske tekućice koje se u stvari karakterišu siromašnim naseljem jednoćelijskih algi. S druge strane ni niska trofija tek izgrađenog jezera, nastala kao rezultat slabog izlučivanja hranljivih soli, naročito fosfata, iz potopljene rečne doline, nije pružalo povoljne uslove za razviće ionako retke populacije fitoplanktona.

U drugoj polovini 1963. godine nastaje stadijum intenzivnog razvića fitoplanktona, u kome se naglo menja njegov cenotički sastav dostižući najveću raznovrsnost u 1964. godini. Početak ovog perioda karakteriše se dominacijom *Chlorophyceae* blagodareći masovnom razviću vrste *Tetraëdron trigonum* v. *papiliferum*, naročito u letnjem perio-

du, kada je ona učestvovala sa 90% u ukupnoj brojnosti. Izuzev ove, i još samo nekih fakultativno-planktonskih vrsta, fitoplankton je bio uglavnom sastavljen od bentičkih i litoralnih oblika (Sl. 36).



Sl. 36. — Proces formiranja fitoplanktona u Batlavskom jezeru. 1 — *Chlorophyceae*, 2 — *Flagellata*, 3 — *Bacillariaceae*, 4 — bentičke vrste, 5 — epifitne vrste, 6 — Fakultativno-planktonske vrste, 7 — čisto planktonske vrste.

Entwicklung des Phytoplanktons im Batlava-See. 1 — *Chlorophyceae*, 2 — *Flagellata*, 3 — *Bacillariaceae*, 4 — Benthische Arten, 5 — Epiphytische Arten, 6 — Fakultativ-planktonische Arten, 7 — Planktonische Arten.

Kasnije preovlađuju *Diatomeae* (80%) sa vrstama *Cyclotella Kützigiana* i *Cyclotella operculata*, kao i *Synedra acus v. angustissima*. Mada je u ovom periodu zabeležen najveći broj vrsta (28) za produkciju su bile značajne samo neke od njih. Pored već spomenutih silikatnih algi glavni pečat sezonskim aspektima davale su još i vrste rodova *Staurostrum*, *Peridinium* i *Tetraëdron*. Najbrojnije vrste su bile mahom planktonski oblici, dok je broj litoralnih vrsta bio sveden na najmanju meru.

U drugom stadijumu razvika fitoplanktona došlo je i do maksimalne produkcije; zabeležena je 25 puta veća brojnost u odnosu na populaciju pionirske zajednice. To se može dovesti u vezu sa povećanim količinama hranljivih soli, koje se u već formiranim muljevitim sedimentima oslobađaju mineralizacijom alohtonih i autohtonih organskih ostataka i koje zahvaljujući jasno izraženim stagnacionim periodima prelaze iz mulja u vodu stvarajući na taj način povoljne uslove za razviće planktonskih algi.

U četvrtoj godini posle obrazovanja jezera nastaje stadijum stabilizacije, u kome se javlja izvesna postojanost kako u sastavu vrsta tako i u numeričkim vrednostima. Za ovaj stadijum je karakteristično smanjenje ukupnog broja vrsta (na 21), uglavnom na račun fakultativno-planktonskih vrsta, dok se broj čisto planktonskih vrsta, koje u stvari i dostižu najveću brojnost, nešto povećao. Sastav algi je *Diatomeae-Flagellata* karaktera zbog brojne populacije vrste *Asterionella formosa*, *Cyclotella compta* i *Cyclotella planktonica*, kao i *Peridinium cinctum* i *Peridinium cunningtoni*. Sem toga, značajno je takođe učešće i rodova *Staurastrum*, sa vrstama *Staurastrum paradoxum* i *Staurastrum polymorphum*, i *Scenedesmus*, sa jedinom vrstom *Scenedesmus bijugatus*.

Na taj način, u trećem stadijumu razvića osnovni kompleks vrsta fitoplanktona Batlavskog jezera bio je sličan sastavu algi u već formiranim akumulacionim jezerima (Janković, M., 1962—1964; Janković, M., 1973). Međutim, sada je produkcija fitoplanktona opala za 2—3 puta u odnosu na njenu maksimalnu vrednost, verovatno usled nedovoljne količine hranljivih soli koje intenzivnije troši gušća populacija planktonskih algi.

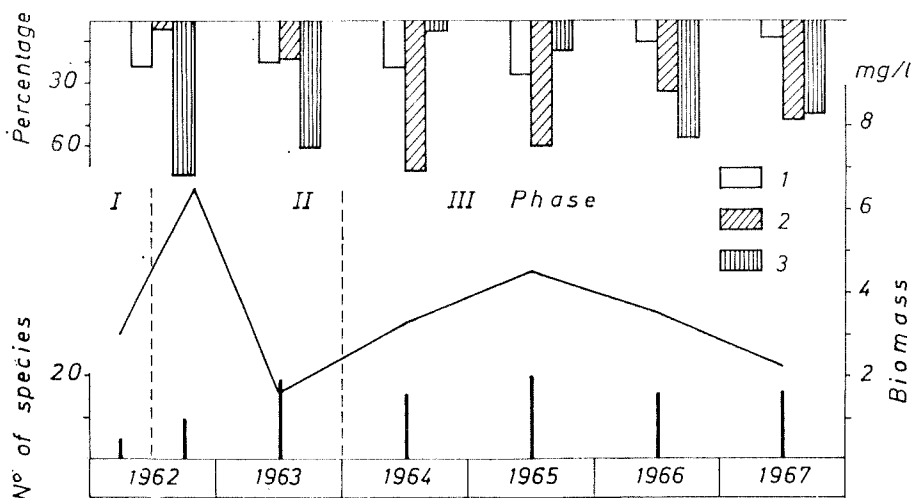
Proces formiranja zooplanktona je tekao nešto brže u poređenju sa fitoplanktonom. Prvi stadijum je trajao svega nekoliko meseci karakterišući se zajednicom vrlo uniformnog sastava. Ovu pionirsku zajednicu, koja je doneta prolećnim vodama sa slivnog područja prilikom punjenja jezera, obrazovalo je svega 5 vrsta sa širokim arealom rasprostranjenja i različitim ekološkom pripadnošću. To su bile bentičke, epifitne, fakultativno i čisto planktonske vrste, koje pretežno naseljavaju male vode. Glavno obeležje ovoj zajednici davali su predstavnici *Copepoda* zahvaljujući velikoj brojnosti *Nauplius*-stadijuma vrste *Cyclops vicinus*, ali je u njenoj biomasi vidno učestvovala i *Filodina sp.*

Već od sredine prve godine nastaje drugi stadijum u razviću zooplanktona, u kome se javlja smena vrsta. U početku ovog perioda došlo je samo do promena u sastavu *Cladocera*, a posebno *Rotatoria* koje su bile predstavljene potpuno novim, uglavnom heleoplanktonskim vrstama. Najbrojnija *Rotatoria* bila je *Filinia longiseta*, ali su i vrste *Brachionus* roda, naročito *Brachionus calicyflorus amphicerus* imale gustu populaciju. Međutim, grupa *Copepoda* je ostala u nepromenjenom sastavu, ali je zahvaljujući povoljnim uslovima ishrane i smanjenoj mutnoći vode naglo povećala brojnost i biomasu. To je uslovalo maksimalnu produkciju zooplanktona koja je konstatovana u toku formiranja Batlavskog jezera (Sl. 37).

Tokom 1963. godine značaj *Copepoda* je nešto opao i pored pojave dveju novih vrsta, *Acanthocyclops vernalis* i *Cyclops strenuus*, pošto su *Cladocera*, zbog pojave krupnije vrste *Daphnia longispina*, upadljivo povećale svoje učešće u biomasi celokupnog zooplanktona. S druge strane i grupa *Rotatoria* je u ovoj godini postigla intenzivnije razviće, naročito u prolećnjem aspektu, pa je i ona uticala na smanjenje dominacije *Copepoda*.

Poslednji stadijum u formiranju zooplanktona Batlavskog jezera počinje od treće godine posle njegove izgradnje. On se može označiti

kao period stabilizacije u kome se javlja samo postojanost u broju i sastavu vrsta, dok je veličina biomase i dalje varijabilna. Zooplankton sada gubi heleoplanktonske oblike i zadobija karakter jezerske zajednice. Najbrojniji su predstavnici *Rotatoria*, pri dominaciji *Filinia longiseta* i *Keratella quadrata*, ali je i pored toga njihovo učešće u ukupnoj biomasi neznatno. Vodeće mesto u biomasi imaju račići s tim što se procentualno učešće *Cladocera* i *Copepoda* menja tokom godina, a usled toga i ukupna biomasa planktonskih organizama.



Sl. 37. — Proces formiranja zooplanktona u Batlavskom jezeru.  
Entwicklung des Zooplanktons im Batlava-See.  
1 — *Rotatoria*, 2 — *Cladocera*, 3 — *Copepoda*.

Bentička zajednica Batlavskog jezera je veoma slična zooplanktonu u pogledu brzine razvića. I kod nje prvi stadijum traje svega nekoliko meseci. U njemu je došlo do izrazitih promena u fauni matične reke. Već posle dva meseca od punjenja jezera reofilna rečna zajednica je potpuno uništena i umesto nje se javlja naselje bentičkih organizama retke populacije, koje uglavnom obrazuju stagno-reofilne forme, ali i neki faunistički elementi stajaćih voda. Inicijalna zajednica je bila najbolje razvijena na najdubljem profilu gde se nalazila raskvašena glinovita podloga i gde se već nataložio tanak sloj mulja na račun suspendovanih čestica donetih sa slivnog područja prilikom punjenja jezera. U ovom naselju dna preovlađivale su *Oligochaeta* sa 75% koje su naseljavale samo nekadašnje rečno korito, a kasnije i potopljenju rečnu dolinu kada se i na njoj obrazovale naslage mulja (Sl. 38).

Muljevita podloga pružala je povoljne uslove za razviće pelofilne vrste *Pelopia punctipennis*, koja zbog zapažene brojnosti postaje subdominantan oblik u fauni dna na najdubljem delu jezera. Međutim, na najplićem profilu, koji je još uvek bio pod uticajem strujanja reke Batlave preovlađivala je, sa učešćem od 60%, reofilna vrsta *Chironomus f. l. thummi f. fluviatilis*, i to u koritu nekadašnje reke, dok je na



si, međutim, preovlađuju račići, s tim što se tokom godina menja procentualno učešće *Cladocera* i *Copepoda*, a s tim i veličina biomase zooplanktona.

Bentička zajednica pokazuje veliku sličnost sa zooplanktonom u pogledu brzine razvića. I kod nje prvi stadijum traje svega nekoliko meseci. On je obeležen zajednicom retke populacije i monotonog sastava, ali već sa nekim faunističkim elementima stajacih voda. Izrazito dominira grupa *Oligochaeta*, predstavljene jedino vrstom *Tubifex sp.* Ona se javlja samo u nekadašnjem rečnom koritu, dok se larve *Chironomidae*, kao heterotopni organizmi sreću svuda, pri najgušćoj populaciji reofilne forme *Chironomus f. l. thummi f. fluviatilis*.

Pred kraj prve godine otpočinje drugi stadijum u formiranju bentosa, koji se karakteriše preformacijom inicijalne faune. U njemu je cenotički sastav bentofaune najraznovrsniji i čine ga uglavnom pelofilne vrste. Dominacija pripada grupi *Chironomidae*, odnosno *Chironomus f. l. plumosus*, ali na kraju ovog perioda grupa *Oligochaeta*, koja osvaja čitavo jezersko dno, preuzima vodeću ulogu u gustini populacije bentosa.

Već u trećoj godini od obrazovanja jezera fauna dna je predstavljena stabilnim zajednicama. U ovom periodu dolazi do redukcije vrsta i visine produkcije. Osnovni kompleks vrsta čine limnofilne forme, od kojih su češće i brojnije one koje su indikatori visoko produktivnih voda. Sada grupa *Oligochaeta* preovlađuje i u biomasi bentosa usled intenzivnog razvića *Limnodrilus hoffmeisteri*. S druge strane, u grupi *Chironomidae* rod *Procladius* postepeno preuzima vodeće mesto u abundanciji hironomidne faune, dok *Chironomus f. l. plumosus* zadržava dominaciju samo još u njenoj biomasi.

## LITERATURA

- Gersbacher, W. M. (1937): Development of stream communities in Illinois. — *Ecology*, 18, 3: 259—390.
- Janković, M. (1962—1964): Proučavanje fitoplanktona Grošničke akumulacije. — *Bull. jard. et intit. botan. Univ. Beograd*, II, 1—4: 141—174.
- Janković, M. (1966): Prilog proučavanju hironomidne faune Srbije. III. Batlavska akumulacija. — *Glas. Prirod. muzeja, Ser. B, knj. 21*: 177—185.
- Janković, M. (1966): Proučavanje naselja dna baražnog jezera kod Grošnice. — *Arh. biol. nauka*, 18, 3—4: 313—324.
- Janković, M. (1966): Dinamika brojnosti zooplanktona baražnog jezera kod Grošnice. — *Ekologija*, 1, 1—2: 77—107.
- Janković, M. (1967): Horizontalni i vertikalni raspored faune dna u Grošničkoj akumulaciji. — *Arh. biol. nauka*, 19, 1—2: 53—66.
- Janković, M. (1967): Limnološke karakteristike reke Batlave pre podizanja brane. — *Ekologija*, 2, 1—2: 33—49.
- Janković, M. (1968): Hemijski sastav Batlavskog jezera u prvoj godini po formiranju. — *Ekologija*, 3, 1—2: 59—76.
- Janković, M. (1971): Promene u fizičko-hemijskim i biološkim karakteristikama prirodnih voda posle podizanja brane. — *Arh. biol. nauka*, 23, 1—2: 55—63.

kraj godine one postaju dominantna životinjska grupa na čitavoj površini jezerskoga dna (Белявская и Константинов, 1957, Луферов, 1961).

Ovaj momenat predstavlja početak trećeg stadijuma koji je označen kao stadijum stabilnih zajednica bentičkih organizama. U njemu vodeću ulogu imaju predstavnici *Oligochaeta*, pre svega *Limnodrilus hoffmeisteri*, sa učešćem od 67—78%. I grupa *Chironomidae* sada dobija konačnu fizionomiju. Od 13 vrsta koje su obrazovale naselje dna u prvom stadijumu razvića njegovih biocenoza, sada muljevite sedimente naseljavaju samo 8 vrsta, i to isključivo jezerske forme sa širokim arealom rasprostranjenja, koje se inače javljaju kao redovni članovi bentosa drugih naših akumulacionih jezera (Janković, 1966, 1967, 1972). U faune *Chironomidae* istaknuto mesto ima *Chironomus f. l. plumosus* učestvujući sa 50%, ali njegova brojnost tokom godina postepeno opada a istovremeno se povećava gustina populacije roda *Procladius*, tako da u 1967. godini on postaje dominantna hironomida u fauni dna Batlavskog jezera.

Sudeći prema višegodišnjim ispitivanjima Batlavskog jezera proces formiranja ove planinske akumulacije trajao je 2—3 godine, pri čemu su životinjski organizmi brže obrazovali stabilne zajednice od biljnih. Slično se dešava i u akumulacijama izgrađenim na ravničarskim rekama, ali u njima taj proces traje nešto duže nego u Batlavskom jezeru. Ova dva tipa baražnih jezera razlikuju se takođe i po načinu formiranja i ispoljavanja pojedinih stadijuma u razviću njihovih biocenoza.

Kao primer ravničarskih akumulacija mogu poslužiti baražna jezera Sovjetskog Saveza, u kojima su, zahvaljujući mnogobrojnim ispitivanjima, utvrđene osnovne zakonitosti formiranja njihovog naselja. Prema Morduhaj-Boltovskom i Dzubanu proces formiranja faune u akumulacijama većih ravničarskih reka prolazi kroz tri stadijuma (Morduhaj-Boltovski i Dzuban, 1966).

U prvom stadijumu dolazi do rušenja zatečenih reofilnih, fitofilnih i drugih zajednica rečnog korita i plavnog terena i do naseljavanja potopljene rečne doline i vodene mase ekološki raznovrsnim naseljem.

Drugi stadijum karakteriše obrazovanje privremenih zajednica, pri čemu su među bentičkim organizmima masovno zastupljene larve *Chironomidae*, naročito rod *Chironomus*, koje već u prvoj godini naseljavaju čitavo dno akumulacije. Kod zooplanktona je u istom periodu zabeležena masovna pojava račića i rotatorija.

Treći stadijum u formiranju bentosa počinje kada homotopna fauna (*Oligochaeta* i *Mollusca*) osvoji sve delove potopljene doline, što se uglavnom javlja u toku 3—4 godine posle izgradnje jezera, i odlikuje se naglim padom biomase. Osnovna karakteristika trećeg stadijuma u razviću zooplanktona je smanjena raznovrsnost cenotičkog sastava, pošto iščezavaju fitofilne, acidofilne i druge ekološke grupe. U njemu se formira monotoni limnofilni sastav zooplanktona, pri dominaciji račića i visokoj ukupnoj biomasi. Obrazovanje zooplanktona traje nešto kraće i završava se posle 2—3 godine.

Istu brzinu razvića zooplanktona konstatovala je i Luférova u Gorkovskoj akumulaciji, ali je ona izdvojila dva stadijuma u njegovom

formiranju (L u f e r o v a, 1963). Glavna odlika prvog stadijuma je velika ekološka raznovrsnost sastava i povećanje biomase izazvano masovnim razvićem *Rotatoria*. U drugom stadijumu dolazi do stabilizacije cenotičkog sastava i dominacije račića u biomasi.

Prema tome, u ispitanim ravničarskim akumulacijama zooplankton se brže razvija od faune dna, što se objašnjava uniformnošću vodene mase kao životne sredine. Međutim, u tome je takođe značajna i veličina potopljene rečne doline koju treba da nasele homotopni bentički organizmi. Ona je daleko manja u planinskim akumulacijama, što je svakako jedan od razloga da je u njima dužina razvića zooplanktona i bentosa ista, o čemu svedoče nalazi iz Batlavske akumulacije.

U pogledu formiranja fitoplanktona ravničarskih akumulacija postoje različiti podaci. Na osnovu ispitivanja prolećnjeg aspekta algi u Ivankovskoj akumulaciji utvrđen je visok stepen stabilizacije fitoplanktona i praktično ista prosečna biomasa u dvanaestoj godini od postojanja jezera (L a v r e n t j e v a, 1973). Međutim, u Gorkovskoj akumulaciji isti autor nalazi da cenotički sastav fitoplanktona i stepen njegovog razvića trpi suštinske promene još i posle 13 godina. To pokazuje da stabilizacija fitoplanktona još nije završena i da se prvobitna tendencija u formiranju jasno različitih zajednica u rečnom i jezerskom delu akumulacije i dalje nastavlja. Autor je mišljenja da će se tek posle 15—20 godina od izgradnje jezera javiti stabilan sastav fitoplanktona.

Bez obzira na različitu brzinu razvića fitoplanktona u ruskim akumulacijama jasno je da proces formiranja biljne planktonske komponente u baražnim jezerima ravničarskih reka traje mnogo duže nego u Batlavskom jezeru i da već u početnom periodu razvića dolazi do vrlo visoke produkcije u vidu vodenog cveta od modrozelenih algi.

## ZAKLJUČAK

Limnološka proučavanja reke Batlave pre podizanja brane i Batlavskog jezera u toku prvih 6 godina od postanka pokazuju jedan od mogućih načina formiranja baražnog jezera planinskog tipa. Ovo veštački stvoreno jezero nastalo je rušenjem rečnog ekosistema i postepenim formiranjem novog, stajaćeg vodenog bazena prolazeći pri tome kroz više stadijuma razvića.

Kao jezerski ekosistem bez ikakvog proticanja vode Batlavska akumulacija se odlikuje dvema stagnacionim periodima koji su odvojeni prolećnjom i jesenjom cirkulacijom. Počev od aprila pa do sredine novembra jezerska voda je termički i hemijski stratifikovana. Dubinski raspored temperature i kiseonika predstavljen je klinogradnom krivom, dok je ugljen dioksid raspoređen u obrnutom smislu od kiseonika, sa prisustvom karbonatnih jona u površinskim slojevima vode. Zapaža se i jasna stratifikacija biogenih soli, nitrata i fosfata, kao i gvožđa i mangana, pri povećanim vrednostima u dubinskim jezerskim slojevima.

U odnosu na svoje pritoke Batlavsko jezero se karakteriše velikom količinom organskih materija i niskim sadržajem elektrolita, među kojima dominiraju joni  $\text{HCO}_3$  i Ca. Jezero je takođe bogatije azotnim jedi-

Das erste Entwicklungsstadium des Phytoplanktons kann als Depressionsstadium bezeichnet werden. Es dauert vom Beginn des Seeausbaues bis zur Hälfte des folgenden Jahres. Es wird durch eine Gemeinschaft sehr einfacher Zusammensetzung und sehr kleiner Produktion charakterisiert. Diese Gemeinschaft wird von an kleine Gewässer gebundene Arten, unter denen silikatische Algen dominieren, gebildet.

Darnach entsteht ein Stadium intensiver Entwicklung, in dem sich die Algen massenhaft entwickeln und die Produktion maximal ansteigt, wobei die grünen Algen und später die *Diatomeae* überwiegen. In dieser Periode verändert sich auffallend die zönotische Zusammensetzung des Phytoplanktons und erreicht am Ende ihre grösste Vielartigkeit. Der Anfang dieser Periode wird in der Hauptsache durch litorale und benthonische Formen, die darnach fakultativplanktonische und rein planktonische Arten verdrängen, charakterisiert.

Im vierten Jahr beginnt das Stadium der Stabilisation, in dem eine gewisse Beständigkeit, sowohl in der Zusammensetzung der Arten, als auch in ihren numerischen Werten, zum Ausdruck gelangt. Dieses Stadium wird durch Verminderung der gesamten Artzahl, als auch der Produktion des Phytoplanktons, charakterisiert. Gegenwärtig sind gleichermaßen fakultativ-planktonische und rein planktonische Arten beteiligt, die planktonischen Formen sind jedoch in weit ausgiebiger Abundanz, insbesondere auch die *Diatomeae*-Gruppe, anwesend.

Der Formierungsprozess des Zooplanktons verläuft etwas schneller als der Prozess der Formierung des Phytoplanktons. Zu Beginn zeichnet sich auch das Zooplankton durch eine Gemeinschaft von sehr einfacher Zusammensetzung und dünner Population aus, aber mit relativ grosser Biomasse wegen ausgesprochener Domination der Art *Copepoda*.

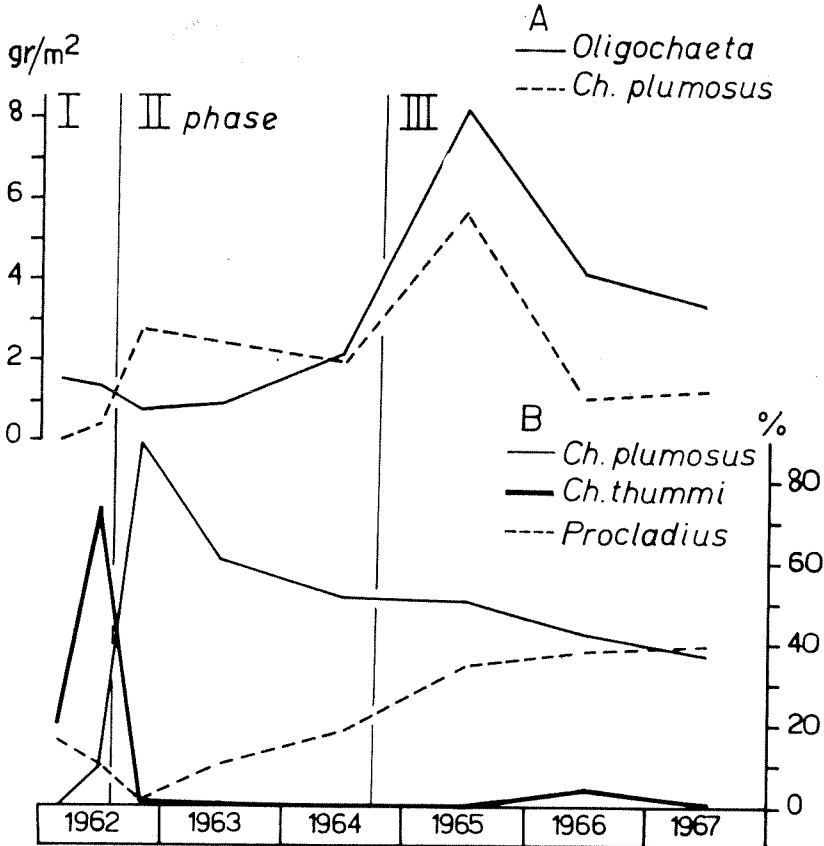
Schon zur Hälfte des ersten Jahres wird diese alle Vorzüge des Potamoplanktons besitzende Pionniergeinschaft, durch eine Gemeinschaft von Organismen etwas verschiedenartigerer Zusammensetzung, aber chelloplanktonischen Typs, abgelöst. Dies stellt das zweite Stadium in der Entwicklung des Zooplanktons des Batlawa-Sees dar, wobei sich dieses zu Beginn durch eine hohe Produktion, insbesondere dank der *Copepoda*-Gruppe der Biomasse auszeichnet, während später in etwas verringerter Biomasse die Art *Cladocera* überwiegt.

Im dritten Jahr nach dem Ausbau des Sees entsteht das Stadium der Stabilisation, in der nur die Beständigkeit der Zusammensetzung und der Artenzahl zum Ausdruck kommt, während die Biomassengrösse auch weiterhin von den jährlichen Fluktuationen abhängig ist. Diese Gemeinschaft wird, bei zahlenmässiger Domination der Art *Rotatoria*, von limnophilen Arten aufgebaut. In der Biomasse, jedoch, überwiegen kleine Krebse, wobei sich im Laufe des Jahres die prozentuale Beteiligung der *Cladocera* und *Copepoda* ändert und damit auch die Biomassengrösse des Zooplanktons.

Die benthonische Gemeinschaft zeigt in ihrem Aufbau eine grosse Ähnlichkeit mit dem Zooplankton hinsichtlich ihrer Geschwindigkeitsentwicklung. Auch bei ihr dauert das erste Stadium nur insgesamt

potopljenoj rečnoj dolini zabeležena prva pojava stagnofilne vrste *Chironomus f. l. plumosus*.

Pred kraj prve godine, usled odsustva svakog strujanja vode i obrazovanja debljih naslaga mulja na čitavom jezerskom dnu, dolazi do preformacije inicijalne faune. To je početak drugog stadijuma u razviću faune dna, u kome iščezavaju mnoge vrste, uglavnom stagno-reofilne vrste *Chironomidae*. U ovom periodu predstavnici *Oligochaeta* gu-



Sl. 38. Proces formiranja faune dna u Batlavskom jezeru.  
Entwicklung der Bodenfauna im Batlava-See.

be dominaciju u fauni dna, a vodeću ulogu preuzima *Chironomus f. l. plumosus*. Zahvaljujući velikim rezervama u hrani u vidu organskog detritusa i bakterija, ova pelofilna vrsta postiže intenzivno razviće, naročito u plićim jezerskim regionima, gde su i respiratorni uslovi povoljniji (Бородич, 1956, Марголина, 1961, Родина, 1949). Međutim, pred kraj 1963. godine, verovatno usled smanjenih rezervi u alohtonom detritusu i intenzivnije ishrane roda *Procladius* sitnim larvama *Chironomus f. l. plumosus*, brojnost ove vrste postepeno opada, a istovremeno raste učešće *Oligochaeta* u brojnosti faune dna tako da pred

- Janković, M. (1972): Die Entwicklung der Bodenfauna in den Gebirgsstaubecken. — Verh. Intern. Verein. Limnologie, 18: 813—817.
- Janković, M. (1973): Proces naseljavanja i formiranja biocenoza fitoplanktona u Batlavskoj akumulaciji. — Ekologija, 8, 1: 33—44.
- Janković, M. (1977): Entwicklung des Zooplanktons im Batlava-See, einem Staubecken vom Gebirgstypus. — Verh. Intern. Verein. Limnologi (u štampi).
- Milovanović, D. (1971): Some aspects of the annual development cycle of phytoplankton in the Brestovačka reka reservoir. — Arh. biol. nauka, 23, 1—2: 39—54.
- Milovanović, D. (1973): Fitoplankton Vlasinskog jezera u periodu 1949—1964. — Arh. biol. nauka, 25, 3—4: 177—195.
- Milovanović, D. i Živković, A. (1956): Limnološka ispitivanja baražnog jezera na Vlasini. — Zborn. radova Inst. za ekol. i biogeogr. 7, 5: 1—47.
- Milovanović, D. Živković, A. (1958): Novi prilog proučavanju planktonske produkcije u baražnom jezeru na Vlasini. — Zborn. radova Inst. za ekol. i biogeogr., 2, 7: 1—12.
- Mortimer, H. (1941/1942): The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes — J. ecol., 30: 280—329; 147—201.
- Nursall, A. J. (1952): The early development of a bottom fauna in a new power reservoir in the rocky mountains of Alberta. — Can. Journ. of Zool., 30, 6: 387—409.
- Ohle, W. (1934): Chemische und physikalische Untersuchungen nirddeutscher Seen. — Arch. Hydrobiol. 26: 386—464, 584—658.
- Ohle, W. (1953): Sulphat als Katalysator der limnischen Stoffkreisläufen. — Vom Wasser, 21: 13—32.
- Žadin, V. J. (1961): Die Wirkung von Stauanlagen auf natürliche Gewässer. — Verh. Intern. Verein. Limnologie, 14: 792—805.
- Баранов, В. И. (1954): Гидрохимический режим Цимлянского водохранилища 1952—1953. — Изв. ВНИОРХ, 34.
- Баранов, В. И. (1961): Термический и гидрохимический режим Горьковского водохранилища. — Тр. инст. биол. водохранилищ, 4 (7): 294—321.
- Белявская, Л. И. и Константинов, А. И. (1957): Питание личинок *Procladius choreus* и ущерб наносимый ими кормовой базе рыб. — Вопр. ихтиол., 193—203.
- Бородич, Н. Д. (1956): О питании личинок *Chironomus f. l. plumosus* и о зимовке их в грунтах спущенных рыбоводных прудов. — Тр. всесою. гидробиол. общес., 7: 123—148.
- Дзюбан, А. Н. (1959): О формировании зоопланктона водохранилищ. — Тр. Совещ. по пробл. биол. внутрен. вод.
- Лаврентьева, Г. М. (1973): Оценка степени стабилизации фитопланктона в водохранилищах Волжского каскада (на примере Ивановского и Горьковского). — Изв. Гос. НИОРХ, 84: 184—188.
- Луферов, Т. В. (1961): О питании личинок *Pelopiinae (Diptera, Tendipedida)*. — Тр. инст. биол. водохранилищ, 4 (7): 232—246.
- Луферова, А. Л. (1963): Формирование зоопланктона Горьковского водохранилища. — Тр. инст. биол. внутренних вод, 6, 9: 130—143.
- Марголина, Л. Г. (1961): К вопросу о питании *Tendipes plumosus* в Рыбинском водохранилище. — Тр. инст. биол. водохранилищ, 4 (7): 246—251.
- Мордұхай-Болтовской, Д. Ф. (1961): Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. — Тр. инст. биол. водохр., 4 (7): 49—178.
- Примаиченко, А. Д. (1967): Закономерности формирования и развития фитопланктон днепровских водохранилищах. — Гидробиол. режим Днепра в усл. зарег. стока.
- Родина, А. Г. (1949): Роль бактерий о питании личинок тендипедид. — ДАН СССР, 67, 6:

## Zusammenfassung

MIRJANA JANKOVIC

### ENTSTEHUNG EINES NEUEN LIMNISCHEN ÖKOSYSTEMS INFOLGE DER STAUSEEFORMIERUNG AM BATLAWA-FLUSS

Die limnologischen Forschungen am Batlawa-Fluss vor Errichtung der Talsperre, und am Batlawa-Stausee im Verlauf der ersten 6 Jahre seit seiner Formierung, zeigen eine der Möglichkeiten der Bildung eines Stausees vom Gebirgstyp. Dieser künstlich geschaffene See entstand durch Zerstörung eines bestehenden Fluss-Ökosystems und allmählicher Ausgestaltung eines neuen stehenden Wasserbassins, das hierbei mehrere Entwicklungsstadien durchlief.

Als See-Ökosystem, ohne irgendwelchen Wasserdurchfluss, zeichnet sich das Batlawa-Staubecken durch zwei Stagnationsperioden aus, die durch je eine Frühlings- und Herbstzirkulation getrennt sind. Mit dem Monat April beginnend und bis zur Mitte November ist das Seewasser thermisch und chemisch stratifiziert. Die Tiefenverteilung der Temperatur und des Sauerstoffs ist mit einer positiven klinographischen Kurve dargestellt, während das Kohlendioxyd im umgekehrten Sinne zum Sauerstoff — bei Anwesenheit von Karbonat-Ionen in den oberflächlichen Gewässerschichten — verteilt ist. Es wird auch eine klare Stratifikation biogener Salze, Nitrate und Phosphate, sowie Eisen und Mangan, bei gesteigerten Werten und Seetiefenschichten, wahrgenommen.

In bezug auf seine Zuflüsse wird der Batlawa-See durch eine grosse Menge organischer Stoffe und eine niedrige Menge des Inhalts von Elektrolyten, unter denen die Ionen  $\text{HCO}_3$  und  $\text{Ca}$  dominieren, charakterisiert. Der See ist ebenfalls ausgiebiger mit Stickstoffverbindungen versehen während sich die Phosphate in bedeutend kleineren Mengen als im Mutterfluss bemerkbar machen.

Im Formierungsprozess des hydrochemischen Verhaltens des Batlawa-Staubeckens, das unter dem Einfluss von Oberflächenwässern und Grundwasser sowie der versunkenen Flora und ebensolcher Wiesenböden stand, können zwei Perioden unterschieden werden.

In den ersten Jahren nach dem Ausbau des Sees war der Inhaltsanteil von Ionen niedriger, mit Ausnahme von  $\text{NO}_3$  und  $\text{SiO}_2$ , die im Gegensatz hierzu grosse Werte vermerken konnten. Vom Beginn des dritten Jahres, jedoch, erscheint ein jäher Fall in der Menge dieser Nährsalze, insbesondere der Nitrate. Andererseits vergrössern Phosphatsalze, sowie Grundwasser-elemente, wie zum Beispiel erdalkalische Salze, Sulphate und Chloride, ihre Werte und erhalten diese — in der Hauptsache, mehr oder weniger — auf demselben Niveau aufrecht.

Die planktonische und benthonische Gemeinschaft des Batlawa-Sees erlebte gelegentlich der Formierung drei Entwicklungsstadien, die sich untereinander sowohl in der Zusammensetzung und Zahl anwesender Arten, als auch hinsichtlich ihrer ökologischen Zugehörigkeit und Produktionshöhe unterscheiden.

njenjima, dok se fosfati javljaju u daleko manjim količinama nego u matičnoj reci.

U procesu formiranja hidrohemijskog režima Batlavske akumulacije, na koji su uticali površinske i podzemne vode, kao i potopljena flora i livadsko zemljište, mogu se razlikovati dva perioda. U prvim godinama posle izgradnje jezera sadržaj mnogih jona, je niži, izuzev  $\text{NO}_3$  i  $\text{SiO}_2$  koji su naprotiv beležili velike vrednosti. Međutim, počev od treće godine javlja se nagli pad u količini ovih dveju hranljivih soli, posebno nitrata. S druge strane, soli fosfata i elementi podzemnih voda, kao na primer zemnoalkalne soli, sulfati i hloridi povećavaju svoje vrednosti i održavaju ih manje-više na istom nivou.

Planktonske i bentička zajednica Batlavskog jezera su prilikom formiranja prolazili kroz 3 stadijuma razvića, koji su se među sobom razlikovali u sastavu i broju prisutnih vrsta, njihovoj ekološkoj pripadnosti i visini produkcije.

Prvi stadijum u razviću fitoplanktona može se označiti kao stadijum depresije. On traje od početka izgradnje jezera do polovine sledeće godine. Karakteriše se zajednicom vrlo jednostavnog sastava i jako male produkcije. Nju izgrađuju vrste vezane za male vode, među kojima dominiraju silikatne alge.

Zatim nastaje stadijum intenzivnog razvića, u kome dolazi do masovnog razvića algi i maksimalne produkcije, pri čemu prvo preovlađuju zelene alge, a kasnije *Diatomeae*. U ovom periodu se upadljivo menja cenotički sastav fitoplanktona, dostižući na kraju najveću raznovrsnost. Početak ovog perioda karakterišu uglavnom litoralne i bentičke forme, koje zatim potiskuju fakultativno-planktonske i čisto planktonske vrste.

U četvrtoj godini počinje stadijum stabilizacije, u kome se javlja izvesna postojanost kako u sastavu vrsta tako i u numeričkim vrednostima. On se karakteriše smanjenjem ukupnog broja vrsta i produkcije fitoplanktona. Sada podjednako učestvuju fakultativno-planktonske i čisto planktonske vrste, ali su planktonske forme daleko abudantnije, naročito iz grupe *Diatomeae*.

Proces formiranja zooplanktona teče nešto brže od formiranja fitoplanktona. U početku se i zooplankton odlikuje zajednicom vrlo jednostavnog sastava i retke populacije, ali relativno velike biomase zbog izrazite dominacije *Copepoda*.

Već polovinom prve godine ovu pionirsku zajednicu koja ima sve odlike potamoplanktona, zamenjuje zajednica organizama nešto raznovrsnijeg sastava, ali heleoplanktonskog tipa. To predstavlja drugi stadijum u razviću zooplanktona Batlavskog jezera, koji se na početku odlikuje visokom produkcijom, naročito biomasom, zahvaljujući grupi *Copepoda*, dok kasnije u nešto smanjenoj biomasu preovlađuju *Cladocera*.

U trećoj godini posle izgradnje jezera nastaje stadijum stabilizacije, u kome se javlja samo postojanost u sastavu i broju vrsta, dok veličina biomase i dalje podleže godišnjim fluktuacijama. Ovu zajednicu izgrađuju limnofilne vrste, pri brojnoj dominaciji *Rotatoria*. U bioma-



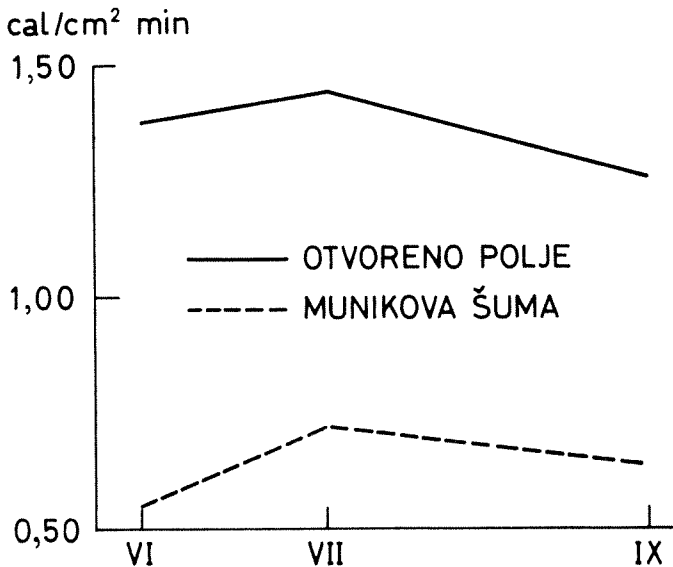
9. Najzad, u toku čitavog rada stanica beležene su opšte vremenske prilike, u momentima očitavanja, između ostalog stepen oblačnosti, padavine, vidljivost sunca, itd.

I ovom prilikom merenje temperature površine zemljišta i njegovih različitih dubina, u šumi i van nje, vršeno je u dve varijante, uporedno, i to na površinama na kojima je zadržan prirodni biljni pokrivač i na površinama sa kojih je biljni pokrivač zajedno sa steljom uklonjen, te je moglo da se prati kako ovi pokrivači utiču na termički režim zemljišta i u kojoj ga meri modifikuju u odnosu na ogoljenu površinu.

Uporednim ispitivanjima mikroklimatskih uslova u munikovoj šumi i na otvorenom poiju, izvan šume, na Ošljaku, došlo se do 20.000 brojčanih podataka. Mi ćemo se zadržati samo na minimalnim i maksimalnim vrednostima nekih osnovnih pokazatelja, koji karakterišu mikro-odnosno mezoklimu munikovih šuma na Ošljaku.

### REZULTATI ISPITIVANJA

Režim sunčevog zračenja. — U ispitivanom periodu intenzitet sunčevog zračenja dostiže vrlo visoke vrednosti, tako da na otvorenom polju do površine dolazi energija od najviše  $1,38 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$  u junu,  $1,44 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$  u julu i  $1,25 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$  u septembru. Prema tome, zračenje na otvoreno polju dostiže vrednost od 69% u



Sl. 1. — Maksimalne vrednosti intenziteta sunčevog zračenja na otvorenom polju i u munikovoj šumi na Ošljaku u 1970. godini.

Maximal values of Solar radiation intensity at open field and in munika-pine forest, at Ošljak in 1970.



MILORAD M. JANKOVIĆ i RADOJE BOGOJEVIĆ

## NEKE KARAKTERISTIKE MIKROKLIME U MUNIKOVIM ŠUMAMA (PINETUM HELDREICHII-SESLERIETUM AUTUMNALIS M. JANK. ET R. BOG.) NA OŠLJAKU, ŠARPLANINA

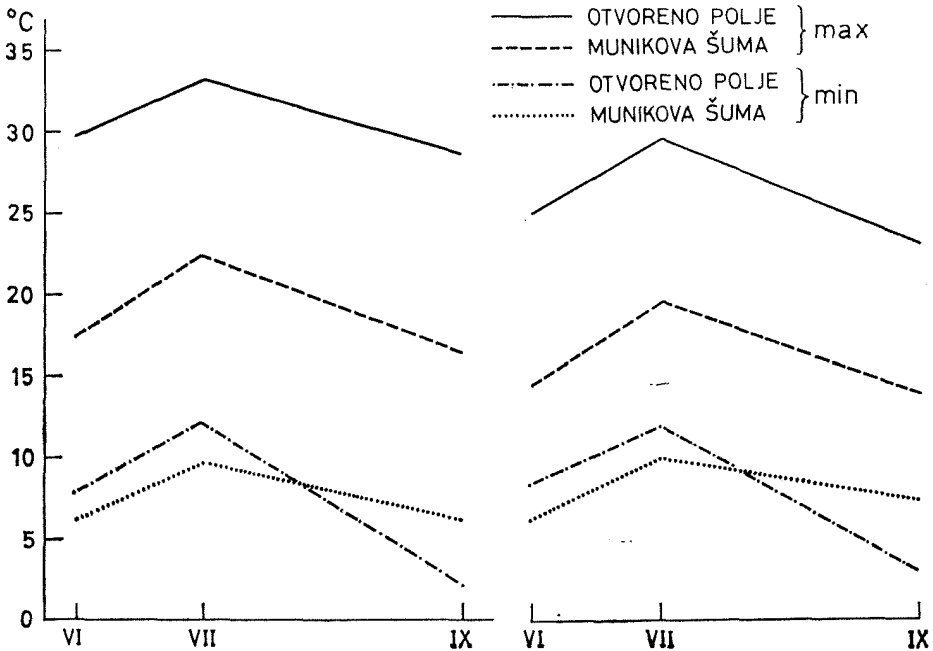
### UVOD

U 1970. godini vršena su uporedna mikroklimatska merenja u munikovoj šumi (*Pinetum heldreichii-Seslerietum autumnalis* M. Jank, et R. Bog.) i na otvorenom polju, izvan šume, na Ošljku, Šarplanina, na visini od 1.700 m, na južnoj krečnjačkoj padini nagiba 30°. Mikroklimate merenja na otvorenom polju, izvan šume, daju nam predstavu o opštim uslovima mezoklime pod kojima se nalazi munikova šuma kao celina, odnosno, sama munika u spratu drveća (krune), a merenja u šumi pokazala su uslove pod kojima žive zeljaste i žbunaste vrste ove sastojine, kao i mladice same munike.

Proučavana sastojina munikove šume odlikuje se dosta gustim sklopom munikovih stabala (80%), čija je visina do 20 m a prosečna debljina 40 cm u prvom spratu i sklopom munikovih stabala od 60% u drugom spratu, čija je visina 10 m a prosečna debljina 20 cm. U spratu drveća *Pinus heldreichii* je ne samo edifikator već i jedina vrsta drveća, predstavljena visokim stepenom brojnosti i socijalnosti (4.4 u I spratu i 3.3 u II spratu). Sprat žbunova, koji je visok do 3 m i sklopljen oko 40%, izgrađen je od *Pinus heldreichii* (2.2) i *Juniperus intermedia* (1.1). Sprat prizemnih biljaka je jako bujan (pokrovnost 90%) i floristički dosta bogat: *Sesleria autumnalis* (3.3), *Brachypodium silvaticum* (2.2), *Carex humilis* (2.2), *Thymus balanus* (2.2), *Fragaria vesca* (2.2), *Bromus panonicus* (1.2), *Festuca heterophylla* (1.1), *Dactylis glomerata* (1.1), *Euphorbia amygdaloides* (1.1), *Viola silvestris* (1.1), *Scabiosa dubia* (1.1), *Aremonia agrimonioides*, (1.1), *Calamintha alpina* (1.1), *Teucrium chamaedrys* (1.1), *Luzula luzulina* (1.1), *Poa alpina* (1.1), *Trifolium repens* (1.1), *Mycelis muralis* (1.1), *Hieracium pilosella* (+2), *Pinus heldreichii* (+1), *Juniperus intermedia* (+1), *Senecio rupestris* (+1), *Ranunculus montanus* (+1), *Primula columne* (+1), *Trifolium pratense* (+1), *Veronica chamaedrys* (+1), *Helianthemum canum* (+1), *Calamintha clinopodium* (+1), *Silene in-*

pazon  $1,4^{\circ}\text{C}$ ), a na površini sa vegetacijom i steljom se zagreva na dubini od 2 cm do 8,2 i do 14,4 (dijapazon 6,2), na dubini od 10 cm do 8,6 i do 10,8 (dijapazon 2,2) i na dubini od 50 cm do 6,2 i do 7,6 (dijapazon  $1,4^{\circ}\text{C}$ ) (Sl. 3).

Jula se na otvorenom polju zemljište bez vegetacije zagreva na dubini od 2 cm minimalno do 12,0 a maksimalno do 33,2 (dijapazon 21,2), na dubini od 10 cm do 14,6 i do 25,2 (dijapazon 10,6) i na dubini od 50 cm do 14,6 i do 15,4 (dijapazon  $0,8^{\circ}\text{C}$ ), a zemljište sa vegetacijom se zagreva na dubini od 2 cm do 12,0 i do 29,6 (dijapazon 17,6), na dubini od 10 cm do 15,0 i do 21,8 (dijapazon 6,8) i na dubini od 50 cm do 14,0 i do 15,4 (dijapazon  $1,4^{\circ}\text{C}$ ) (Sl. 3).



Sl. 3. — Maksimalne i minimalne temperature zemljišta bez (levo) i sa vegetacijom odnosno steljom od 2 do 50 cm dubine (desno) na otvorenom polju i u munikovoj šumi na Ošljaku u 1970. godini.

Maximal and minimal temperatures of soil without (left) and with vegetation or litter, at the depth of 2 cm to 50 cm (right), at open field and in munika-pine forest, at Ošljak in 1970.

U munikovoj šumi zagrevanje zemljišta i u julu je znatno manje, i na površini bez vegetacije i stelje zagreva se na dubini od 2 cm minimalno do 9,6 maksimalno do 22,4 (dijapazon 12,8), na dubini od 10 cm do 10,0 i do 16,0 (dijapazon 6,0), i na dubini od 50 cm do 10,0 i do 11,4 (dijapazon  $1,4^{\circ}\text{C}$ ), a na površini sa vegetacijom i steljom se zagreva na dubini od 2 cm do 10,0 i do 19,6 (dijapazon 9,6), na dubini od 10 cm do 10,6 i do 14,2 (dijapazon 3,6), i na dubini od 50 cm do 10,2 i do 11,4 (dijapazon  $1,2^{\circ}\text{C}$ ) (Sl. 3).

einige Monate. Dieses Stadium ist durch eine Gemeinschaft von dünner Population und monotoner Zusammensetzung gekennzeichnet, besitzt jedoch einige faunistische Elemente stehender Gewässer. Ausgesprochen dominiert die Gruppe *Oligochaeta*, die einzig durch die Art *Tubifex* sp. vertreten ist. Diese Art erscheint nur im ehemaligen Flussbett, während man den Larven *Chironomidae* — als heterogenen Organismen — überall und bei dichtester Population rheophiler Form *Chironomus f. l. thummi f. fluviatilis* begegnet.

Vor dem Ende des zweiten Jahres beginnt das zweite Stadium in der Formierung des Benthos, das durch Umformung der initialen Fauna charakterisiert wird. In ihm ist die zönotische Zusammensetzung der Benthos-Fauna, die hauptsächlich aus pelophilen Arten gebildet wird, am verschiedenartigsten. Die Domination gehört der Gruppe Ch. beziehungsweise der Gruppe *Chironomidae*, bzw. *Ch. f. l. plumosus* an, aber am Ende dieser Periode übernimmt die den gesamten Seegrund einnehmende Gruppe *Oligochaeta* die führende Rolle in der Populationsdichte des Benthos.

Bereits gegen Ende des dritten Jahres seit der Bildung des Sees ist die Grundfauna mit stabilen Gemeinschaften repräsentiert. In dieser Periode gelangt es zur Reduktion der Arten und der Produktionshöhe. Den grundlegenden Artenkomplex bilden limnophile Formen, von denen jene häufiger und zahlreicher sind, die als Indikatoren hochproduktiver Gewässer auftreten. Gegenwärtig, infolge intensiver Entwicklung der Art *Limnodrilus hoffmeisteri*, überwiegt die Gruppe der *Oligochaeta* in der Biomasse des Benthos. Andererseits übernimmt in der Gruppe *Chironomidae* die Gattung *Procladius* allmählich die führende Stelle in der Abundanz hydronomidar Fauna, während die Gruppe der *Chironomus f. l. plumosus* ihre Domination nur noch in der Biomasse beibehält.

junu, 72% u julu i 63% u septembru solarne konstante. Ovu energiju prima ne samo zeljasta vegetacija otvorenog polja, već i površina munikovih kruna u munikovoj šumi (Sl. 1).

Međutim, u unutrašnjosti munikove šume slika je znatno drukčija, jer do donjih spratova dolazi energija do najviše  $0,55 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$  u junu,  $0,72 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$  u julu i  $0,64 \text{ cal/cm}^2$  u septembru, što u odnosu na otvoreno polje iznosi svega 40% u junu, 50% u julu i 51% u septembru, a u odnosu na solarnu konstantu iznosi svega 28% u junu, 36% u julu i 32% u septembru (Sl. 1).

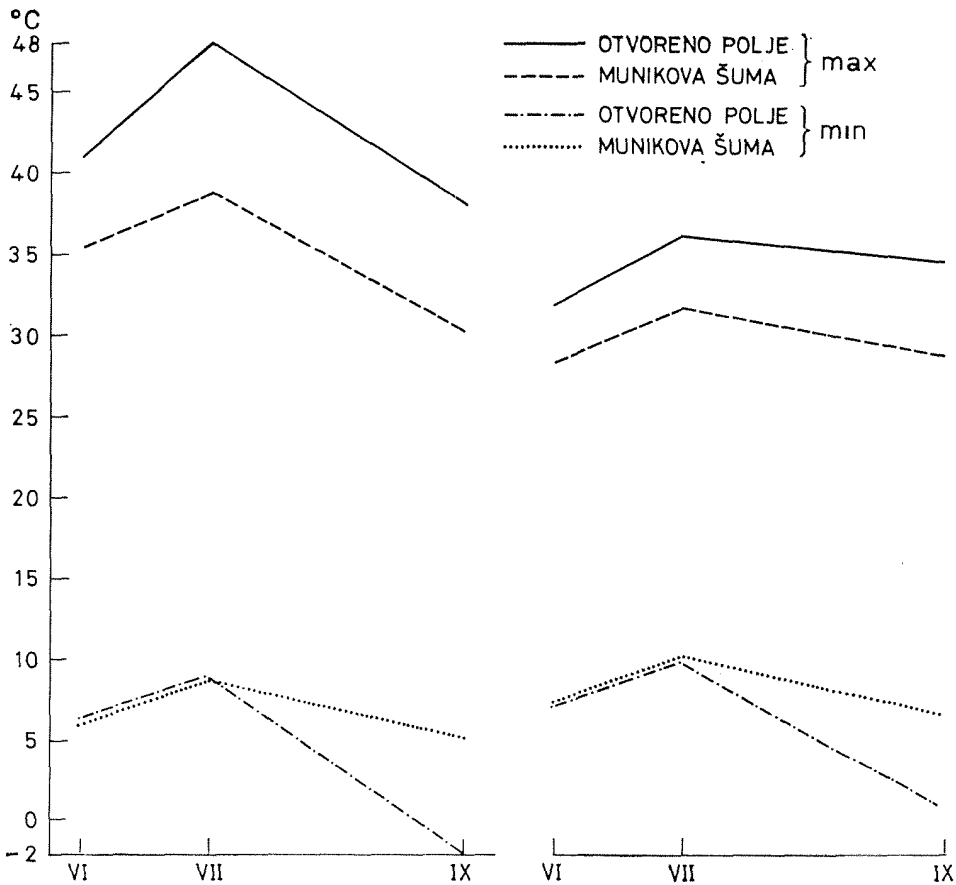
**Svetlosni režim.** — I jačina osvetljenosti, izražena u luksima, dostiže vrlo visoke vrednosti kako na otvorenom polju tako isto i u munikovoj šumi, a naročito na svetlosnim pegama i svetlosnim prodorima, gde u podnevnim časovima iznosi preko 100.000 luksa (kao i na otvorenom polju).

**Temperatura površine zemljišta.** — Temperatura je, pre svega, određena intenzitetom sunčevog zračenja, ali ovde u planinskim uslovima i režimom izračivanja, kao i ostalim orografskim (južna padina nagiba  $30^\circ$ ) i vegetacijskim prilikama. Zato se površina zemljišta bez vegetacije na otvorenom polju zagreva minimalno do  $6,4^\circ\text{C}$  a maksimalno do  $41,0$  juna (dijapazon  $34,6^\circ\text{C}$ ); jula do  $9,0$  i do  $48,0^\circ\text{C}$  (dijapazon  $39,0$ ) i septembra do  $-2,0$  i do  $38,0^\circ\text{C}$  (dijapazon  $40,0^\circ\text{C}$ ). Na površini na kojoj je zadržan prirodni biljni pokrivač temperatura zemljišta je niža, tako da se zagreva minimalno do  $6,8$  maksimalno do  $31,8$  juna (dijapazon  $25,0$ ); jula do  $9,8$  i do  $36,0^\circ\text{C}$  (dijapazon  $26,2$ ) i septembra do  $1,0$  i do  $34,4$  (dijapazon  $33,4^\circ\text{C}$ ). Površina zemljišta bez vegetacije se više zagreva ( $48,0^\circ\text{C}$  jula), nego površina zemljišta sa vegetacijom ( $36,0^\circ\text{C}$  takođe jula), ali se zato i više hladi ( $-2,0^\circ\text{C}$  septembra), te je i dijapazon variranja temperaturue u svim ispitivanim sezonama širi ( $34,6$  prema  $25,0$  juna;  $39,0$  prema  $26,2$  jula i  $40,0$  prema  $34,4^\circ\text{C}$  septembra) (Sl. 2).

U munikovoj šumi zagrevanje zemljišta je znatno manje, i na površini bez vegetacije i stelje zagreva se minimalno do  $6,0$  a maksimalno do  $35,4$  juna (dijapazon  $29,4$ ); jula do  $8,8$  i do  $38,8$  (dijapazon  $30,0$ ) i septembra do  $5,0$  i do  $30,2$  (dijapazon  $25,2^\circ\text{C}$ ). Na površini gde je prirodni pokrivač zadržan temperatura zemljišta je niža i ona iznosi minimalno do  $7,2$  a maksimalno do  $28,2$  juna (dijapazon  $21,0$ ); jula do  $10,0$  i do  $31,6$  (dijapazon  $21,6$ ) i septembra do  $6,4$  i do  $28,6$  (dijapazon  $22,2^\circ\text{C}$ ). U munikovoj šumi temperaturni dijapazon površine zemljišta predstavlja znatno manju vrednost nego na otvorenom polju u svim ispitivanim sezonama, i to kako na ogoljenoj površini ( $34,6$ ;  $39,0$ ;  $40,0$  prema  $29,4$ ;  $30,0$ ; i  $25,2^\circ\text{C}$ ), tako i na površini zaštićenoj biljnim pokrivačem ( $25,0$ ;  $26,2$ ;  $34,4$  prema  $21,0$ ;  $21,6$ ;  $22,2^\circ\text{C}$ ) (Sl. 2).

**Temperatura zemljišta.** — Sve ono što važi za termički režim površine zemljišta, na otvorenom polju i u munikovoj šumi na ogolićenom i na zaštićenom zemljištu, u suštini se odnosi i na termički režim samoga zemljišta, s tim što su temperaturne vrednosti manje, te je i dijapazon variranja temperature znatno uži.

Juna se na otvorenom polju zemljište bez vegetacije zagreva na dubini od 2 cm minimalno do 7,8 a maksimalno do 29,8 (dijapazon 22,0), na dubini od 10 cm do 10,2 i do 20,4 (dijapazon 10,2) i na dubini od 50 cm do 8,8 i do 11,2 (dijapazon 2,4°C), a zemljište sa vegetacijom se zagreva na dubini od 2 cm do 8,4 i do 25,0 (dijapazon 16,6), na dubini od 10 cm do 10,6 i do 18,2 (dijapazon 7,6) i na dubini od 50 cm do 9,2 i do 11,2 (dijapazon 2,0°C) (Sl. 3).



Sl. 2. — Maksimalne i minimalne temperature površine zemljišta bez (levo) i sa vegetacijom odnosno steljom (desno) na otvorenom polju i u munikovoj šumi na Ošljaku u 1970. godini.

Maximal and minimal temperatures of soil surface without (left) and with vegetation or litter (right) at open field and in munika-pine forest, at Ošljak in 1970.

U munikovoj šumi zagrevanje zemljišta je znatno manje, i na površini bez vegetacije i stelje zagreva se na dubini od 2 cm minimalno do 7,8 a maksimalno do 17,4 (dijapazon 9,6), na dubini od 10 cm do 8,6 i do 11,4 (dijapazon 2,8) i na dubini od 50 cm do 6,2 i do 7,6 (dija-

*flata* (+), *Digitalis lanata* (+), *Bellis perennis* (+), *Linum catharticum* (+), *Plantago lanceolata* (+), *Veronica officinalis* (+), *Geranium robertianum* (+), *Daphne mezereum* (+), *Myosotis silvatica* (+), *Stachys scardica* (+), *Epilobium alpinum* (+) i *Hypericum perforatum* (+).

Na otvorenom polju izvan šume, udaljenom od proučavane munikove sastojine oko 50 m, pokrovnost zeljastog pokrivača iznosi 100%, a visina jedva nekoliko santimetara jer je izložen stalnoj ispaši. U njemu su konstatovane sledeće biljke: *Plantago lanceolata* (3.3), *Hieracium pilosella* (2.2), *Trifolium repens* (2.2), *Lotus corniculatus* (2.2), *Bellis perennis* (1.1), *Scabiosa dubia* (1.1), *Pretridium aquilinum* (+), *Stachys germanica* (+), *Achillea millefolium* (+), *Prunella vulgaris* (+) i *Polygala croatica* (+).

### MATERIJAL I METODIKA

Mikroklimatska merenja u munikovoj šumi i izvan nje, vršena su tokom 1970. godine u tri sezone: proleće (od 11. do 15. juna) leto (od 23. do 27. jula) i jesen (od 19. do 23. septembra), i to po 5 dana u sezoni. Na mikroklimatskim stanicama, u šumi i izvan nje, postavljan je kompletan meteorološki pribor za merenje osnovnih pokazatelja mikroklimata, i to živini termometri u vazduhu i specijalni termometri u zemljištu, aktinometri, higrometri, termohigrografi, evapormetri, luksmetri i anemometri. Očitavanje instrumenata vršena su svakog sata počev od 4 časa ujutru pa do 20 časova uveče. Prisustvo i rad termohigrografa omogućili su da se temperatura vazduha i njegova vlažnost prate bez prekida u toku dana i noći.

U vreme rada stanica vršena su sledeća merenja:

1. Intenzitet sunčevog zračenja na visini od 30 cm iznad površine zemljišta pomoću Robičevih aktinometara.
2. Svetlosni intenzitet pomoću luksmetara, sa selenskom fotoćelijom, na otvorenom polju na jednom a u šumi na tri mesta (senka, svetlosna pega i svetlosni prodor), i to sa tri položaja fotoćelije (na površini zemljišta u položaju terena, vodoravno na 50 cm visine i u položaju pri kome se dobija najjači svetlosni intenzitet (M. M. Janković, 1959).
3. Temperatura površine zemljišta (0 cm) normalnim, minimalnim i maksimalnim živinim termometrima.
4. Temperatura zemljišta normalnim živinim geotermometrima na dubini od 2, 5, 10, 20, 30 i 50 cm.
5. Temperatura vazduha normalnim, minimalnim i maksimalnim živinim termometrima na visini od 1, 10, 50, 100 i 200 cm. Ovi termometri su se nalazili u specijalnim drvenim zaklonima (M. M. Janković, 1957).
6. Relativna vlažnost vazduha na 100 cm visine (higrometrima) i na 10 cm visine (termohigrografima).
7. Evaporacija Piheovim evaporimetrima na 100 i 10 cm visine.
8. Brzina vetra ručnim anemometrom u onim momentima kada se ta vrednost mogla meriti.



Septembra se na otvorenom polju zemljište bez vegetacije zagreva na dubini od 2 cm minimalno do 2,0 a maksimalno do 28,6 (dijapazon 26,6), na dubini od 10 cm do 8,6 i do 19,0 (dijapazon 10,4) i na dubini od 50 cm do 13,4 i do 15,8 (dijapazon 2,4°C), a zemljište sa vegetacijom se zagreva na dubini od 2 cm do 3,0 i do 23,2 (dijapazon 20,2), na dubini od 10 cm do 9,0 i do 18,4 (dijapazon 9,4), i na dubini od 50 cm do 13,4 i do 16,0 (dijapazon 2,6°C) (Sl. 3).

U munikovoj šumi zagrevanje zemljišta i u septembru je znatno manje, i na površini bez vegetacije i stelje zagreva se na dubini od 2 cm minimalno do 6,2 a maksimalno do 16,4 (dijapazon 10,2), na dubini od 10 cm do 9,0 i do 13,2 (dijapazon 4,2) i na dubini od 50 cm do 10,6 i do 11,8 (dijapazon 1,2°C), a na površini sa vegetacijom i steljom se zagreva na dubini od 2 cm do 7,4 i do 14,0 (dijapazon 6,6), na dubini od 10 cm do 9,4 i do 12,6 (dijapazon 3,2), i na dubini od 50 cm do 11,0 i do 12,0 (dijapazon 1,0°C) (Sl. 3).

Na otvorenom polju zemljište bez vegetacije na svim merenim dubinama se više zagreva (33,2°C jula), nego zemljište sa vegetacijom (29,6°C takođe jula), ali se zato više i hladi (2,0°C septembra) te je i dijapazon variranja temperature u svim ispitivanim sezonama širi (22,0; 10,2; 2,4 prema 16,6; 7,6; 2,0 juna; 21,2; 10,6; 0,8 prema 17,6; 6,8; 1,4 jula i 26,6; 10,4; 2,4 prema 20,2; 9,4; 2,6°C septembra).

I u munikovoj šumi zemljište bez vegetacije i stelje na svim merenim dubinama se zagreva više (22,4°C jula), nego zemljište sa vegetacijom i steljom (19,6°C takođe jula), ali se zato više i hladi (6,2°C septembra) te je, kao i na otvorenom polju, i dijapazon variranja temperature u svim ispitivanim sezonama širi (9,6; 2,8; 1,4 prema 6,2; 2,2; 1,4 juna; 12,8; 6,0; 1,4 prema 9,6; 3,6; 1,2 jula i 10,2; 4,2; 1,2 prema 6,6; 3,2; 1,0°C septembra). Ali, u munikovoj šumi zemljište bez vegetacije i stelje i zemljište sa vegetacijom i steljom na svim merenim dubinama se znatno manje zagreva nego zemljište bez vegetacije i zemljište sa vegetacijom na otvorenom polju u svim ispitivanim sezonama.

Temperatura vazduha. — Juna se na otvorenom polju vazduh zagreva na visini od 1 cm maksimalno do 23,4 a minimalno do 6,4 (dijapazon 17,0), na visini od 10 cm do 23,8 i do 7,8 (dijapazon 16,0) i na visini od 200 cm do 22,4 i do 7,6 (dijapazon 14,7°C). U munikovoj šumi vazduh je hladniji i zagreva se na visini od 1 cm maksimalno do 20,0, a minimalno do 7,0 (dijapazon 13,0), na visini od 10 cm do 21,4 i do 7,4 (dijapazon 14,0) i na visini od 200 cm do 21,0 i do 7,8 (dijapazon 13,2°C) (Sl. 4).

Jula se na otvorenom polju vazduha zagreva na visini od 1 cm maksimalno do 25,2 a minimalno do 9,0 (dijapazon 16,2), na visini od 10 cm do 24,6 i do 7,6 (dijapazon 17,0) i na visini od 200 cm do 23,2 i do 7,8 (dijapazon 15,4°C). U munikovoj šumi i jula je vazduh hladniji i zagreva se na visini od 1 cm maksimalno do 23,8 a minimalno do 7,4 (dijapazon 16,4), na visini od 10 cm do 23,0 i do 7,8 (dijapazon 15,2) i na visini od 200 cm do 23,0 i do 7,2 (dijapazon 15,8°C) (Sl. 4).

## ZAKLJUČCI

U ovome radu prikazani su rezultati uporednih mikroklimatskih merenja u munikovoj šumi (*Pinetum heldreichii*, — *Seslerietum autumnalis*) i na otvorenom polju, izvan šume, na Ošljaku, Šarplanina, na visini od 1.700 m, na južnoj krečnjačkoj padini nagiba 30°, vršenih tokom 1970. godine po pet dana u tri sezone: proleće (od 11. do 15 juna), leto (od 23. do 27. jula) i jesen (od 19. do 23. septembra).

Ispitivanja su, pre svega, pokazala da intenzitet sunčevog zračenja u ispitivanom periodu na otvorenom polju dostiže vrlo visoke vrednosti, koje se kreću od 1,25 do 1,44 cal/cm<sup>2</sup> · min, što predstavlja energiju od 63 do 72% solarne konstante. Ovu energiju prima ne samo zeljasta vegetacija otvorenog polja, već i površina munikovih kruna; dok u unutrašnjosti munikove šume, do njenih donjih spratova, dolazi energija od 0,55 do 0,72 cal/cm<sup>2</sup> · min, što u odnosu na otvoreno polje iznosi 40 do 51%, a u odnosu na solarnu konstantu svega 28 do 36%.

Jačina osvetljenosti, izražena u luksima, dostiže vrlo visoke vrednosti, kako na otvorenom polju tako isto i u svetloj munikovoj šumi, a naročito na svetlosnim pegama i svetlosnim prodorima, gde u podnevnim časovima iznosi preko 100.000 luksa (kao i na otvorenom polju).

Temperatura je, pre svega, određena intenzitetom sunčevog zračenja, a il ovde u planinskim uslovima i režimom izračivanja, kao i ostalim orografskim i vegetacijskim prilikam. Zato se površina zemljišta sa i bez vegetacije na otvorenom polju, u ispitivanom periodu, zagreva čak i do 36,0 odnosno 48,0°C (jula), a hladi čak i do 1,0 odnosno —2,0°C (septembra); zemljište se na dubini od 2 cm zagreva najviše do 29,6 odnosno do 33,2°C (takođe jula), a hladi do 3,0 odnosno do 2,0°C (takođe septembra), i zemljište na dubini od 50 cm najviše do 16,0 odnosno 15,8°C (septembra), a najmanje do 9,2 odnosno 8,8°C (juna); istovremeno i na istom mestu temperatura vazduha na visini od 1 do 200 cm iznosila je najviše 25,2°C (jula) a najmanje —1,0°C (septembra). U sklopu munikove šume temperaturni odnosi su drukčiji, tako da je maksimalna temperatura površine zemljišta sa i bez vegetacije odnosno stelje iznosila 31,6 odnosno 38,8°C (jula), a minimalna 6,4 odnosno 5,0°C (septembra), a zemljišta na dubini od 2 cm maksimalno 19,6 odnosno 22,4°C (takođe jula), a minimalno 7,4 odnosno 6,2°C (takođe septembra), i zemljišta na dubini od 50 cm maksimalno 12,0 odnosno 11,8°C (septembra) a minimalno 6,2°C, sa i bez zeljaste vegetacije odnosno stelje (juna); istovremeno je temperatura vazduha na visini od 1 do 200 cm iznosila najviše 23,8°C (jula), a najmanje 3,8°C (septembra).

Relativna vlažnost vazduha na otvorenom polju kretala se, u ispitivanom periodu, od 32 do 100%, a u munikovoj šumi od 25 do 100%, pri čemu su minimalne vrednosti postizane u podnevnim časovima a maksimalne u toku noći. Maksimalna evaporacija na otvorenom polju iznosila je za 1 čas 1,1 cm<sup>3</sup>, na visini od 10 cm, odnosno 1,5 cm<sup>3</sup> na visini od 10 cm, dok je u munikovoj šumi maksimalna evaporacija nešto manja (0,9 cm<sup>3</sup> i 1,1 cm<sup>3</sup>).

## LITERATURA

- Bogojević R. (1970): Ekološka analiza staništa zajednica *Andropogoneto* — *Euphorbietum pannonicae* R. Bog. i *Querceto* — *Carpinetum serbicum* Rudski na Višnjičkoj kosi kraj Beograda. — Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Tom V, No 1—4, Beograd.
- Janković M. M. (1957): Prilog metodici fitomikroklimatskih ispitivanja. — Arhiv bioloških nauka, IX, 1—4, Baograd.
- Janković M. M. (1959): A study in thermal conditions in some plant communities of mountain of Prokletije of Metohija. — Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, No 1, Bograd.
- Janković M. M. (1959): Prilog metodici primene svetlomera sa selenskom fotoćelijom u geobotaničkim fitomikrotlimatskim ispitivanjima šumskih zajednica. — Arhiv bioloških nauka, XI, 1—4, Beograd.
- Janković M. M. (1961): O svetlosnoj klimi šumskih zajednica *Pinetum heldreichii* tipicum M. Jank. i *Fagetum abietetosum* Horv. na Prokletijama prema posmatranjima u 1958. godini. — Glasnik Prirodnačkog muzeja, ser. B, knj. 17, Beograd.
- Janković M. M. (1962): Značaj karaktera heliogeofizičkih uslova za ekološku tipologizaciju i metabolizam naših osnovnih tipova biogeocenoza. — Arhiv bioloških nauka, XIV, 1—2, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1962): O mikroklimatskim uslovima u nekim zajednicama munikovih šuma (*Pinetum heldreichii*) na Prokletijama, u letnjem periodu 1959. godine. — (manuskript), Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1962): Mikroklimatski uslovi u nekim fitocenoza Prokletija. — Saopštenje na II kongresu biologa Jugoslavije, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1962): Prilog poznavanju šuma endemičnih borova munike (*Pinus heldreichii*) i molike (*Pinus peuce*) na severnoj strani Šarplanine i njenim metohijskim ograncima. — Arhiv bioloških nauka, XIV, 3—4, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1964): Prvi prilog poznavanju mikroklimatskih uslova u nekim šumskim zajednicama u Sremu (*Quercetum roboris* — *Carpinetum betuli* prov. i *Fraxinetum angustifoliae* prov.), na osnovu posmatranja u 1963. godini. — Glasnik prirodnačkog muzeja, ser. B, knj. 19, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1966): Radijacioni režim otvorenog polja i njegova modifikacija u nekim šumskim ekosistemima u Sremu — Ekologija, Vol. 1, No 1—2, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1971): Ekološki uslovi u poplavnim šumama kod Morovića u Sremu, na osnovu posmatranja u 1964. godini. — Savjetovanje o Posavini, Poljoprivredni fakultet, Zagreb.
- Janjiševskij Ju. D. (1957): Aktinometričeskije pribori i metod nabljudenija. — Lenjingrad.

## Summary

MILORAD M. JANKOVIĆ and RADOJE BOGOJEVIĆ

**SOME CHARACTERISTICS OF MIKROCLIMATE IN PINUS HELDREICHII FORESTS (PINETUM HELDREICHII-SESLERIETUM AUTUMNALIS M. JANK. ET R. BOG.) ON OŠLJAK, ŠARPLANINA**

In this study were presented the results of the microclimatic investigations carried out parallelly as well in the *Pinus heldreichii* forest (*Pinetum heldreichii-Seslerietum autumnalis*) as in the open field, out of the forest, on the massif Ošljak near Prevalac, locality

of Popovo prase (Šarplanina); the studied community was at altitude of 1700 m above sea level, on the southern limestone slope of 30°; the measurements were made during the year 1970; in the course of five days in the following seasons: spring (from 11 to 15 June), summer (from 23 to 27 July) and autumn (from 19 to 23 September).

The investigations showed that the intensity of solar radiation in the observed period reached the very high values, at the open field from 1,25 to 1,44 cal/cm<sup>2</sup>. min, what presents the energy of 63 to 72% of the Solar constant. It is important that the exterior of *P. heldreichii* tree-top is exposed to such solar radiation, so, it may be said that the species *P. heldreichii* exists in the conditions of specially high intensity of the mountain solar radiation. In the exterior of *P. heldreichii* forest, up to lower layers, enters the energy of the solar radiation of 0,55 to 0,72 cal/cm<sup>2</sup>. min, what is 28 to 36% of the Solar constant or 40 to 51% of the solar radiation noted on the open field.

The intensity of light, expressed in luxes, gets also at the very high values as well in the open field as into the *P. heldreichii* forest, considering it as a type of the bright coniferous forest distinguishing by many light spots and long standing light penetrations; for instance, at the afternoon hours, in the *P. heldreichii* forest, on the light penetration, the light intensity can be over 100.000 lx. Otherwise, on the open field, it is often recorded the light intensity over 100.000 lx, at the midday hours during the summer.

The temperature is determined at the first place by intensity of the solar radiation, but, also, in the mountain conditions by specific regime of irradiation, as well as by specific orographic and vegetation circumstances. Therefore, the temperature ranges can be relatively very large as well in the course of a day as between the seasons. Thus, at the soil surface on the open field (comparatively observed on both sites with the vegetation cover and without as well the vegetation as the litter layer) are recorded the temperature values up to 36,0°C (place with vegetation), that is up to 48,0°C (on the bare ground) in July, while the lowest temperatures in the examined period are 1,0°C i. e. -2,0°C in September; at the depth of 2 cm the maximal soil temperatures of 29,6°C i. e. 33,2°C are recorded in July and the minimal ones of 3,0°C i. e. 2,0°C in September. In the deeper soil layers the temperature extremes are less noticeable: at the depths of 50 cm the maximal soil temperature are 16,0 i. e. 15,8°C registered in September, and the minimal ones 9,2°C i. e. 8,8°C in June (this time inversion is a result of molecular thermic condition affecting in the process of soil heating, thus the deeper layers attain the maximal temperatures much later than the surficial ones). At the same time and at same place the temperature of the air layers from 1 to 200 cm ranges from -1,0°C (in September) to 25,2°C (in July).

Within the *P. heldreichii* forest the temperature relations are rather different. At the soil surface the maximal temperatures were recorded in July: 38,8°C on the bare site, and 31,6°C on the site with vegetation, but the minimal ones were in September: 5,0°C and 6,4°C. At the depth of 2 cm the maximal temperatures were in July: 22,4°C and 19,6°C, and the minimal ones in September: 6,2°C and 7,4°C. At the

depth of 50 cm the maximal temperatures were registered in September: 11,8°C (at the bare ground) and 12,0°C (at the site with vegetation), and, the minimal ones in June, for both cases 6,2°C. The forest air temperatures, at the height from 1 to 200 cm, were as follows: the maximal one in July 23,8°C, and the minimal one in September 3,8°C.

The relative air humidity, in the course of observations, was ranged from 32 to 100% in the open field, and, from 25 to 100% into the *P. heldreichii* forest; the maximal values were registered during the night, and, the minimal ones in the midday hours. The maximal evaporation values marked in the open field in the course of one hour were: 1,1 cm<sup>3</sup> at 10 cm above the ground, and, 1,5 cm<sup>3</sup> at the altitude of 100 cm; within the *P. heldreichii* forest the maximal evaporation values were somewhat less: 0,9 and 1,1 cm<sup>3</sup>. The mentioned data indicate that *P. heldreichii* and *P. heldreichii*—forest are in the conditions of the very large variations of the air humidity during the vegetation period, what considerably affects on the transpiration.



STAMENA Ž. RADOTIĆ

## O UTICAJU pH VREDNOSTI KORE DRVEĆA NA NASELJA ALGE *PLEUROCOCCUS NAEGELII* CHODAT, NASELJENE NA KORI DRVEĆA

### UVOD

Alga *Pleurococcus naegelii* je aerofitna alga. Uglavnom živi na stablima drvenastih biljaka, naročito u donjim delovima, bliže podlozi. Može se naći i na drugim mestima: vlažnim zidovima, starim ogradama i drugim predmetima. Na stablima drvenastih biljaka ova alga najčešće gradi kontinuirane zatvorenozeleno prevlake. Te prevlake na stablima nekih drvenastih biljaka su vidljive, dok su na drugim vrlo malih površina, pa se čak i ne vide.

Reakcija podloge predstavlja uticajni ekološki faktor na mogućnost naseljavanja organizama uopšte, pa i alge *Pleurococcus*. Cilj ovog rada je bio da se ispita koliko pH sredina ima uticaja na naseljenost ove alge. Iz literature koja mi je bila dostupna nisam pronašla podatke koji bi se odnosili na ispitivanje ovog problema.

Materijal sa algom *Pleurococcus naegelii* prikupljan je sa drvenastih biljaka na planini Bukulji (Srbija). U laboratoriji Odeljenja Prirodno-matematičkog fakulteta u Kragujevcu izvršena je detaljna njegova analiza.

Prilikom determinisanja materijala veliku pomoć mi je ukazao prof. dr Radivoje Marinović, na čemu mu se najsrdačnije zahvaljujem. Takođe se zahvaljujem docentu dr Jeleni Blaženčić na korisnim sugestijama koje mi je dala u toku izrade ovog rada.

### MATERIJAL I METOD RADA

U vezi sa rešavanjem postavljenog problema, Bukulja je u vremenu od marta do decembra 1973. godine više puta posećivana, pri čemu je sakupljan materijal. Pri sakupljanju materijala skidana je kora drveta zajedno sa zatvorenozelenom prevlakom i to na visini 1 m od podloge. Uporedo sa određivanjem pH vrednosti kore drveća, vršena su merenja svetlosnog intenziteta, relativne vlažnosti i temperature vazduha. Svetlosni intenzitet koji dopire do podloga naseljenih algom meren je pomoću portabl luksmetra tip PLM-3, a pomoću poli-metra tip 115 Fischer na istim mestima merena je relativna vlažnost

i temperatura vazduha. Ukoliko je bilo moguće na lokalitetima sa kojih je alga prikupljana, određivana je gustina njene populacije. pH vrednosti kore drveća određivane su pehametrom u laboratoriji Zavoda za strna žita u Kragujevcu.

Podaci o intenzitetu svetlosti, relativnoj vlažnosti i temperaturi vazduha, prikupljeni su uz mali broj merenja (3—4 puta). Smatrala sam da je za proučavanje uticaja ovih faktora na rasprostranjenje ove alge trebalo izvršiti veći broj merenja. Iz tih razloga ti podaci se ostavljaju za kasnija saopštenja a u ovom radu iznose se oni koji ukazuju na uticaj pH vrednosti kore drveća na naselja alge *Pleurococcus naegeli*.

### REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Naselja agle *Pleurococcus naegeli* proučavana su na 18 vrsta drvenastih biljaka. Drvenaste biljke na kojima su proučavana naselja ove alge taksonomski pripadaju vrstama: *Pinus nigra*, *Abies concolor*, *Picea excelsa*, *Ulmus campestris*, *Fagus moesiaca*, *Quercus robur*, *Coryllus avellana*, *Caprinus betulus*, *Salix alba*, *Populus tremula*, *Populus nigra* var. *italica*, *Tilia argentea*, *Prunus avium*, *Robinia pseudoaccacia*, *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer campestre* i *Fraxinus excelsior*.

Drvenaste biljke u proučavanom predelu rastu pojedinačno, u sastavu proređenih ili gustih šuma. Četinari koji ulaze u sastav ove šumske zajednice su zasađeni. Šume su mešovite ali po sastavu svoje dendroflore nisu mnogo raznovrsne. Mešovite šume dosta su proređene i nisu velike starosti. Bukove šume predstavljaju starije šume i na mnogim mestima javljaju se skoro u čistim sastojinama.

U mešovitim šumama Bukulje alga *Pleurococcus naegeli* velikim delom naseljava donje delove stabla drvenastih biljaka. Mnogobrojna posmatranja na jednom relativno prostranom terenu jasno ukazuju da su prevlake alge *Pleurococcus naegeli* najčešće na kori drveća. Podloga takve vrste pokazala se najpodesnija za naseljavanje ove alge. Podaci veoma jasno ukazuju da u odnosu na prirodu podloge ova alga predstavlja epiksilni oblik.

Rezultati merenja relativne vlažnosti vazduha i svetlosnog intenziteta ukazuju da je naseljenost alge *Pleurococcus naegeli* u vezi sa delovanjem ovih faktora. Kad je procenat vlažnosti veći a svetlosni intenzitet slabiji, alga se javlja u vidu velikog broja paketića, koji bočno spojeni grade kontinuirane prevlake. Paketići su sagrađeni od dve, četiri, osam pa i više ćelija. U takvim ćelijama unutrašnja građa je dobro vidljiva, vidi se peharast hromatofor a u pojedinim ćelijama i jedro.

*Pleurococcus naegeli* čest je naseljenik stabala drvenastih biljaka kod kojih se kao pokorično tkivo javlja mrtva kora. Na takvim se stablima nalaze neravnine u vidu udubljenja i ispupčenja. Neravnine duže zadržavaju vlagu, pa se na takvim stablima alga razvija u obliku paketića sastavljenih od 8—12 ćelija. Takve ćelije su krupnije i sa dobro vidljivom unutrašnjom građom.

Pokorična tkiva starijih stabala bukve i graba predstavljena su peridermom i glatke su površine. Na stablima takvog drveća *Pleuro-*



*coccus naegelii* nije čest, ukoliko ga ima javlja se pojedinačno ili u vidu paketića sagrađenih od 3—4 ćelije (Sl. 1). Sa takvih staništa, u konkurentskoj borbi za prostor sa drugim epiksilima, kao što su lisnati lišaji, lako se potiskuje.

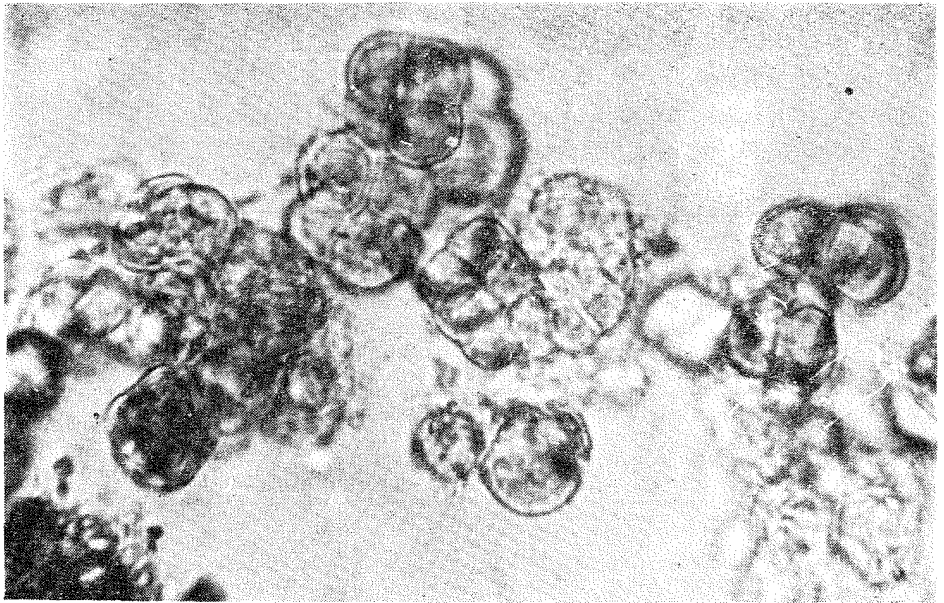


Sl. 1. — *Pleurococcus naegelii* na kori stabla *Fagus moesiaca*. X 160.  
*Pleurococcus naegelii* an der Rinde des Baumstammes *Fagus moesiaca*. X 160.

Tab. 1. — pH vrednosti kore drveća koje naseljava alga *Pleurococcus naegelii*  
pH Werte der Baumrinde die Alge *Pleurococcus naegelii* ansiedeln.

Vrsta drveća naseljena algom <i>Pleurococcus naegelii</i> Arten der Bäume durch Algen <i>P. naegelii</i> angesiedelt	pH vrednost kore drveća pH Werte der Baumrinde	Broj proba Zahl der Proben
<i>Pinus nigra</i>	4,70	3
<i>Abies concolor</i>	5,25	3
<i>Picea excelsa</i>	4,95	4
<i>Ulmus campestris</i>	5,60	5
<i>Fagus moesiaca</i>	4,75	5
<i>Quercus robur</i>	5,35	5
<i>Coryllus avellana</i>	5,50	3
<i>Carpinus betulus</i>	5,10	5
<i>Salix alba</i>	5,50	4
<i>Populus tremula</i>	5,50	3
<i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i>	4,90	3
<i>Tilia argentea</i>	5,20	5
<i>Prunus avium</i>	5,35	3
<i>Robinia pseudoaccacia</i>	5,55	5
<i>Acer platanoides</i>	5,45	4
<i>Acer campestre</i>	5,30	6
<i>Aesculus hippocastanum</i>	5,25	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	5,60	6

Analizom podataka iz tabele 1 uočava se da je kora drveća na kojoj je naseljena alga *Pleurococcus naegeli* kisele reakcije. Najveće je kiselosti kora *Pinus nigra* (4,70), *Picea excelsa* (4,95) i *Fagus moesiaca* (4,75). Na takvim podlogama ova alga je slabo zastupljena, prevlake su malih površina, skoro sivih boja i golim okom teško vidljive. Mikroskopska ispitivanja takođe potvrđuju da je gustina populacije ove alge na kori pomenutih vrsta vrlo mala. Alga *Pleurococcus naegeli* javlja se ili pojedinačno ili u vidu paketića sastavljenih od dve ili četiri ćelije koje su dosta sitne. Ukoliko postoji zelena prevlaka na pomenutom drveću, nju čine druge vrste mikroorganizama koje su dominantne u odnosu na algu *Pleurococcus naegeli*. Manju kiselost pokazuje kora ostalog drveća. Alga je naseljenija na kori čija se kiselost kreće od 5—5,60. Na kori takvog drveća gradi kontinuirane, zatvoreno-



Sl. 2. — *Pleurococcus naegeli* na kori stabla *Fraxinus excelsior*. X 160.  
*Pleurococcus naegeli* an der Rinde des Baumstammes *Fraxinus excelsior*. X 160.

zelene prevlake i znatnih površina. Takve zelene prevlake najuočljivije su na stablima *Fraxinus excelsior* (Sl. 2). One se mogu konstatovati duž celog stabla ovog drveta. Mikroskopska ispitivanja pokazuju da ove zelene prevlake grade paketiće alge *Pleurococcus naegeli* koji su sagrađeni iz velikog broja ćelija. Na ovoj drvenastoj biljci alga *Pleurococcus naegeli* je dominantna u odnosu na druge epiksile.

## ZAKLJUČAK

Alga *Pleurococcus naegeliai* je acidofilna vrsta. Aciditet kore drveća na kojoj je proučavana ova alga je različit. Na biljkama kod kojih se pH vrednost kore kreće ispod 5, prisutnost alge *Pleurococcus naegeliai* postoji ali se na njima ne nalazi u gustim populacijama. Maksimalna naseljenost ove alge je na podlogama koje se karakterišu slabijim aciditetom, čija se pH vrednost kore kreće u granicama između 5,30—5,60.

## LITERATURA

- Fott, B. (1971): Algenkunde. — Jena, Gustav Fischer, 2 Auflage.  
 Gessner, F. (1955): Hydrobotanik I. — Berlin.  
 Kušan, F. (1935): Epifiti šumskog drveća i njihova vegetacija u Jugoslaviji. — Sumarski list, Zagreb.  
 Marinović, R. (1959): O rasprostranjenju *Pleurococcus naegeliai* Chodat u odnosu na prirodu podloge. — Beograd, Glasnik prirodnjačkog muzeja, ser. B, Knjiga 14.  
 Marinović, R., Pejčinović, D. (1969): O pH vrednosti kore drveća i naseljima lišaja *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. na kori drveća. — Priština, Zbornik filozofskog fakulteta.  
 Oltmans, F. (1923): Morphologie und Biologie der Algen. — Jena, Bd I—III.  
 Pascher's: Die süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz H. 5.

## Zusammenfassung

STAMENA Ž. RADOTIĆ

ÜBER DEN EINFLUSS VOM pH-WERT DER BAUMRINDE AUF DIE  
 ALGENKOLONIEN *PLEUROCOCCUS NAEGELII* CHODAT  
 ANGESIEDELTEN AN DERSELBEN

In der vorliegenden Arbeit sind die Untersuchungsergebnisse vom pH-Wert der Baumrinde holzerner Gewächse und ihrem Einfluss auf die Algenansiedlungen von *Pleurococcus naegeliai* ausgetragen. Die Untersuchungen wurden am Bukulja-Gebirge, in Serbien, verrichtet. Materialansammeln fand im Laufe des 1973. von März bis Dezember statt und dabei wurde die Baumrinde zusammen mit dem tiefgrünen Überzug in der Höhe von 1 m von der Unterlage abgenommen. Eingehende Analyse wurde unter Mikroskop im Laboratorium der Abt. an der Naturwissenschaftl.-Mathematischen Fakultät in Kragujevac ausgeführt. Die pH-Werte der Baumrinden sind mit dem pH-Meter bestimmt worden.

Die Algenkolonien *Pleurococcus naegeliai* sind bereits an 18 Holzpflanzenarten erforscht worden. *Pleurococcus naegeliai* ist haupt sächlich Ansiedler von Stämmen der Holzgewächse, und zwar ihrer unteren Teile. An solchen Stellen bildet die Alge häufigst kontinuierte tief grüne Überzüge. Sie ist besonders reich an Stämmen der Halzpflanzen.

zen angesiedelt, bei denen sekundäres Gränzgewebe — tote Rinde — entwickelt ist. An solchen Stellen befinden sich Unebenheiten konkaver und konvexer Form, die Feuchtigkeit länger behalten, und so entwickelt sich an ihnen diese Alge in Form von winzig kleinen Päckchen, die von einer grösseren Anzahl Zellen zusammengesetzt ist.

Die Alge *Pleurococcus naegelii* ist eine acidophile Art. Jedoch, die Acidität der Baumrinde ist nicht immer gleich. An Pflanzen bei welchen sich pHWert der Rinde unter 5 bewegt, ist die Alge *Pleurococcus naegelii* zwar auch vorhanden, aber sie befindet sich an ihnen nicht in so dichten Poppulationen. Maximale Ansiedlung dieser Algen ist an Unterlagen, die sich durch die Acidität charakterisieren, deren pHWert der Rinde sich in den Grenzen zwischen 5,30 und 5,60 bewegt.

## 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, produkcijske mogućnosti biosfere. Znači, ograničen prostor Zemlje i smanjivanje produkcijskih 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 beznačajno 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 kolevku, Zemlju, jer, kao što je to Ciolkovski divno rekao, Zemlja je kolevka čovečanstva, ali se u kolevci 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, elemenat 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 zasnovati 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 **lance 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 neopreznosti 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 osiromašavanja 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 sprovoditi, 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 pustinjiski 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 pomaljšaju 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 nauka 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.

## S u m m a r y

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.

## **ČOVEK I BIOSFERA PROBLEMI ČOVEKOVE SREDINE**

MILORAD M. JANKOVIĆ

### **BILJNI SVET PRIRODNIH EKOSISTEMA SR SRBIJE — STANJE I PERSPEKTIVE\***

Biljni svet ili, tačnije, vegetacija prirodnih ekosistema SR Srbije ima izvanredno veliki značaj za formiranje i život našeg dela biosfere, kao uopšte što ga vegetacija ima i za najveći deo biosfere naše planete. Taj značaj je čak i među laicima dobro poznat, bar u najopštijim crtama, pa o tome ovde neće biti reči.

Nas, prvenstveno, interesuje u kakvom su stanju danas ekosistemi naše republike, posebno s obzirom na vegetacijsku komponentu; kakve su teškoće i kakve su perspektive u vezi sa tim problemima. Naravno, u okviru ovakvog prigodnog i vremenski sasvim ograničenog referata, nije moguće čak ni izdaleka ukazati na sve probleme niti na sve one, loše i dobre, perspektive koje se ukazuju. Zato ću se, ovom prilikom, zadržati samo na nekoliko krupnih pitanja, koja su, mislim, od posebnog značaja i koja na poseban način ilustruju opšte stanje u kome se nalazi deo biosfere i ekosistemi na teritoriji SR Srbije.

Pre svega, da bismo došli do tačnog i nedvosmislenog zaključka o tome u kakvom su zapravo stanju danas naši ekosistemi i vegetacija, potrebno je prethodno ukazati na to koji su prirodni ekosistemi za naše regionalne prilike najoptimalniji i koje stanje je za njih najbolje. Nema sumnje da su to klimaksni oblici ekosistema i vegetacije, koji su istovremeno i klimatogeni i klimazonalni, odnosno klimaregionalni; dakle, takvi oblici koji na najbolji mogući način iskorišćavaju uslove sredine i koji se, svojim adekvatnim adaptacijama, na najbolji mogući način suprotstavljaju nepovoljnim spoljašnjim uslovima (i to kako onim koji se sporadično, ponekad, javljaju, tako i onima koji su trajno karakteristični za pojedina područja ili određene lokalne uslove).

Ekologija je, sa nizom pratećih nauka (fitocenologijom, biogeografijom, klimatologijom, pedologijom itd.), nedvosmisleno utvrdila da teritorija SR Srbije pripada šumskoj zoni, da je šumski tip ekosistema

---

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

njen megaklimaks, da je klimatogen i klimazonalan; to znači da našim regionalnim uslovima šumski tip ekosistema najbolje odgovara. Ovo je, pre svega, vrhunski teorijski zaključak ekologije i biogeografije, ali istovremeno i zaključak od najvećeg praktičnog značaja. Jedan od najvažnijih praktičnih zaključaka, s obzirom da primarni teorijski zaključak, jeste da se zaštita, restauracija i unapređenje naših ekosistema mora upraviti prvenstveno na šumske ekosisteme, na šumsku vegetaciju, da ona mora biti predmet naše izuzetne pažnje. Naravno, pitanje poljoprivrednih površina, koje su nastale velikim delom, a možda i najvećim delom, na račun uništenih šumskih ekosistema, sasvim je specifičan problem. U svakom slučaju ostaje da se preispita, i u okviru nauke i u okviru prakse, a posebno u vezi sa prostornim planiranjem SR Srbije, u kojoj meri i gde poljoprivredne površine treba napustiti i oslobođene teritorije usmeriti ka što bržoj obnovi prirodnih šumskih ekosistema. S obzirom na današnji, izuzetno visok stepen intenzivnosti poljoprivredne nije neophodno, po svaku cenu, održavati sve dosadašnje poljoprivredne površine pod kulturama, već ih treba, prvenstveno, privesti izvornom, šumskom stanju. Time se ne bi mnogo izgubilo, a ogromno bi se dobilo. Naravno, nisu jedino poljoprivredne površine one površine o kojima treba razmišljati kao o potencijalnim šumskim površinama. Velika područja su obešumljena sečom i drugim načinima, stvorene su erodirane površine i goleti, koje takođe treba, bez razmišljanja, privesti šumskim ekosistemima. Ali, to je poseban problem. Ovde sam hteo da ukažem, već u uvodu, da čak ni poljoprivredne površine nisu neprikosnovene i da, sa gledišta nauke, pre svega ekologije i biogeografije, egzistencija mnogih od njih treba da bude preispitana i, eventualno, privedena šumskim ekosistemima.

Šumski ekosistemi i šumska vegetacija, kao što je već rečeno, primarni su prirodni klimaksni oblici našeg dela biosfere; to proističe već iz same te činjenice da se, nedvosmisleno, nalazimo u šumskoj zoni. Samo neki delovi naše teritorije su sporni, konkretno krajnji severoistočni, naročito područje Banata, za koje nije jasno da li izvorno pripadaju stepskoj zoni, ili, pak, šumostepskoj podzoni. Ovo pitanje i dalje ostaje veoma aktuelno, i to kako za teorijska proučavanja tako i za praktične zahvate s obzirom da se radi o našim poljoprivredno najbogatijim krajevima.

Iznad gornje šumske granice, u visokim planinama, razvijena je **visokoplaninska vegetacijska zona sa ekosistemima pretežno alpijskog tipa**. To je, istovremeno, danas i zona visokoplaninskih pašnjaka, tj. sekundarnih derivata primarnih visokoplaninskih ekosistema. Ova zona zaslužuje našu posebnu pažnju, pa će se u okviru referata i istaći kao jedna od najproblematičnijih područja s obzirom na sadašnje stanje prirodnih ekosistema i njihove perspektive.

Osim toga, čitav niz ekstrazonalnih, intrazonalnih i azonalnih oblika ekosistema nalazi se na manjim površinama, u okviru dominantne šumske zone; ali, i pored svoje relativno male teritorije ovi ekosistemi imaju određen, često i veliki značaj. To se naročito odnosi na vodenu i močvarnu vegetaciju u nizijama duž naših velikih reka.

Evo, ukratko, kakva je šema primarnog i klimaksnog rasporeda ekosistema i vegetacije u SR Srbiji. Napominjem da se, s obzirom na auditorijum, neću služiti složenom fotocenološkom i ekološkom terminologijom, već da ću pojedine tipove ekosistema i vegetacije, odnosno fitocenoze, iskazati u nešto uprošćenijim, ponekad uslovnim terminima.

U nizijskim oblastima, pretežno u severnim ravničarskim predelima Republike, nalazi se **zona higrofilne šumske vegetacije**, sa različitim tipovima nizijskih močvarnih, plavnih i higrofilnih šumskih ekosistema (npr. različiti oblici *Salicetuma* i *Populetuma*, a posebno ekosistemi lužnjaka — *Quercetum roboris*).

Brdsko područje SR Srbije karakteriše se **visinskom zonom termofilnih hrastovih šuma**, za koju je najznačajniji klimakсни tip šumskog ekosistema sladunovo-cerova šuma (*Quercetum confertae-cerris*). Ovo je, istovremeno, i vegetacijska zona izuzetno složena, sa čitavim nizom ekosistema lokalno uslovljenih (u vezi sa lokalnim klimatskim uslovi-ma, reljefom i podlogom); spomenimo, kao najvažnije, biogeocenoze sa crnogabićem (tip *Carpinetum orientalis*), šibljačke zajednice sa jorgovanom (tip *Syringetum*), termofilne borove šume (tip *Pinetum nigrae*), kestenove šume (tip *Castanetum sativae*), i druge.

Treba reći da je ovo, termofilno brdsko područje hrastovih šumskih ekosistema, sa klimaksnim šumskim ekosistemom tipa *Quercetum confertae-cerris*, veoma prostrano, da se horizontalno pruža od krajnjeg juga SR Srbije, pa sve do severnih područja (npr. Vršacke planine). Tipično, ova vegetacija razvijena je sve do 700 m n.v. Ekosistemska složenost ovog kserotermofitnog vegetacijskog područja postaje sve veća idući ka jugu, tako da se u okolini Prizrena, prema albanskoj granici, nalaze i šumski ekosistemi makedonskog hrasta (tip *Quercetum troyanae*), kao ostaci nekada daleko šire rasprostranjene vegetacije.

**Prelazno vegetacijsko područje** između kserotermofilne brdske hrastove zone i mezofitnog područja bukovih šuma, čine **planinske šume kitnjaka** (tip *Quercetum montanum*), čiji je edifikator kseromezofilni hrast *Quercus petrea*. Tu je, takođe, i jedan značajan tip šumskog ekosistema, *Querceto-Carpinetum serbicum*, koji, istina, ima više lokalni karakter, ali upravo svojim prisustvom u sklopu hrastove šumske zone ukazuje na lokalne humidnije uslove klime.

Iznad ovih visinskih vegetacijskih pojaseva, pretežno hrastovih šuma, pruža se **mezofitno područje bukovih šuma**; tu je najznačajniji klimakсни tip šumskog ekosistema šumska vegetacija mezijske bukve (*Fagetum moesiacaе serbicum*), koja je ustvari složen mozaik različitih ekosistema bukovih šuma. Na mnogim mestima ističu se značajni mešoviti šumski ekosistemi, u kojima ulogu edifikatora, pored bukve, igraju i jela (*Abies alba*) i smrča (*Picea excelsa*).

Najzad, poslednja visinska šumska zona predstavljena je **frigofilnom visokoplaninskom šumskom vegetacijom, pretežno četinarskom**, u kojoj su najznačajniji tipovi šumskih ekosistema, klimaksnog karaktera, biocenoze čistih smrčevih šuma (tip *Piceetum excelsae*) i šumske biocenoze endemičnih i reliktnih balkanskih borova munike (*Pinus heldreichii*) i molike (*P. peuce*), ustvari tipovi šumskih ekosistema

*Pinetum heldreichii* i *Pinetum peucis*. Treba reći da su ovi poslednji šumski ekosistemi, munike i molike, prilagođeni izuzetnim uslovima mediteranske i submediteranske visokoplaninske klime: vrlo toplom planinskom letu sa veoma intenzivnom sunčevom radijacijom s jedne strane, i surovim visokoplaninskim uslovima za vreme zime.

Na našim planinama, u SR Srbiji, ovaj poslednji, visokoplaninski šumski pojas proteže se do približno 2.000 m n.v. Iznad njega, sve do najviših planinskih vrhova, pruža se visokoplaninska alpijska vegetacija, koju obrazuju različite zeljaste, polužbunaste i žbunaste biljke.

Međutim, između visokoplaninske frigorifilne četinarske šumske vegetacije s jedne strane, i visokoplaninske alpijske zeljaste vegetacije s druge, proteže se jedan **prelazni vegetacijski pojas**, čias uži čias širi, koji izgrađuju **visokoplaninski žbunasti četinari**, u prvom redu visokoplaninski bor krivulj (*Pinus mugo*) i visokoplaninska kleka (*Juniperus nana*). Ovaj prelazni vegetacijski pojas pripada tipu šumskih ekosistema *Pinetum mughi* i *Juniperetum nanae*. Kako ćemo docnije videti, ovaj žbunasti prelazni pojas vegetacije, koji neki atuori označavaju i kao »zona borbe« (tj. »borbe« između šumske visokoplaninske i visokoplaninske zeljaste vegetacije), ima izuzetan značaj.

Iznad žbunaste visokoplaninske vegetacije proteže se **zona visokoplaninskih livada pretežno alpijskog tipa**, koje su danas, najčešće, pretvorene u visokoplaninske pašnjake.

Naravno, ova slika vegetacijskih prilika u SR Srbiji i visinskog rasprostranjenja pretežno šumskih ekosistema i vegetacijskih zona, sasvim je uopštena i u velikoj meri idealna; ona predstavlja klimaksno stanje pojedinih visinskih zona. Međutim, danas su vegetacijski odnosi u SR Srbiji u najvećoj meri poremećeni, pre svega antropogenim uticajima; pojedine vegetacijske zone, u krajnjem slučaju, čak su uništene u potpunosti na pojedinim terenima. Na drugim mestima šumski ekosistemi su izmenjeni, uglavnom na nepovoljan način, došlo je do izrazitih degradacija prvobitnog, prirodnog stanja. Zato je jedan od najvažnijih zadataka primenjene ekologije (pre svega šumske ekologije), da se vegetacija i ekosistemi SR Srbije vrata na primarno, klimaksno stanje, procesom progradacije; to, praktično, znači da se obnovi prirodna šumska vegetacija, i to u skladu sa zaključcima do kojih su došle fundamentalna i teorijska ekološka i druga istraživanja (npr. šumarska ekologija, biogeografija itd.). Ovo treba naročito podvući, s obzirom da se čine pokušaji izmene sadašnjeg stanja, ali na osnovu proizvoljnih kriterijuma, nenaučno i ne u skladu sa našim regionalnim ekološkim i biogeografskim prilikama.

U toku daljeg izlaganja izneću nekoliko osnovnih problema, koji su, možda, i najznačajniji, a svakako oni najbolje pokazuju današnje prilike i stanje u kome se nalazi prirodna vegetacija naše Republike, težinu tog stanja, kao i pravce u kojima treba to stanje menjati, odnosno poželjne perspektive koje pružaju teorijska, odnosno fundamentalna ekologija i njene primenjene oblasti (npr. šumarska ekologija, agronomija, argofitocenologija itd.).

## NEKI OSNOVNI PROBLEMI U VEZI SA SADAŠNJIM STANJEM PRIRODNIH EKOSISTEMA I VEGETACIJE — PERSPEKTIVE

Najvažniji problemi u vezi sa sadašnjim stanjem prirodnih ekosistema i vegetacije, u vezi sa perspektivama koje se pružaju, mogu se formulisati na sledeći način, u okviru nekoliko tačaka:

1. **Gotovo potpuna uništenost nizijskih higrofilnih šumskih ekosistema, ali isto tako i drugih oblika vegetacije u nizijama:** vodene vegetacije, močvarne vegetacije, ekosistema plavnih i vlažnih livada.

2. **Gotovo potpuno iščezavanje termofilnih hrastovih šuma u brdskom pojasu vegetacije, ili njihova degradacija u većem ili manjem stepenu.**

3. **Uništavanje, degradacija i devastacija vegetacijskog pojasa visokoplaninskih frigorofilnih šuma, pretežno četinarskih ekosistema.**

4. **Uništavanje prelazne zone visokoplaninskih žbunova i pomeraње gornje šumske granice na dole;** ogromno povećavanje površina pod visokoplaninskim pašnjacima, i to naročito na račun najvišeg planinskog pojasa.

Evo kako izgleda situacija u vezi sa ovim, gore navedenim osnovnim problemima.

1. **Gotovo potpuna uništenost nizijskih higrofilnih šumskih ekosistema, ali isto tako i drugih oblika vegetacije u nizijama:** vodene vegetacije, močvarne vegetacije, ekosistema plavnih i vlažnih livada.

U našim nizijskim oblastima, pretežno na severu SR Srbije (Vojvodina, Mačva, Pomoravlje, Negotinska krajina), prirodna šumska vegetacija higrofilnih šumskih ekosistema gotovo je u potpunosti uništena. To je i razumljivo kada se ima u vidu da su to naši najbogatiji poljoprivredni rejon, da je, u stvari, šumska vegetacija uništena radi stvaranja ziratnog zemljišta. Moguće da je veliki deo ovoga poljoprivrednog zemljišta nastao na račun uzoranih stepa, ali je to za sada još uvek veoma sporno. U svakom slučaju, duž velikih reka (Dunava, Save, Tise, Morave), ali i na višim terenima rečnih terasa i rečnih platoa, gde je svakako postojala šumo-stepska vegetacija, po mome shvatanju. Uostalom, ove dileme i nemaju neki naročiti praktični značaj u vezi sa ovim što se ovde razmatra, s obzirom da je jasno da ovi, uzdignutiji tereni, izvorno stepskog ili šumo-stepskog karaktera, treba i dalje da budu tretirani kao poljoprivredna zemljišta, tj. kao svojevrsni veštački ekosistemi, agrocenoze.

Međutim, sasvim je druga situacija u rečnim aluvijalnim ravnima, na prostorima duž samih reka, gde je ranije nesumnjivo bila razvijena prostrana vegetacija higrofilnih šumskih ekosistema, vodena vegetacija, močvarna vegetacija i plavne livade. Šume su najpre uništene, a zatim meliorativnim i drenažnim zahvatima i prirodna odnosno sekundarna vegetacija vodenih, močvarnih i livadskih biljaka. Tako su sa prostranih površina nestale različite lužnjakove, jasenove, topolove i vrbove šume, kao i drugi oblici higrofilne zeljaste vegetacije. Šume su uglavnom posećene, dok su površine pod vodenom vegetacijom i livadama drastično

smanjene, pre svega podizanjem nasipa duž reka i odgovarajućim drenažama terena; time je dovedeno do iščezavanja ovih ekosistema i njihovog prevođenja u poljoprivredne površine ili u neke druge oblike prirodnih zajednica (npr. u kserotermne livade).

Bez obzira na to što je, uopšte uzev, potrebno i opravdano isušivanje močvarnih terena i stvaranje u nizijama što većih površina pod poljoprivrednim kulturama, ipak, ovako drastično uništavanje prirodnog vegetacijskog pokrivača duž naših reka nije dobro iz mnogih razloga.

Pre svega, lužnjakove šume, naročito (tip *Quercetum roboris*), ali i vrbove odnosno topolove šume, nužno je sačuvati i obnoviti gde god je to moguće i poželjno, a to su upravo širi ili uži prostori duž reka. Ovakav tip **galerijskih šuma**, ali i šuma na širem prostoru od reke gde je to moguće, neophodne su kao prirodna zaštita vodotokova i područja duž njih. Šume, uopšte, imaju blagotvoran hidrološki i klimatski uticaj, počev od visokoplaninskih oblasti pa sve do nizijskih rečnih dolina. Osim šuma, pored reka morao bi da postoji i jedan, širi ili uži, pojas vodene vegetacije u starim napuštenim rečnim meandrima i barama (ekosistemi tipa *Potamogetum*, *Nupharetum*, *Nymphaeatum*, *Trapaetum*, *Phragmitetum*, *Typhaetum*, itd.), odnosno pojas močvarne i livadske vegetacije. Insistiranje na isušivanju i uništavanju prirodne vegetacije sve do samih rečnih obala, što se do sada i primenjivalo, potpuno je pogrešno.

Danas se mnogo govori o zagađenosti naših reka, o njihovom biološkom umiranju, o iščezavanju života u njima, a naročito o nestajanju ribljih populacija. Skloni smo da sve ovo pripišemo uticaju hemijske zagađenosti rečnih voda. Nesumnjivo da i to ima veliki značaj. Ali, zaboravlja se da se život u reci može održati jedino ako reka ima i svoju plavnu zonu, to jest upravo prirodne ekosisteme vodene, močvarne, livadske i šumske vegetacije u svojoj dolini. Za život u reci potrebna je hrana, a ona se prvenstveno produkuje u ekosistemima duž njenih obala, a koje smo napred naveli. Ova plavna zona, dovoljno široka i sa razvijenim oblicima barskih, močvarnih, livadskih i šumskih ekosistema, svojevrсно je i prirodno riblje mrestilište; ono pruža i sve druge potrebne ekološke uslove za razvoj i napredovanje riblje mlađi (npr. povoljna temperatura i prisustvo dovoljne količine hrane). Jednom rečju, rečni ekosistem, sa svojim živim svetom, u svome pravilnom i prirodnom funkcionisanju, nerazdvojno je vezan za ekosistem svoje plavne doline, čini sa njima jedan kompleksan i kompletan sistem.

Iz ovih nekoliko osnovnih podataka jasno proističe zaključak da bi i u nizijskim poljoprivrednim oblastima duž reka trebalo obnoviti prirodnu šumsku vegetaciju i ostale prirodne vegetacijske oblike; odnosno, u slučaju da se melioracijama i drenažama tek pristupa (npr. slučaj Velike Morave), obavezno bi trebalo voditi računa da nasipi budu dovoljno daleko od reke, kako bi se time obezbedilo formiranje i održavanje ovih prirodnih šumskih i drugih ekosistema higrofilnog karaktera.

**2. Gotovo potpuno iščezavanje termofilnih hrastovih šuma u brdskom pojasu vegetacije, ili njihova degradacija u većem ili manjem stepenu.**



Kserotermofilno brdsko područje hrastovih šuma predstavlja jedno od najugroženijih u našoj Republici. To je i razumljivo kada se ima u vidu da je ono, s jedne strane, veoma naseljeno, što je i dovelo do uništenja šumske vegetacije i pretvaranja šumskih staništa u ziratno zemljište, a s druge strane da brdovita konfiguracija terena doprinosi u velikoj meri ubrzanju procesa erozije (to je u severnim nizijskim oblastima daleko slabije izraženo, mada erozija i tamo deluje); osim toga, ovde su veoma izraženi i kontinentalni uticaji suve klime, što još više otežava obnovu i održavanje jednom uništenih ili narušenih ekosistema. Ovde je pre svega bila ugrožena i velikim delom uništena šumska vegetacija klimaksnog tipa ekosistema *Quercetum confertae-cerris*, tako da je, na primer, u centralnom delu SR Srbije od nekadašnje izvanredne šumovitosti ostalo sada samo ime (tj. Šumadija). Na pojedinim mestima, na platoima i blagim padinama, nastale su oranice, dok su se na strmijim padinama razvile brdske livade i brdski pašnjaci, od kojih mnogi imaju izrazit karakter stepskih fragmenata.

Jednom rečju, tip šumskog ekosistema *Quercetum confertae — cerris* iščezao je iz SR Srbije kao kompaktna vegetacijski pokrivač, ali su se, ipak, na mnogim mestima očuvali manji ili veći kompleksi ovih izvanredno značajnih šumskih biocenoza. Međutim, ovo područje, naročito idući sve više ka jugu, u kome se pravcu pojavljuje sve izrazitiji brdski i planinski reljef, veoma je ugroženo usled uništenja ili degradacije prvobitnog šumskog pokrivača; stoga mu i preti velika opasnost od sve jače erozije i pretvaranja terena u goli krš i čak antropogene pustinje.

Posebno je sumnjive vrednosti egzistencija suvih brdskih livada, naročito nekih njihovih oblika, koje su slaba prepreka eroziji, a u ekonomskom pogledu ni izdaleka ne mogu nadoknaditi ono što se gubi nedostatkom šume, a naročito onim što predstoji kao velika opasnost.

Jedna od olakšavajućih okolnosti je ta što je narod u SR Srbiji navikao da održava pojedine fragmente ranije šumske vegetacije, tzv. zabrane ili »plotove«, koji imaju veliku protiverozionu ulogu, a isto tako predstavljaju i centre odakle se prvobitna šumska vegetacija progresivnom sukcesijom može obnoviti. Naravno, ovi šumski zabrani imaju i veliki naučni značaj, pružajući dragocene informacije o pravom karakteru nekadašnjih šumskih ekosistema.

Naravno, s obzirom na prostranstvo svoje teritorije tip *Quercetum confertae — cerris* predstavlja najuništeniji oblik termofilne vegetacije brdskog područja. Međutim, uništeni su, svakako, i drugi šumski ekosistemi, od kojih su se neki zadržali samo na ograničenim površinama (npr. tip *Castanetum sativae*). One šumske biocenoze koje se razvijaju na izrazito eksponiranim, strmim i južnim brdskim i planinskim padinama, imaju posebno teške uslove za svoj opstanak. Ali, istovremeno, to su i najotporniji oblici vegetacije, pa pružaju odličnu zaštitu protiv erozije na ovakvim, posebno ugroženim terenima.

Na mnogim degradovanim šumskim površinama ove brdske zone zapaža se jedna značajna i interesantna pojava. Naime, spontano, ukoliko se čovek ne meša, stvaraju se prostrane biocenoze šikarastog, odnosno šibljačkog tipa, koje sa šumarskog gledišta izazivaju nezadovolj-

stvo. Međutim, širake predstavljaju prirodan stupanj u progresivnoj sukcesiji vraćanja ka prvobitnoj šumskoj vegetaciji, te zato treba da budu forsirane i održavane (to se, na primer, postiglo u velikoj meri već samom zabranom slobodne ispaše koza).

Ovde treba reći da je i gornji, prelazni šumski pojas tipa *Quercetum montanum* u velikoj meri ugrožen, posebno zbog krševitih planinskih uslova reljefa. Međutim, s druge strane, nešto vlažniji uslovi u ovoj zoni olakšavaju ekološku situaciju, pa se i obnova vegetacije tipa *Quercetum montanum* može lako izvršiti.

Vegetacija bukovich šuma u mezofitnom brdskom i planinskom području u načelu je daleko manje poremećena i ugrožena, nego šumski ekosistemi termofilnog brdskog područja i, naročito, frigorifilne visokoplaninske šumske vegetacije. Zato se na problemu bukovich šumskih ekosistema ovde nećemo zadržavati, mada i to pitanje zaslužuje, svakako, određenu pažnju.

### **3. Uništavanje, degradacija i devastacija vegetacijskog pojasa visokoplaninskih frigorifilnih šuma, pretežno četinarskih ekosistema.**

Frigorifilna visokoplaninska šumska vegetacija predstavlja posebno ugroženu zonu, a naročito šumski ekosistemi endemičnih i reliktnih visokoplaninskih borova munike (*Pinus heldreichii*) i molike (*P. peuce*). Ustvari, šumski ekosistemi tipa *Pinetum heldreichii* i *Pinetum peucis* kao kompaktna zona u našim planinama gotovo da su u potpunosti uništeni, sa izuzetkom nekih područja u kojima se još nalaze prostrani kompleksi munikovih i molikovih šuma (pre svega na Prokletijama).

Uzroci zbog kojih je frigorifilna šumska visokoplaninska vegetacija u tolikoj meri uništena sasvim su jasni; visokoplaninsko ekstenzivno stočarstvo zahtevalo je sve veće i veće pašnjačke površine, pa su se one, razumljivo, mogle da stvore jedino sećom i krčenjem šuma najbližih već postojećoj visokoplaninskoj livadskoj vegetaciji (koja je, sa svoje strane, već ranije pretvorena u vegetaciju visokoplaninskih pašnjaka). Osim toga, opet zbog visokoplaninskog stočarenja, upravo u ovoj zoni nalaze se tzv. letnji stanovi stočara (bačije); blizina ovih ljudskih naselja, bez obzira što su ona samo privremena, dovela je do intenzivnog uništavanja četinarskih smrčevih i borovih šuma, zbog potreba života u ovim naseljima. Naravno, treba imati na umu da su četinari, kao kvalitetno drvo, bili oduvek interesantni i zato predmet intenzivne eksploatacije, nezavisno od visokoplaninskog stočarenja.

Ustvari, ovaj najviši pojas planinske šumske vegetacije na mnogim planinama je gotovo u potpunosti uništen, u zoni prosečno širokoj oko 200 m n.v., i pretvoren je u pašnjake; time su prostrani planinski tereni izloženi brzom i snažnoj eroziji. Ovo se dešava ne samo sa vegetacijom munike i molike, već i sa smrčevim šumama. Kao pogodan primer za ovo navedimo Šarplaninu, na kojoj su smrčeve šume, munikove šume i molikove šume gotovo u potpunosti uništene; na ovaj način pomerani su ovako veštački stvoreni pašnjaci sve do zone bukovich šuma.

Jedan od najvažnijih imperativa koji se postavljaju pred našu primenjenu ekologiju i šumarstvo, jeste beskompromisna i neodložna obnova šumske četinarske vegetacije u frigorifilnom visokoplaninskom području, i svođenje pašnjačkih površina na razumnu meru.

Treba već ovde reći, a na to ću se još jednom vratiti, da forsiranje ekstenzivnog visokoplaninskog stočarstva ničemu dobrom ne vodi, već propasti ne samo šuma koje se zbog njega uništavaju nego i samih pašnjaka, u daljoj budućnosti (na mnogim planinskim masivima ovo se već i desilo, pa su se pojavile prostrane goleti, lišene gotovo svake vegetacije).

Treba imati na umu da erozija počinje odozgo, pa je zato zaštita i obnova najvišeg planinskog pojasa šumske vegetacije od izuzetne važnosti. Budućnost visokoplaninskog stočarstva treba tražiti u njegovom intenziviranju, boljem gazdovanju na primarnim prirodnim pašnjacima, a ne u uništavanju šuma, i, u krajnjoj liniji, degradovanju i samih primarnih pašnjaka iznad prirodne gornje šumske ranice.

Posebno bih hteo da podvučem da za južne planine SR Srbije visokoplaninska šumska vegetacija endemičnih balkanskih borova muničke i molike predstavlja idealan oblik šumske vegetacije, klimaksni tip šumskih ekosistema, da se radi o izuzetno značajnim zaštitnim šumama, te da ih treba neizostavno i što pre obnoviti u granicama čitavog njihovog prvobitnog areala.

**4. Uništavanje prelazne zone visokoplaninskih žbunova i pomeranje gornje šumske ranice na dole;** ogromno povećanje površina pod visokoplaninskim pašnjacima, i to naročito na račun najvišeg planinskog šumskog pojasa.

U najvišim regionima naših visokoplaninskih predela razvijeni su značajni i za nauku interesantni ekosistemi prelazne žbunaste vegetacije tipa *Pinetum mughi* i *Juniperetum nanae*, iznad gornje šumske granice; iznad ovih prelaznih biocenaza je čitav niz livadskih visokoplaninskih ekosistema alpijskog tipa; na osobito krševitim mestima, na strmim i okomitim stenovitim padinama, razvijene su specifične petrofitske biocenoze. Ovi visokoplaninski ekosistemi, pored ostalog, izuzetno su značajni u suzbijanju erozivnih procesa u najvišim planinskim regionima (erozija tu može biti vrlo drastična s obzirom na neke specifičnosti planinskih regiona: obilne padavine, lavine, snažni vetrovi, oburvavanje sitnijeg i krupnijeg kamenja, naročito na tzv. točilima ili siparima itd.).

Ova slika visokoplaninske alpijske vegetacije predstavlja idealno, prirodno, primarno i klimaksno stanje. Međutim, danas je situacija znatno drukčija s obzirom na snažne antropogene uticaje, pre svega u vezi sa ekstenzivnim visokoplaninskim stočarstvom i pretvaranjem ovih prostora u visokoplaninske pašnjake. U stvari, najveći deo žbunaste prelazne vegetacije i visokoplaninskih alpijskih livada je uništen ili u velikoj meri narušen. Žbunasta vegetacija visokoplaninskog bora krivulja (*Pinus mugo*) i visokoplaninske kleke (*Juniperus nana*), aktivno je uništen od strane čoveka, i to najčešće sečom i paljenjem. Time su površine pod zeljastom vegetacijom proširene, nadole, a još više uništavanjem najvišeg planinskog pojasa šumske vegetacije, od njene gornje granice pa, često, sve do sledećeg šumskog pojasa; to, ustvari, znači da

je uništen ili značajno narušen ili sveden na manje površine, četinarski visokoplaninski šumski pojas, sve od zone bukovih šuma. Ovo su, nesumnjivo, veliki i teški poremećaji prirodnih planinskih ekosistema i čitave životne sredine u tim predelima. U takvim uslovima erozija, koja počinje od najviših planinskih vrhova, sve više jača, ništa joj više ne stoji na putu, pa se ona razvija i dalje prenosi sve do planinskih podnožja, odražavajući se štetno čak i u nizijskim predelima. O ovome se dosta zna i nije potrebno na tome naročito insistirati, ali je neophodno da se shvati da je jedan od najznačajnijih uzroka eroziji upravo narušavanje prirodnih ekosistema u najvišem šumskom pojasu, u zoni gornje šumske granice i prelaznoj žbunastoj zoni iznad nje, kao i u zoni visokoplaninske zeljaste alpijske vegetacije.

Što se tiče same visokoplaninske alpijske livadske vegetacije, ona je, kao što je već rečeno, pretvorena u visokoplaninske pašnjake; u pašnjake su pretvoreni i prostori koji su nekada bili pod žbunastom vegetacijom visokoplaninskog bora krivulja i visokoplaninske kleke, zona gornje šumske granice, kao i najviši planinski šumski pojas.

Kakvi su ovi visokoplaninski pašnjaci, u kakvom stanju se danas nalaze i kakva im je dalja sudbina? Odmah treba reći da su visokoplaninski pašnjaci naših planina u više ili manje lošem stanju (a to je, uzgred budi rečeno, slučaj i sa visokoplaninskim pašnjacima većine veropskih zemalja). Na pojedinim mestima visokoplaninski pašnjaci izgubili su gotovo svaku ekonomsku vrednost. U stvari, ovde imamo slučaj jedne izrazito regresivne, štetne sukcesije, prouzrokovane antropogenim uticajima.

U čemu je zapravo stvar? Ne ulazeći u detalje nastalih procesa i degenerativnih promena, treba reći da je ekstenzivno visokoplaninsko stočarenje na visokoplaninskim pašnjacima dovelo, putem **negativne selekcije florističkog sastava** i drugim uticajima, do pretvaranja ranije složenog mozaika različitih visokoplaninskih livadskih i pašnjačkih ekosistema u pretežno jedan jedini tip ekosistema, u tip *Nardetum*, koji u sebi uključuje različite i mnogobrojne varijante.

Visokoplaninska pašnjačka vrsta *Nardus stricta*, narodno ime trava tvrdača ili tipac, vrsta iz familije *Gramineae*, biljka koju stoka nerado jede, pa čak i izbegava je i odbacuje. Stoka nerado jede ili uopšte ne jede i mnoge druge biljke, posebno otrovne, npr. čemeriku — *Veratrum album*. Nasuprot tome, čitav niz drugih visokoplaninskih biljaka, u pogledu ishrane stoke veoma dobrih, stoka intenzivno pase. Na taj način, tokom dužeg vremena, sve je manje »dobrih« biljaka, a sve više onih »loših«, za ishranu stoke nepogodnih vrsta. Najzad, onih pravih gotovo i da nema više, dok se ove druge sve više razmnožavaju. Osim toga, i drugim načinima, a ne samo selektivnom ishranom, stoka forsira jedne biljke a uništava druge. Na primer, krećući se preko pašnjačkih površina stoka tapka nogama podlogu, nabija zemljište koje zbog toga gubi poroznost, vodni i vazdušni kapacitet, i sad ovako utabano zemljište postaje nepovoljno za mnoge biljne vrste, dok drugima to ništa ne smeta. I opet, one koje iščekavaju najbolje su u ekonomskom, hranidbenom pogledu, dok one koje ostaju i koje se tako forsiraju, predstavljaju po pravilu, za ishranu stoke malo vredne biljke.

U tome se upravo i sastoji negativna selekcija biljnih vrsta na pašnjacima od strane stoke, kao izrazito negativan antropogeni uticaj.

Od posebnog značaja je to što je prema ovim uticajima najotpor- nija, odnosno što je ovim uticajima najbolje prilagođena, upravo vrsta *Nardus stricta*, za ishranu stoke nepogodna trava. Ona je čvrste konzistencije (otuda narodno »tvrdača«), stoka je ne voli, pa kad je pasenjem i iščupa iz zemlje odmah je i izbacila iz usta; otporna je na mnoge nepovoljne spoljašnje uslove, posebno dobro podnosi utabanu podlogu, slabo aerisano i vlažno zemljište. Zahvaljujući svome načinu razmnožavanja, osobito vegetativnog, *Nardus stricta* je u stanju da skoro potpuno pokrije ogromne prostore svojim čvrstim, zbijenim busenima. Ovako zbijen travni pokrivač otežava uspešan razvoj drugih livadskih i pašnjačkih biljaka, pogoršava osobine zemljišta, dovodeći najzad i do zamočvarivanja terena. Jednom rečju, pod uticajem negativnog antropogenog delovanja putem ekstenzivnog visokoplaninskog stočarenja, visokoplaninski raznovrsni ekosistemi livada i pašnjaka pretvaraju se u loše pašnjake tipa *Nardetum*. U vezi sa našim visokoplaninskim pašnjacima ovo je jedan od najtežih problema. Kada se ima na umu da su *Nardetumi* osvojili ne samo prvobitno površine alpijskih livada, i uopšte visokoplaninske alpijske vegetacije, već i prostore koji su bili pod žbunastom vegetacijom *Mughetuma* i *Juniperetuma*, kao i one koje su nekada naseljavale četinarske šume visokoplaninskog frigorifilnog vegetacijskog pojasa, postaje jasno u kolikoj meri je stvarno prevladavanje pašnjačkog ekosistema tipa *Nardetuma* težak problem.

Kakva je perspektiva da se sve ovo popravi? Pre svega, neophodno je restaurisati najgornji visokoplaninski šumski pojas, i gornju šumsku granicu. Time će se, istina, smanjiti pašnjačke površine, ali kompenzacija treba da bude u intenziviranju visokoplaninskog stočarstva a ne u njegovoj ekstenzivnosti. Zatim, i same primarne visokoplaninske pašnjake, iznad prirodne gornje šumske granice, treba meliorisati i time poboljšati njihove kvalitete, promeniti ih u sukcesiji od sadašnjih *Nardetuma* do prvobitnih raznovrsnih pašnjačkih ekosistema. U ovom poslu moraju se, naravno, koristiti saznanja i istraživanja ekologa, fitocenologa, agronoma, kao i drugih odgovarajućih nauka.

## ZAKLJUČCI I SUGESTIJE

Sve što je dosada rečeno može se rezimirati na ovaj način:

1. SR Srbija se odlikuje veoma složenom slikom svojih prirodnih ekosistema, pri čemu daleko najdominantniju ulogu i najveći prostor imaju šumske biocenoze; manji deo ekosistema, na visokim planinama, pripada visokoplaninskoj vegetaciji; na severoistoku SR Srbije, pretežno u Vojvodini, nalazi se područje šumostepskih ekosistema, a možda i stepskih; ovo pitanje još uvek nije do kraja raščišćeno. Iskorišćavanje ovih prostora i ovih ekosistema, ide uglavnom, u dva pravca: prvo, velike šumske površine su iskrčene i pretvorene u poljoprivredne površine; drugo, znatne površine su pretvorene u visokoplaninske pašnjake, na kojima se neguje stočarstvo.

2. Vegetacija SR Srbije i njeni ekosistemi zonirani su na sasvim određen način, a pre svega u vezi sa nadmorskom visinom; u nizijama na severu Republike osnovnu ulogu igraju prirodni ekosistemi močvarnih, plavnih i higrofilnih šuma (tipa *Quercetum roboris*, *Salicetum* i *Populetum*), a takođe i različiti oblici vodene, močvarne i livadske vegetacije. Iznad ove zone je hrastovo termofilno brdsko područje, sa šumama salduna i cera (tip *Quercetum confertae-cerris*). Kao prelazan oblik vegetacije prema sledećem visinskom pojasu vegetacije jesu šume hrasta kitnjaka (tip *Quercetum petrae montanum*).

Iznad ovog brdskog područja nalazi se mezofilno područje bukovih šuma, sa šumskim ekosistemom tipa *Fagetum moesiacaе serbicum*.

Poslednji visinski pojas šume čini frigorifilna visokoplaninska šumska vegetacija, pretežno četinarska. Ovaj pojas čini i gornju šumsku granicu, koja postepeno prelazi u jedan prelazan pojas žbunaste vegetacije tipa *Mughetum* i *Juniperetum nanae*. Najzad, od gornje šumske granice i ovog prelaznog područja prostire se, sve do najviših planinskih vrhova, visokoplaninska pretežno zeljasta vegetacija alpijskog tipa, vegetacija visokoplaninskih livada i pašnjaka.

3. Ovo izvorno, klimaksno i klimatogeno stanje vegetacije SR Srbije, kao i stanje njenih pojedinih ekosistema, u velikoj meri je izmenjeno i poremećeno, pre svega uticajem čoveka. Prvo, velike površine su pretvorene u oranice, čime su uništeni ili narušeni šumski i stepski oblici vegetacije, pretežno u severnim, ravničarskim oblastima. Brdski termofilni pojas vegetacije takođe je uništen i narušen, u većoj ili manjoj meri, pa su i tu stvorene oranice i brdske livade, na račun termofilnih ekosistema različitih hrastovih šuma. U ovim slučajevima uništavanje i narušavanje zahvatilo je ekosisteme vrbovih, topolovih, lužnjakovih i sladunovih šuma (tipovi *Salicetum*, *Populetum*, *Quercetum roboris*, *Quercetum confertae-cerris*).

Velika antropogena uništavanja i poremećaji zahvatili su i ekosisteme najviše planinske šumske zone, izgrađene pretežno od smrče, munike i molike (tipovi *Piceetum excelsae*, *Pinetum heldreichii*, *Pinetum peucis*), kao i prelaznu zonu iznad gornje šumske granice, žbunastog karaktera) tipa *Mughetum* i *Juniperetum nanae*); umesto njih obrazovali su se visokoplaninski pašnjaci tipa *Nardetum*; to isto desilo se i sa visokoplaninskom alpijskom vegetacijom, koja je takođe pretvorena, u pašnjake istog, nepovoljnog ekološkog tipa.

4. S obzirom na ovako velike promene i teške poremećaje u ekosistemima i vegetaciji SR Srbije, što je pre svega dovelo do drastičnih erozivnih manifestacija, potrebno je preispitati dosadašnju ljudsku delatnost i preduzeti odgovarajuće korake u cilju restauracije i poboljšanja prirodnih i veštačkih ekosistema i vegetacije.

5. Kao prvo, trebalo bi videti koje poljoprivredne površine treba da ostanu, da li je opravdana njihova egzistencija i tamo gde sve govori da je korisnije obnoviti prirodne ekosisteme. Intenziviranje poljoprivrede daleko bi kompenzovalo izuzimanje nekih poljoprivrednih površina i njihovo vraćanje u prvobitno ekološko stanje. Jedno od značajnih pitanja je i stvaranje tzv. poljozaštitnih šumskih pojaseva, koji bi

i u poljoprivrednim područjima bili potrebni i odigrali bi izvanredno pozitivnu ulogu.

6. Veoma je važan zadatak obnove prirodne šumske i druge vegetacije i prirodnih ekosistema duž velikih rečnih tokova; time bi se obnovio jedinstven ekološki kompleks koji sačinjavaju reka i njeno priobitno područje (aluvijalna ravan), odnosno šire i uže područje sa jedne i druge strane rečnog toka.

7. Brdsko kserotermofilno hrastovo područje treba apsolutno da bude obnovljeno, da se opet podignu šume klimaksnog tipa *Quercetum confertae-cerris*, i drugi prirodni ekosistemi u odgovarajućim lokalnim uslovima.

8. Jedan od najtežih i najvažnijih zadataka je i obnova šumskih ekosistema u frigidofilnoj visokoplaninskoj vegetaciji, pretežno četinarskog karaktera, pri čemu su najvažniji ekosistemi smrčevih šuma (tip *Piceetum*) i šume endemičnih balkanskih visokoplaninskih borova munike i molike (*Pinetum heldreichii* i *Pinetum peucis*). Isto tako, posebna pažnja treba da bude posvećena obnovi gornje šumske granice, sve do njene prirodne visinske linije, tj. do prelazne žbunaste vegetacije bora krivulja i planinske kleke.

9. Područje visokoplaninske vegetacije alpijskog tipa, u kojoj danas dominiraju pašnjaci tipa *Nardetum*, treba da bude meliorisano, da se prirodni pašnjaci poboljšaju i da se obnovi prirodna klimakсна visokoplaninska vegetacija na onim mestima na kojima je prisustvo pašnjaka nepotrebno, ili čak i štetno. Sve to, naravno, pretpostavlja prelazak od ekstenzivnog ka intenzivnom visokoplaninskom stočarenju.

10. Sve ove duboke promene u prirodnim i veštačkim ekosistemima SR Srbije koje se predlažu, zahtevaju, razumljivo, puno angažovane odgovarajućih naučnih disciplina, pre svega ekologije (fundamentalne i primenjene), fitocenologije, šumarstva i agronomije; zahteva dalja naučna istraživanja i odgovarajuće praktične poduhvate. Ovaj referat je i imao za cilj da ukaže, u najopštijim crtama, osnovne probleme u vezi sa sadašnjim stanjem naših prirodnih ekosistema i vegetacije, i perspektivama koje se pružaju u vezi sa njihovim obnavljanjem, unapređenjem i zaštitom. Smatramo da ne bi trebalo da bude kolizije između naučnih zahteva i prakse, i da su postojeće konfrontacije više izraz nedovoljno shvaćenih stvarnih potreba naše privrede, a daleko manje rezultat načelnih neslaganja. Ako želimo moderno privređivanje, pa sve do visokoplaninskog stočarenja, onda moramo biti svesni činjenice da je ključ za rešavanje mnogih problema upravo u primeni naučnih shvatanja, i u obnavljanju, u odgovarajućoj meri, prirodnih ekosistema i klimakčnih vegetacijskih oblika.

## Summary

MILORAD M. JANKOVIĆ

**PLANT WORLD OF NATURAL ECOSYSTEMS IN S.R. SERBIA  
— THE PRESENT STATE AND PERSPECTIVES**

1. S. R. Serbia is outstanding by very complex pattern of natural ecosystems. Most predominant are, however, forest communities and they cover the largest areas; minor part of ecosystems constitutes the alpine vegetation on high mountains, whereas in the north-eastern Serbia, mainly in Vojvodina, occur woodlandsteppe or even real steppe ecosystems. The latter question is not yet definitely solved. Land use of these areas and ecosystems is done mainly in two directions: first, large woodland areas have been cleared and transformed in arable land; second, considerable areas have been transformed into highland pastures where cattle raising developed.

2. The vegetation of S. R. Serbia and its ecosystems exhibit characteristic zonation primarily due to the altitudinal zones; in the north of the republic, in lowlands, major ecosystems constitute marshes, flooded and hygrophilous forests (main types are *Quercetum roboris*, *Salicetum* and *Populetum*) as well as various forms of aquatic, marsh and meadow vegetation. Above this zone occurs montane thermophilous oak region with the holly-turkey oak forests (the type *Quercetum confertae-cerris*). Transitional form of vegetation in relation to the following altitudinal vegetation zone is represented by the chestnut oak forests (the type *Quercetum petraeae montanum*).

Farther above the montane region occurs the mesophilous region of beach forest ecosystems of the type *Fagetum moesiacaе serbicum*.

The last altitudinal forest zone is built up of the frigoriphilous highmountain forest vegetation, mainly coniferous. This belt constitutes the upper forest limit and continues gradually into the transitional zone of bushy vegetation of the type *Mughetum* and *Juniperetum nanae*. Finally, above the forest limit and the transitional zone up to the highest mountain peaks occurs the highmountain herbaceous vegetation of the alpine type, i.e. the vegetation of highmountain meadows and pastures.

3. This original, climax and climatogenic state of the vegetation in Serbia and the state of some of its ecosystems, are changed or deteriorated great deal in the first place by the influence of Man. First, large areas are transformed into arable land and consequently the forest and steppe vegetation is destroyed or deteriorated at various extent particularly in the northern flat lowland. The montane thermophilous vegetation zone has also been destroyed or degraded at various extent and transformed into arable land or montane meadows that replaced the thermophilous ecosystems of different oak forests. The mentioned destructions and deteriorations affected particularly the willow, poplar, common oak and turkey oak forest ecosystems (the types: *Salicetum*, *Populetum*, *Quercetum roboris* and *Quercetum confertae-cerris*).



The extensive anthropogenic destructions and deteriorations affected also the ecosystems of the highest mountain forest belt consisting of the spruce, munika and molika pines (the types: *Piceetum excelsae*, *Pinetum heldreichii*, *Pinetum peucis*) as well as the transition zone above the upper forest limit with bushy vegetation the types: *Mughetum* and *Juniperetum nanane*); they are actually replaced by highmountain pastures of the *Nardetum* type; the same happened to the highmountain alpine vegetation, i.e. it was transformed into pastures of the same unfavourable ecological type.

4. In connection with such deep changes and heavy deteriorations of the ecosystems and vegetation in S. R. Serbia, causing first of all drastic and manifest erosion, it is necessary to reconsider current practice and take adequate measures in order to restore and ameliorate natural and man-made ecosystems and vegetation.

5. In the first place it should be decided what agriculture areas should be preserved, particularly there where all speaks in favour of restoring new natural ecosystems. Improved agriculture may easily compensate the loss of some agricultural areas brought back in the original ecological state. One of the important aspects should be the realization of the field protecting woodland belts which are desirable even in agricultural areas where they would be extremely useful.

6. Restoring natural forests and vegetation along major river courses makes another important task; this would regenerate the integrated ecological complex that constitute the river and its alluvial area, i.e. more or less extensive zone on both sides of the river.

7. The montane xerothermophilous region of oak should be definitely restored, namely the climax forests: *Quercetum confertae-cerris* and other natural ecosystems under the corresponding local conditions.

8. One of the most difficult but most important tasks should be restoration of the forest ecosystems in the frigoriphilos highmountain vegetation which consists mainly of conifers. The most important among them are the spruce forest ecosystems (the type *Piceetum*) and those of the endemic balkan highmountain pines munika and molika (*Pinetum heldreichii* and *Pinetum peucis*). Particular attention should be paid also to the restoration of the upper forest limit, up to its natural altitudinal line, i.e. to the transition bushy vegetation of the mountain pine and the pygmy juniper.

9. The highmountain region of the alpine vegetation, dominated at present by pastures of the *Nardetum* type, should be meliorated in order to improve the quality of natural pastures. Natural climax vegetation should be restored in those areas where pastures are unnecessary or even harmful. All this implies replacement of the extensive by an intensive highmountain cattle raising.

10. The deep changes of natural and man-made ecosystems in S. R. Serbia, require certainly full engagement of corresponding scientific disciplines, first of all of ecology (fundamental and applied), phytosociology, forestry and agriculture; further research and adequate practical

actions are necessary. The purpose of the present report has been to outline the basic problems related to the present state of our natural ecosystems and vegetation, and the perspectives provided by their restoration, improvement and conservation. In our opinion there should be no collision between the scientific demands and the practice; the existing confrontations are rather an expression of the insufficient understanding of real needs of the economy, than the consequence of some principle disagreements. If we want a modern economy in all fields, from the fishery and agriculture to the highmountain cattle raising, it must be realized that the key of the solution of these problems is provided by the application of the scientific thought in restoration at an adequate extent of natural ecosystems and climax vegetation.

## PRIKAZI, KRITIKA I BIBLIOGRAFIJA

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИТОЦЕНОЛОГИЯ ТЕМНОХВОЙНОЙ ТАЙ-  
ГИ** — (Eksperimentalna fitocenologija tamnočetinarske tajge). — **В. Г.  
Карпов.** — Izdanje »Nauka«, Lenjingradsko odeljenje, Lenjingrad, 1969,  
str. 336, il. 57, cena 2 r. i 04 kop.

Monografija profesora V. G. Karpova predstavlja rezultat višegodišnjih eksperimentalnih i stacionarnih istraživanja koja je autor vršio u dvema oblastima tamnočetinarske tajge u severnim delovima glacialnih i priglacialnih nizija evropskog dela SSSR, i to na razvođu reka Sit i Vožega u Volodskoj oblasti, odnosno u šumama nizija Jaroslavske oblasti. Istraživanja su izvođena u okviru Biogeocenoške laboratorije Botaničkog instituta imenom Komarova ANSSR, uz saradnju i staranje tada još živog akademika V. N. Sukačova. Ustvari, u svojim istraživanjima Karpov je razvio naučne ideje Sukačova u vezi sa fitocenologijom smrčevih šuma tajgove zone, kao i njegove teorijske biogeocenoške stavove i zahteve za eksperimentalnim fitocenoškim istraživanjima. Karpov je, u svojim istraživanjima, mnoge od ovih Sukačovljevih ideja i koncepcija realizovao, ali ih je i dalje razvio, kako je već rečeno. Može se reći da je danas prof. Karpov zasnovao u SSSR-u i posebnu, svoju fitocenošku školu eksperimentalne geobotanike, u okviru koje radi niz mlađih naučnih istraživača.

U knjizi **Eksperimentalna fitocenologija tamnočetinarske tajge** izloženi su rezultati višegodišnjih istraživanja uzajamnih odnosa biljaka u zajednicama tajge. Obiman eksperimentalni materijal iskorišćen je za osvetljavanje i rasmatranje čvornih pitanja fitocenologije šuma tajgove zone: 1. Faktori koji regulišu sastav i brojnost populacija biljnih vrsta u šumskim zajednicama; 2. Mehanizama eliminacije i formiranja florističkog sastava i strukture biljnih zajednica; 3. Uzajamnih odnosa između biljaka kao faktora sukcesije šumskog pokrivača; 4. Ekoloških aspekata konkurencije između biljaka za svetlosnu energiju, vlagu i mineralne materije u zemljištu. Detaljno su osvetljeni norme rastenja i strukturne reakcije biljaka na režim konkurencije u nadzemnim i podzemnim delovima šumskih zajednica. Knjiga se zasniva uglavnom na originalnim eksperimentalnim podacima i ima za cilj da da činjeničnu osnovu za kritičku analizu najvažnijih koncepcija o ekologiji i fitocenologiji tamnočetinarske tajge.

Knjiga ima, pored **Predgovora** i **Uvoda**, sledeća osnovna poglavlja:

1. **Oblici uzajamnih odnosa između biljaka u šumskim fitocenozama;**
2. **Važnija pitanja ekologije i fitocenologije smrčevih šuma;** 3. **Objekti**

i metodi ispitivanja; 4. Eksperimentalna analiza uzajamnih odnosa između drveća i mladica smrčice; 5. Eksperimentalna analiza uzajamnih odnosa između odraslog drveća i mladica širokolisnih vrsta; 6. Eksperimentalna analiza uzajamnih odnosa između drveća i biljaka donjih spratova u zajednicama tajge; 7. Ekološki aspekti konkurencije između biljaka u zajednicama tajge. Na kraju dat je **Zaključak, Literatura i Ukazatelj latinskih naziva biljaka.**

U prvoj glavi (**Oblici uzajamnih odnosa između biljaka u šumskim fitocenozama**) autor ukazuje na složene međuodnose između različitih biljnih vrsta u jednoj zajednici, kao i između individua iste vrste, pri čemu ti međuodnosi mogu biti povoljni ili nepovoljni za učesnike. U toku daljeg izlaganja obrađeni su **transabiotička uzajamna delovanja među biljkama**, pri čemu u njihovim okvirima treba razlikovati tri osnovne grupe: 1. konkurentne odnose među biljkama; 2. uticaje jednih biljaka na druge kroz formiranje uslova sredine; 3. alelopatske forme uzajamnih dejstava među biljkama. Govoreći o uticaju jednih vrsta na druge kroz formiranje uslova sredine, Karpov ističe da se tu radi ustvari o dve osnovne grupe uticaja: 1. uticaj jednih biljaka na druge putem promene faktora mikroklimе u prizmenom sloju vazduha, i 2. uzajamna dejstva među biljkama na osnovu promene edafskih uslova. Alelopatskim formama odnosa među biljkama posvećena je takođe odgovarajuća pažnja, pri čemu se Karpov priklanja mišljenju da alelopatski faktori igraju daleko manju ulogu u formiranju florističkog sastava i regulaciji populacija vrsta u zajednici nego konkurencija između vrsta za svetlost, vlagu i mineralne materije u zemljištu. **O kontaktnim uzajamnim dejstvima među biljkama** takođe se govori, pri čemu se ove koakcije obično dele na kontaktna mehanička i kontaktna fiziološka međudejstva. Ustvari, u ovoj prvoj glavi izloženi su neki opšti stavovi o različitim kategorijama odnosa između biljaka.

U drugoj glavi (**Važnija pitanja ekologije i fitocenologije smrčevih šuma**) autor najpre ukazuje da se pitanjima ekologije i fitocenologije smrčevih šuma naučnici bave već dugi niz godina, što je dovelo do velikog broja dragocenih podataka, mada među njima preovlađuju oni koji se odnose na deskripciju i klasifikaciju smrčevih šuma, sistematizaciju podataka o njihovom sastavu i strukturi, kao i na utvrđivanje ekoloških i sukcesionih veza među njima. U prvom delu Karpov govori o **Diferencijaciji smrčevih šuma na tipove zajednica** (tipove fitocenoza), pri čemu ističe osobitu ulogu Kajandera (Cajander) i Sukačova (Сукачев) u stvaranju radnih hipoteza za objašnjenje fenomena ove diferencijacije. U drugom delu obrađuje se pitanje **Mehanizama formiranja florističkog sastava i strukture zajednica smrčevih šuma**, pa se ističe da u okviru jednog tipa fitocenoze mogu delovati veoma različiti mehanizmi regulacije i stabilizacije brojnosti populacija različitih vrsta. U sledećem delu reč je o **Fitocenozi kao faktoru morfogeneze i mikroevolucije biljaka tamnočetinarske tajge**, a zatim se raspravlja o **Mehanizmima procesa obnove i smene fitocenoza**, pri čemu se izuzetan značaj daje međuodnosima dominantnih i edifikatorskih vrsta drveća.

Od treće glave (**Objekti i metodi ispitivanja**) počinje ustvari izlaganje o sopstvenim rezultatima (dok su u dvema prethodnim izloženi

opšti problemi vezani za ekologiju tamnočetinarske tajge). Već je rečeno da su objekti ispitivanja bili dve oblasti tamnočetinarske tajge u severnim nizijskim oblastima evropskog dela SSSR. Autor daje njihov opšti opis i karakteristike, u klimatskom i drugom pogledu (**Prirodni uslovi i struktura šumskog pokrivača**), a zatim govori o **Principima izbora objekta ispitivanja**. Vrlo detaljno su izloženi **Građa i važnija vodno-fizička i hemijska svojstva podloge**. Poseban deo, vrlo iscrpan, odnosi se na **Floristički sastav i strukturu zajednica** (kako nadzemnu tako i podzemnu). Vrlo interesantno i značajno je izlaganje o **Principima konstruisanja šeme eksperimenata i metoda dobijanja rezultata**, pri čemu autor ističe dva osnovna zadatka: 1) određivanje karaktera i stepena uticaja jednih individua i vrsta na druge, i 2) izučavanje mehanizama uzajamnih dejstava među komponentama fitocenoze. Osnovni model eksperimenta je u sledećem: pored kontrolne površine (na sečinama) izdvojene su i površine u različitim zajednicama tajge radi upoređivanja, i u svakoj od tih površina nalazile su se po četiri manje površine, sa sledećim varijantama: 1. struktura fitocenoze nije narušena; 2. koreni drveća su izolovani; 3. nadzemni delovi zeljastih biljaka i mahovina su udaljeni, i 4. koreni drveća su izolovani, nadzemni delovi zeljastih biljaka i mahovina su udaljeni. Ovakva šema eksperimenta omogućila je da se posmatraju osnovni momenti u konkurenciji biljaka proučavanih četinarskih šumskih zajednica.

Četvrto poglavlje je od posebnog značaja (**Eksperimentalna analiza uzajamnih odnosa između drveća i mladica smrče**), s obzirom da se u njemu obrađuje, prema rečima samog autora, jedan od najvažnijih mehanizama očuvanja dinamičke ravnoteže šumskih zajednica, na primeru tamnočetinarske tajge, tj. procesi u odnosima između drveća i njihovih klica i mladica pri kojima se vrši regulacija brojnosti podmlatka i njegovo odabiranje. Poseban deo ovog poglavlja posvećen je **Mehanizmima regulacije klijanja semena i brojnosti klijanaca smrče (*Picea excelsa*)**, a takođe je posebno obrađeno i pitanje **Intenzivnosti eliminacije u sukcesivnim fazama uzrastnog razvića mladica smrče**. Iscrpno je rasmatrano i pitanje **Uticaja odraslog drveća na rastenje**. Iscrpno je rasmatrano i pitanje **Uticaja odraslog drveća na rastenje i intenzivnost procesa morfogeneze mladica smrče**. U toku daljeg izlaganja rasmatraju se problemi **Uticaja konkurencije odraslog drveća na produkciju organskih materija sejanaca smrče, Konkurencije odraslog drveća i ritma sezonskog razvića sejanaca smrče, i najzad Mehanizama regulacije brojnosti mladica smrče i smene šumskih zajednica**.

U petom poglavlju data je **Eksperimentalna analiza uzajamnih odnosa između odraslog drveća i mladica širokolisnih vrsta**, što je za temu knjige posebno značajno jer se radi o južnoj tajgi, dakle o području u kome se već mešaju i nemoralni elementi, među njima i listopadne širokolisne vrste drveća. Autor je napre obradio pitanje **Klijanja semena i brojnosti klijanaca hrasta lužnjaka (*Quercus robur*)**, a zatim i **Dinamiku brojnosti klijanaca ovoga hrasta**. Kao i u slučaju smrče, i ovde je eksperimentalno obrađen **Uticaj odraslog drveća na rastenje i procese morfogeneze mladica hrasta, a zatim Uticaj konkurencije odraslog drveća na produkciju organskih materija mladica lužnjaka, od-**

nosno **Konkurencija odraslog drveća i ritam sezonskog razvića mladica lužnjaka**. Pored osnovne širokolisne vrste drveta, tj. hrasta lužnjaka, obrađen je i **Mehanizam regulacije brojnosti i rasteñja drugih širokolisnih vrsta**, i to jaseća (*Fraxinus excelsior*), javora (*Acer platanoides*) i lipe (*Tilia cordata*). Na kraju, govori se **O faktorima koji određuju više-vekovne smene šumskog pokrivača**.

U šestoj glavi obrađena je **Eksperimentalna analiza uzamajnih odnosa između drveća i biljaka donjih spratova u zajednicama tajge**, pri čemu autor ističe da su biljke donjih spratova (zeljaste biljke, žbunici i mahovine) veoma značajne u šumskim zajednicama jer kontrolišu brojnost i rasteñje novih generacija drvenastih biljaka, i na taj način utiču na karakter (npr. gustinu) populacija u sinuzijama edifikatorskih vrsta drveća. U prvom delu ovoga poglavlja, koji nosi naslov **Brojnost i floristički sastav živih semena u zemljištu**, raspravlja se o značaju očuvanja vitalnosti semena u zemljištu dugi niz godina, kao i brojnosti i florističkog sastava semena u zemljištu za održanje i obnavljanje određenih fitocenoza. Dalje se raspravlja **O faktorima koji ograničavaju klijanje semena i brojnost klijanaca, zeljastih biljaka i žbunica**, a zatim iscrpno o **Mehanizmima koji formiraju floristički sastav i strukturnu organizaciju donjih spratova**. U okviru šeste glave analiziraju se takođe i sledeća pitanja: **Uticaj odraslog drveća na rasteñje, građu i životne cikluse razvića zeljastih biljaka i žbunica**, zatim **Mehanizmi eliminacije pionirskih vrsta zeljastih biljaka**, i najzad **Mehanizmi eliminacije nemoralnih vrsta zeljastih biljaka**.

Sedma glava ima za predmet proučavanje **Ekološke aspekte konkurencije između biljaka u zajednicama tajge**. Odmah u početku autor ističe da nema sumnje da različite individue i vrste sasvim specifično reaguju na jedan isti faktor sredine u zajednicama, pa i u uslovima minimalne konkurencije sa drugim biljkama. Zato mnoge fiziološke karakteristike vrste, dobijene u uslovima laboratorijskog eksperimenta, mogu biti iskorišćeni samo sa velikom oprežnošću za objašnjenje njenog ponašanja u prirodnim uslovima. Drugim rečima, konkurencija između biljaka u prirodnim uslovima, u životnim zajednicama, faktor je od prvorazrednog značaja. U okviru ove glave raspravlja se o sledećem: **Konkurencija između biljaka za sunčevu svetlost, Konkurencija između biljaka za zemljišnu vlagu, Konkurencija između biljaka za mineralne materije u zemljištu, i O uzajamnom delovanju faktora konkurencije između biljaka**.

Na kraju knjige dat je **Zaključak**, u kome su rezimirani osnovni rezultati autorovog eksperimentalnog rada. **Spisak literature** navodi naslove velikog broja radova i knjiga relevantnih za probleme koje je u okviru svoje monografije obrađivao i sâm Karpov.

Kao zaključak ovoga prikaza može se reći da je knjiga prof. V. G. Karpova veoma vredan prilog poznavanju jednog od aspekata ekologije i cenologije šumskih zajednica, u ovom slučaju zajednica tamnočetinarske tajge, i to posebno konkurentskih odnosa između biljaka u fitocenozi. Posebna vrednost radova izloženih u recenziranoj knjizi jeste njihov eksperimentalan karakter, što znači da se radi o **eksperimentalnoj fitocenologiji** (ili eksperimentalnoj geobotanici). Drugim rečima,

eksperimentalni pristup ekološkim i sinekološkim problemima glavna je karakteristika ovih istraživanja. Kada se ima u vidu da je eksperimentalni pravac u ekologiji, a naročito u biogeocenologiji, još uvek nedovoljno zastupljen, da taj pravac zahteva i izuzetne napore (s obzirom na složenost odnosa u prirodnim uslovima biocenoza i uopšte na eksperimentalan rad u poljskim uslovima), naporima i rezultatima autora mora se odati puno priznanje. Ustvari, prof. Karpov je nastavio i posle ovih svojih prvih istraživanja sa eksperimentalnim pristupom problemima biogeocenologije (pre svega na primeru tamnočetinarske tajge), sada okružen mnogobrojnim, mlađim saradnicima, zasnovao je ustvari specifičnu modernu školu eksperimentalne geobotanike, na tradicijama ideja Sukačova i u okviru Lenjingradskog Botaničkog instituta imenom Komarova, koja u poslednje vreme postiže sve značajnije i vrednije rezultate.

*Prof. Dr Milorad M. Janković*





## PRIKAZI, KRITIKA I BIBLIOGRAFIJA

**DIE VEGETATION OSTEUROPAS, NORD- UND ZENTRALASIENS**  
(Vegetacija istočne Evrope, severne i centralne Azije), **Heinrich Walter**.  
— Vegetationsmonographien der einzelnen Grossräume- Bd. VII, Herausgegeben von prof. Dr. H. Walter, izdanje Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1974, str. 452, il. 363.

Veliki poznavalac vegetacije sveta i jedan od najistaknutijih savremenih fitoekologa, prof. Dr. Hajnrih Valter (Heinrich Walter), izdao je u nizu svojih kapitalnih dela kao poslednje i značajnu monografiju »**Vegetacija istočne Evrope, severne i centralne Azije**«. Ustvari, ova knjiga logičan je nastavak i dalji razvoj nekih ranijih napora prof. H. Valtera na proučavanju vegetacije ovih istočnoevropskih i azijskih područja, koji su došli do izražaja već u jednoj dosta ranije objavljenoj manjoj monografiji (H. Walter: Die Vegetation Osteuropas unter Berücksichtigung von Klima, Boden und wirtschaftlicher Nutzung, 2. Aufl., 180 Seiten mit Vegetationskarte, Berlin, 1943). U ovoj sadašnjoj monografiji H. Valter, odličan poznavalac osobito vegetacije istočne Evrope, ostvario je i vrlo značajnu savremenu regionalnu vegetacijsku studiju.

Pored **Predgovora i Uvoda**, knjiga sadrži sledeća osnovna poglavlja: (I) **Arktičke pustijne i tundre**; (II) **Borealna zona četinarskih šuma — tajga**; (III) **Prelazno područje četinarsko-lišćarskih mešovitih šuma**; (IV) **Nemoralna zona lišćarskih šuma sa posebnim obzirom na uslove u Ukrajini**; (V) **Stepska zona**; (VI) **Polupustinje i pustinje**; (VII) **Multi-zonalna planinska područja**; **Literatura**; **Registar imena biljaka**, i **Registar pojмова**.

U **Uvodnom delu** govori se o položaju i veličini proučavanog područja, a zatim o opisivanju i grupisanju vegetacijskih jedinica, kao i o veličini vegetacijskih zona u istočnoj Evropi i severnoj Aziji. O pojmovima zonalne, ekstrazonalne i azonalne vegetacije daju se bitna objašnjenja, s obzirom na njihov značaj u studiji koja obuhvata vegetaciju ovako ogromne oblasti. U posebnom delu vegetacije pojedinih vegetacijskih zona raščlanjena je na podčinjene vegetacijske celine (npr. podzone), a zatim su iznete najznačajnije istorijske činjenice značajne za razvoj same vegetacije. Na kraju uvodnog dela dato je iscrpno objašnjenje za klimadijagrame (po Valteru), s obzirom da se oni u knjizi dosta često koriste, na osnovu nekoliko prikazanih klimadijagrama tipičnih za pojedina područja i zone, odnosno pojedine klimatske tipove.

U prvom poglavlju iscrpno se izlaže o rasprostranjenju i karakteristikama **Vegetacije arktičkih pustinja i tundre**. Posle nekoliko opštih

uvodnih napomena, autor prelazi na izlaganje karakteristika **arktičkih hladnih pustinja**, ilustrujući ih na primeru nekih područja i oblasti (Spicbergen, Novaja Zemlja, ostrvo Vrangela, ostrvo Koteljni). U posebnom delu govori se o **podeli i odnosima tundre**, pri čemu se od severa ka jugu izdvajaju arktička tundra, mahovinsko-lišajnska tundra, patuljasto-žbunasta tundra, šumotundra (severna i južna). O tundri kao visinskom pojasu, u planinskim i brdskim područjima arktika i subarktika, takođe se iznose odgovarajući podaci.

U drugom poglavlju, koje nosi naslov **Borealna zona četinarskih šuma — tundra**, prethodno se govori uopšte o ovoj šumskoj zoni. Na preglednim kartama dati su areali najvažnijih četinarskih vrsta drveća koje izgrađuju zonu tajge, eurosibirskog dela (*Picea excelsa*, *Picea obovata*, *Pinus silvestris*, *Larix sibirica*, *Larix dahurica*, itd.). Zatim se, u posebnom odeljku, govori o **borealnoj zoni četinarskih šuma u istočnoj Evropi** (i to o tamnočetinarskoj tajgi izgrađenoj prvenstveno od vrste *Picea abies* i *P. obovata*). Iscrpno su obrađene pojedine, karakteristične i najznačajnije asocijacije ovih četinarskih šuma, a takođe i po pojedinim područjima. Posebna pažnja posvećena je i **svetlim četinarskim šumama tajge od belog bora** — *Pinus silvestris* (u istočnoj Evropi). Zatim **sibirskoj tamnočetinarskoj tajgi**, koju izgrađuju pre svega *Picea obovata*, *Abies sibirica* i *Pinus sibirica*. **Svetloj četinarskoj lariševoj tajgi**, obrazovanoj od različitih vrsta roda *Larix*, sa glavnim rasprostranjenjem u Sibiru, poklonjena je takođe odgovarajuća pažnja.

U trećem delu obrađeno je **Prelazno područje četinarsko-lišćarskih mešovitih šuma**. U uvodu je dat kratak pregled opštih uslova sa opisom ovih šuma u nekim karakterističnim područjima, a zatim je izvršeno upoređenje sa odgovarajućom šumskom zonom na severoameričkom kontinentu. Posebna pažnja posvećena je beloborovim i beloborovo-lišćarskim šumama na jugozapadu istočne Evrope (Ukrajina).

Četvrti deo posvećen je **Nemoralnoj lišćarskoj šumskoj zoni** (sa posebnim obzirom na uslove u Ukrajini). Posle uvodnog, opšteg dela, autor prelazi na izlaganje **vegetacije lišćarske šumske zone u istočnoj Evropi, kao i šumostepe**, pri čemu posebnu pažnju obraća na klimatske uslove. **Florističkoj analizi širokolisnih šuma istočne Evrope** posvećena je posebna pažnja, pa je s tim u vezi dat i pregled osnovnih šumskih asocijacija. **Lišćarske šume Ukrajine** obrađene su u posebnom delu, dosta iscrpno, sa fitocenološkom i florističkom analizom. **Dubrave i žbunaste zajednice u depresijama bez odtoka vode** takođe su posebno obrađene, među njima i šume trepetljike (*Populus tremula*, *Betula pendula*).

U petom poglavlju obrađena je **Stepska zona**, sa uvodnim opštim delom u kome su izložene klimatske prilike, zemljište i floristički odnosi. U vrlo iscrpnom prikazu stepske vegetacije svestrano su analizovani **livadske stepe, zajednice korovskih biljaka šumostepe, stepe bgoate zeljastim biljkama i koviljem (Herbeto-Stipeta), južne koviljne stepe (Stipeta), azonalne halofitne zajednice na zapadu stepske zone, livade zapadne stepske zone (do Poljesja), tresave od Poljesja do stepa, biljni pokrivač periglacialnih kamenitih stepa, istočno evropske i sibirske stepe, stepska vegetacija Mandžurije i unutrašnje Mongolije**.

U šestom poglavlju obrađene su **Polupustinje i pustije**, pri čemu je najpre dat kratak osvrt na polupustinje i pustinjsku zonu srednje Azije, a zatim su pojedinačno analizovane **kamenite pustinje, slane pustinje (na solonačku), peščane pustinje, lesne i glinovite pustije južnih delova srednje Azije**. Posebno su izložene vegetacijske prilike **Kazahstanske i Turanske nizije**. Vrlo iscrpno data je **vegetacija srednjeazijskog planinskog područja**, a takođe pregledno i **prelaz od Sibira ka centralnoazijskom pustinjskom području**. U posebnom odeljku obrađene su **za vreme leta žarke pustinje centralne Azije** (Džungaraj, Gobi, Tarim, Takla-Makan, i dr.). Najzad, dat je i **pregled hladnih pustinja centralnoazijskih visija** (Tibet, Pamir).

U sedmom poglavlju, poslednjem koje je posvećeno vegetaciji, govori se o **Biljnom pokrivaču multizonalnih planinskih područja**, i to Urala, Altaja, Krima, i Kavkaza. Ovde se radi o vrlo interesantnim planinskim masivima koji se pružaju kroz nekoliko širinskih vegetacijskih i klimatskih zona, pri čemu imaju uz to i svoje osobeno planinsko visinsko zoniranje biljnog pokrivača. Za nas je od posebnog interesa deo koji se odnosi na vegetaciju Kavkaza, vrlo pregledno obrađenu.

Na kraju dati su **Spisak literature, Registar imena biljaka i Registar pojmova**. Knjiga je, inače, bogato ilustrovan fotografijama, crtežima, dijagramima i kartama, što sve doprinosi boljem razumevanju teksta.

Kao zaključak može se reći da je knjiga prof. Dr H. Walter-a, posvećena vegetaciji istočne Evrope, severne i centralne Azije, izvanredno uspela monografija jednog vegetacijski izuzetno interesantnog područja Zemlje. Kao odličan poznavalac vegetacije ovih oblasti, od kojih je u nekima i lično istraživao, Valter je mogao da sa puno autoriteta obradi ovaj raznovrsni vegetacijski pokrivač (pri čemu mu je pomoglo i vladanje ruskim jezikom, tako da je koristio brojne značajne radove na ruskom, koji su inače do sada u priličnoj meri bili zapostavljeni u zapadnoj botaničkoj literaturi). Za nas je Valterova knjiga od posebnog interesa jer vegetacija naše zemlje (i Balkanskog poluostrva u celini) ima veze i sličnosti sa šumskom i stepskom vegetacijom istočne Evrope, kao i vegetacijom Krima i Kavkaza. Zato proučavanja vegetacije naše zemlje, i Balkanskog poluostrva u celini, ne mogu zaobići ovu Valterovu knjigu. Naprotiv, o njoj se mora voditi računa i za uporedne studije koristiti sve ono u njoj što je relevantno i za objašnjenje i razumevanje naših vegetacijskih prilika.

*Prof. Dr Milorad M. Janković*



## PRIKAZI, KRITIKA I BIBLIOGRAFIJA

**DAS SCHILFROHR — *Phragmites communis* Trunius (Trska), L. Rodewald-Rudescu.** — Die Binnengewässer, B. XXVII, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 1974, str. 302, il. 126.

Nema sumnje da su iscrpne monografske studije o pojedinim biljnim vrstama višestruko značajne. S jedne strane svestranim poznavanjem neke biljne vrste doprinosimo fundamentalnim i praktičnim znanjima o biljnom svetu, a time često i znanjima o osnovnim biološkim fenomenima; s druge, dobro poznavanje biologije pojedinačnih biljnih vrsta (a naročito ekologije, rasprostranjenja, fiziologije i razvića) omogućuje da se bolje shvate biocenoze i ekosistemi u kojima data vrsta učestvuje, to jest struktura, rasprostranjenje, metabolizam i dinamika tih biocenoza i ekosistema.

Na žalost, takvih iscrpnih monografija pojedinačnih biljnih vrsta nezamislivo je malo, što je ozbiljan nedostatak u našim saznanjima i predstavama o biljnom svetu i vegetaciji naše planete. Jedna od tih retkih, a istovremeno i vrlo dobrih i iscrpnih monografija, jeste knjiga »Trska — *Phragmites communis* T.«, rumunskog naučnika profesora iz Bukurešta L. Rodewald-Rudescu-a. U njoj su uglavnom vrlo iscrpno i svestrano obrađeni različiti aspekti biologije, ekologije, rasprostranjenja i cenologije trske, kao i njen praktični značaj.

Knjiga je podeljena na nekoliko velikih poglavlja: A. **Botaničke i ekološke osobine**; B. **Kultura trske**; C. **Mašinska žetva trske**; D. **Privredni značaj trske**; E. **Trščaci kao rezervati za životinje i čoveka**. Na kraju knjige dati su Literatura i Registar latinskih imena biljaka i životinja, kao i Imena biljnih zajednica. Knjiga je bogato ilustrovan, sa vrlo interesantnim fotografijama u tablama na kraju (1 do 11).

U prvom poglavlju (**Botaničke i ekološke osobine**) u Uvodnom delu daju se opšte informacije o sistematici trske, narodna imena za trsku na različitim jezicima, njenom rasprostranjenju u svetu, istoriji i poreklu. U drugom, dosta obimnom delu, dat je opis vrste, i to pre svega morfologija vegetativnih i generativnih organa, a zatim i anatomija trske. Razviću, rasprostranjenju i razmnožavanju trske posvećeno je posebno podpoglavlje (razviće iz semena, razviće stabljika iz rizomskih pupoljaka, rasteenje embriona, rasprostranjenje i razmnožavanje). Posebno podpoglavlje posvećeno je i fiziologiji trske, pri čemu su obrađeni promet kiseonika, cirkulacija vode i hranljivih materija, metabolizam vode i različitih materija (transpiracija, promet azota, fosfora i dr.),

fotosinteza, otpornost prema niskim temperaturama, otpornost trske prema suši i sadržaju soli u podlozi, kao i neki drugi oblici fiziološke aktivnosti ove biljke (u posebnom odeljku govori se i o fiziološkim eksperimentima sa radioizotopima). U petom podpoglavlju izlaže se o **ekologiji trske**, i to najpre o klimi i mikroklimi područja sa trskom, pedološkim osobinama staništa sa trskom, o »plovećim ostrvima« od trske (splavine), a zatim o hidrologiji i hidrogeologiji područja sa trskom; posebna pažnja posvećena je i mikrobiologiji i hemizmu zemljišta i vode sa trskom, pri čemu je dodirnuo i pitanje prirodnih i veštačkih faktora rasteinje ove vodene i močvarne biljke. Pažnja je posvećena i flori i fauni trskovih zajednica, kao i njenim biljnim i životinjskim parazitima. U posebnom delu izložena je klasifikacija vrste *Phragmites communis* na osnovu tipova biotopa i produktiviteta, a takođe i o karakteristikama rasprostranjenja, a zatim o fenotipovima, ekotipovima i genotipovima trske. Primarnom produktivitetu trske posvećena je takođe pažnja, i to u poređenju sa drugim višegodišnjim biljkama, kao i šumama. Posebno je izloženo o biljnim zajednicama trske, a takođe o trsci kao pionirskoj biljci i producentu njivskog zemljišta. U šestom, obimnom podpoglavlju prvog poglavlja govori se o hemijskim osobinama trske, posebno onim značajnijim za pravljenje hartije.

U drugom poglavlju knjige, pod naslovom »**Kultura trske**«, izložen je napre ukoliko istorijat pitanja, a zatim se govori o posmatranjima kulture trske u prirodnim uslovima i u hranljivim rastvorima. Autor izlaže i o metodama kulture trske, o morfološkim, anatomskim i fiziološkim promenama trske u toku gajenja u kulturi, i o njenom značaju za pravljenje hartije; zatim o značaju kultura trske za ribarstvo i druge privredne grane. Izloženi su i još neki drugi aspekti značaja i primene trščanih kultura. Posebna podpoglavlja posvećena su metodima rasađivanja trske i metodima za gajenje trske i industrijske žetve, kao i metodima za određivanje areala trske i procentualnih površina pod trskom u njenim područjima (uz pomoć aerofotogrametrije).

Poglavlje pod »C« (**Mašinska žetva trske**) počinje opštim izlaganjima o žetvi trske i njenom transportu, a zatim o različitim aspektima žetve, deponovanja i transportovanja do fabrika.

Sledeće poglavlje (**Privredni značaj trske**) govori, između ostalog, i o različitim korisnim i upotrebljivim materijama i produktima koje daje trska (npr. alkohol, glicerol, vitamini B<sub>1</sub> — B<sub>6</sub>, etilen, hloroform, hemiceluloza, karton, pisaća i štamparska hartija, materijal za plafone i zidove, itd.).

Sledeće, poslednje i dosta kratko poglavlje obrađuje značaj područja pod trščacima kao rezervata za životinje i ljude.

U spisku literature navedeno je blizu 650 naziva dela, više ili manje u vezi sa različitim aspektima poznavanja vrste *Phragmites communis*.

Mada je u mnogim svojim delovima dosta neujednačena, sa različitim obimom materije posvećene pojedinim pitanjima biologije i privrednog značaja trske (što je i razumljivo kada se ima u vidu da je u dosadašnjim ispitivanjima vrste *Phragmites communis* nejednaka pažnja posvećena pojedinim aspektima njenog života i rasprostranjenja,

kao i privrednog iskorišćavanja), knjiga profesora L. Rodewald-Rudescu-a »Das Schilfrohr — *Phragmites communis*«, posvećena jednoj veoma značajnoj vodenoj, barskoj i močvarnoj biljci, veoma je korisna, pregledna i prepuna važnih i interesantnih podataka opštebiološkog i praktičnog karaktera, vezanih za poznavanje trske. Ova značajna monografska studija trebalo bi da potstakne i kod nas veći interes za bolje upoznavanje i iskorišćavanje trske, koja svakako u privrednom pogledu nije iskorišćena u dovoljnoj meri. Isto tako, trebalo bi da pobudi interes i za različite druge aspekte značajne uloge koju vrsta *Phragmites communis* igra u ekosistemima barskih, močvarnih i rit-skih predela naše zemlje, koja tim predelima obiluje.

*Prof. Dr Milorad M. Janković*





## **KONGRESNA MEDALJA PROFESORU DR MILORADU JANKOVIĆU NA XII MEĐUNARODNOM BOTANIČKOM KONGRESU — VELIKO MEĐUNARODNO PRIZNANJE NAŠOJ BOTANICI**

Od 3. do 10. jula 1975. godine u Lenjingradu je održan XII Međunarodni botanički kongres. Na ovom najvećem skupu botaničara iz celog sveta, u čijem radu je učestvovalo preko 3.000 stručnjaka, raspravljano je o svim važnijim pitanjima iz oblasti botanike, a doneti su takođe i vrlo značajni zaključci, posebno u rezoluciji Kongresa.

Učešće Jugoslavije na ovom velikom naučnom skupu bilo je vrlo zapaženo. Kongresu je prisustvovalo preko 80 botaničara iz naše zemlje (od oko 150 postojećih jugoslovenskih botaničara), od kojih su mnogi podneli značajna naučna saopštenja, koja su izazvala veliko interesovanje učesnika. Posebno je važno istaći činjenicu da su Dr Miloradu M. Jankoviću, profesoru Beogradskog univerziteta, jedinom iz naše zemlje, odata izuzetna priznanja od ovog svetskog botaničkog foruma. Pre svega, ovaj naš istaknuti stručnjak (botaničar, biolog i ekolog), izabran je za počasnog viceprezidenta Kongresa, pa je u tom svojstvu prof. Janković jedini predstavljao našu zemlju u Prezidijumu Kongresa. Osim toga, ceneći njegov izuzetan doprinos razvoju botaničke nauke, međunarodno predsedništvo Kongresa dodelilo mu je Kongresnu medalju, jedinom od jugoslovenskih botaničara, sa obrazloženjem da mu je daje za naučni rad u svetskoj botanici i za doprinos razvoju botanike. Značaj ovih priznanja ističe se još više kada se ima u vidu da su ona dodeljena svega oko tridesetorici naučnih radnika iz čitavog sveta. Ovo je, svakako, veliki lični uspeh profesora Jankovića na planu međunarodne naučne afirmacije, ali i priznanje jugoslovenskoj botanici u celini, što treba da posluži kao podstrek za još veća dostignuća naših botaničara u budućnosti.

Čestitamo profesoru Jankoviću na ovom velikom međunarodnom priznanju, želeći mu pri tome i dalje uspehe u radu na botanici i ekologiji.

*Prof. Dr Momčilo Kojić*

