

# GODIŠNJAK

BIOLOŠKOG INSTITUTA UNIVERZITETA U SARAJEVU

ANNUAL

OF THE

INSTITUTE OF BIOLOGY

— UNIVERSITY OF SARAJEVO

ЕЖЕГОДНИК

БИОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УНИВЕРСИТЕТА В САРАЈЕВУ

ANNUAIRE

DE

L'INSTITUT BIOLOGIQUE

DEL'UNIVERSITÉ À SARAJEVO

JAHRBUCH

DES

BIOLOGISCHEN INSTITUTES

DER UNIVERSITÄT IN SARAJEVO

ANNUARIO

DELL'

ISTITUTO BIOLOGICO DELL'

UNIVERSITÀ DI SARAJEVO

ANUÁRIO

DEL INSTITUTO BIOLÓGICO DE

LA UNIVERSIDÁD DE SARAJEVO

GOD. XVI      1963.      FASC. 1-2

NP »OSLOBOĐENJE« — SARAJEVO



### SADRŽAJ: — CONTENU:

<b>Berberović Lj.</b> — Mikroevolucija vrste <i>Eobania vermiculata</i> (Müll.) na srednje-jadranskom primorju i ostrvima . . . . .	3
Mikroevolution in the species <i>Eobania vermiculata</i> (Müll.) on the Yugoslav middle-Adriatic shore and adjacent islands.	
<b>Fukarek P.</b> — Vrišt ( <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull) na jugozapadnoj granici svoje rasprostranjenosti . . . . .	77
Die Besenheide ( <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull.) an der südwestlichen Grenze ihrer Verbreitung	
<b>Riter-Studnička H.</b> — Biljni pokrov na serpentinama u Bosni . . . . .	91
Die Pflanzendecke auf Serpentinen in Bosnien	
<b>Vuković T.</b> — Prilog poznавању rasprostranjenja <i>Leuciscus souffia</i> Rисso u vodama Jugoslavije i opis podvrste <i>Leuciscus souffia</i> montenigrinus n. ssp. . . . .	205
Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung von <i>Leuciscus souffia</i> Risso und die Beschreibung der Unterart <i>Leuciscus souffia</i> montenigrinus n. ssp.	
<b>Zivadinović J.</b> — Dinamika populacija <i>Collembola</i> u šumskom i livadskom tlu u Igmanu . . . . .	209
Dynamik der Collembolapopulationen in den Wald — und Wiesenböden des Igman	

*BERBEROVIĆ LJUBOMIR  
Prirođno-matematički fakultet, Sarajevo*

# *Mikroevolucija vrste Eobania vermiculata (Müll.) na srednje-jadranskom primorju i ostrvima*

**MICROEVOLUTION IN THE SPECIES EOBANIA VERMICULATA (MÜLL.)  
ON THE YUGOSLAV MIDDLE-ANDRIATIC SHORE AND ADJACENT  
ISLANDS**

**P R V I D E O**

## **METODI RADA**

Jugoslovenska ostrva u Jadranskom moru dobro su poznata svetskoj naučnoj javnosti kao »prirodni laboratorijum« za proučavanje mikroevolucionih pojava i procesa; rezultati ne baš brojnih istraživačkih poduhvata u tom smislu našli su istaknuto mesto na stranicama najuglednije stručne literature.

U srednjem delu jadranskog bazena (otprilike: južna četvrtina morskog plićaka iznad lučne linije Gargano—Palagruža—Lastovo—Pelješac) nalaze se ostrva značajno različite starosti, od takvih čije odvajanje od matičnog kopna datira možda još s kraja tercijera, do onih koja su postala takoreći u istorijsko vreme. Dakle, za ispitivanje evolucionih fenomena pomenuto područje ima prednost nad susednim južnim i severnim rejonoma, gde su svi otoci vrlo skorog datuma postanka. U isto vreme, ostrva srednjeg Jadrana pripadaju praktično svim kategorijama veličine.

Za razliku od nekih drugih sistematskih grupa životinja, suvezmani puževi našeg primorja i ostrva kao da nisu privlačili pažnju naučnika, iako po opštem mišljenju predstavljaju izuzetno zahvalan objekat ekoloških, genetičkih i evolucionističkih proučavanja u prirodi.

**NAZIVI I POREKLO UZORAKA**

Lokali-tet	NAZIV UZORKA	KOPNENA CELINA SA KOJE POTICE UZO-RAK	Lokali-tet	NAZIV UZORKA	KOPNENA CELINA SA KOJE POTICE UZO-RAK
1	Trogir	Kontinent	40	Zavala	Ostrvo Hvar
2	Rt Marjana	"	41	Sućuraj	"
3	Split I	"	42	Jelsa I	"
4	Split II	"	43	Jelsa II	"
5	Duće	"	44	Starigrad I	"
6	Omiš I	"	45	Starigrad II	"
7	Omiš II	"	46	Palmižan	Sv. Klement
8	Baška Voda	"	47	Pokonji Dol	Školi Pol. Dol
9	Bratniš	"	48	Šcedro	Ostrvo Šcedro
10	Makarska	"	49	Plotica	Školi Plotica
11	Igrane	"	50	Vela Lukta I	Ostrvo Korčula
12	Živogošće	"	51	Vela Lukta II	"
13	Drvnenik (k)	"	52	Račišće	"
14	Gradac	"	53	Korčula I	"
15	Klek	"	54	Korčula II	"
16	Rt Lopata	"	55	Lumbarda I	"
17	Ston	"	56	Lumbarda II	"

18	Orebić I	"		57	Smokvica	"	"	
19	Orebić II	"		58	Badija	"	"	Badija
20	Trog. školj	Trogirski školi		59	Vrnik	"	"	Vrnik
21	Barbarinac	Školj Barbarinac		60	Lastovo	"	"	Lastovo
22	Čiovo	Ostrvo Čiovo		61	Sv. Mihovil	"	"	
23	Slatina	"	"	62	Ubli	"	"	
24	Drvenik (o)	Drvenik		63	Prežba	"	"	Prežba
25	Maslinica	"	Šolta	64	Lukovac	Školj Luk.	srednji	
26	Naćujam	"	"	65	Tajan	"	"	Tajan
27	Stomorska	"	"	66	Komiža I	Ostrvo	Vis	
28	Sutivan	"	Brač	67	Komiža II	"	"	
29	Supetar I	"	"	68	Podšipje	"	"	
30	Supetar II	"	"	69	Vis I	"	"	
31	Pučišća	"	"	70	Vis II	"	"	
32	Sumartin	"	"	71	Zaglav	"	"	
33	Bol	"	"	72	Budikovac	"	Bud. veliki	
34	Rt Ražanj	"	"	73	Paržani	"	Par. veliki	
35	Bobovišća	"	"	74	Barjak	Školj Bar.	mali	
36	Donji Humac	"	"	75	Kamen	"	Kamen	
37	Hvar I	"	Hvar	76	Biševo	Ostrvo	Biševo	
38	Hvar II	"	"	77	Sušac	"	Sušac	
39	Sv. Nedelja	"	"	78	Palagruža	"	Palagruža	

Vrsta *Eobania vermiculata* (Müller) 1774 (fam. *Helicidae*, ordo *Stylommatophora*, subcl. *Pulmonata*) svojom zastupljeniču i relativnom brojnošću odlično zadovoljava jedan od osnovnih zahteva savremene analize kretanja u životu svetu pomoću matematičkih modela: potrebu raspolaganja srazmerno krupnim statističkim uzorcima proučavanih populacija.

Navedeni momenti su definisali osnovnu zamisao ovoga rada i ujedno odredili izbor objekta i terena za njegovo sprovođenje.

## I. SAKUPLJANJE MATERIJALA

### A) Lokaliteti

Populacije vrste *Eobania vermiculata* ispitivane su na ostrvima u Jadranskom moru, između  $16^{\circ} 0'$  i  $17^{\circ} 15'$  geografske dužine (od Griniča), tj. na području koje se otprilike poklapa sa (nepreciznim i nedefinisanim) pojmom srednje-jadranske oblasti, uključivši tu i pripadajući deo priobalnog pojasa balkanskog potkontinenta (između Rogoznice na severu i Stona na jugu). Uzorci populacija sakupljeni su sa ukupno 78 lokaliteta (19 na kontinentu, 59 na ostrvima); validne probe uzete su sa 26 većih i manjih ostrva, odnosno školja (hridi).

Pri određivanju mesta sa kojih je trebalo pokupiti uzorke vredelo je nekoliko osnovnih pravila. Lokaliteti sa jedne iste kopnene celine u principu nisu međusobno udaljeni manje od pet kilometara, a radi postizanja dovoljne gustine mreže proba nastojalo se da rastojanje susednih lokaliteta ne prelazi deset do dvanaest kilometara vazdušne linije. Izuzetak u pogledu minimalne udaljenosti među pojedinim nalazištima čine slučajevi kada su probe uzimane sa staništa izrazito različitog tipa (tada su uzorci obeležavani istim imenom, uz koje je dodat odgovarajući redni broj).

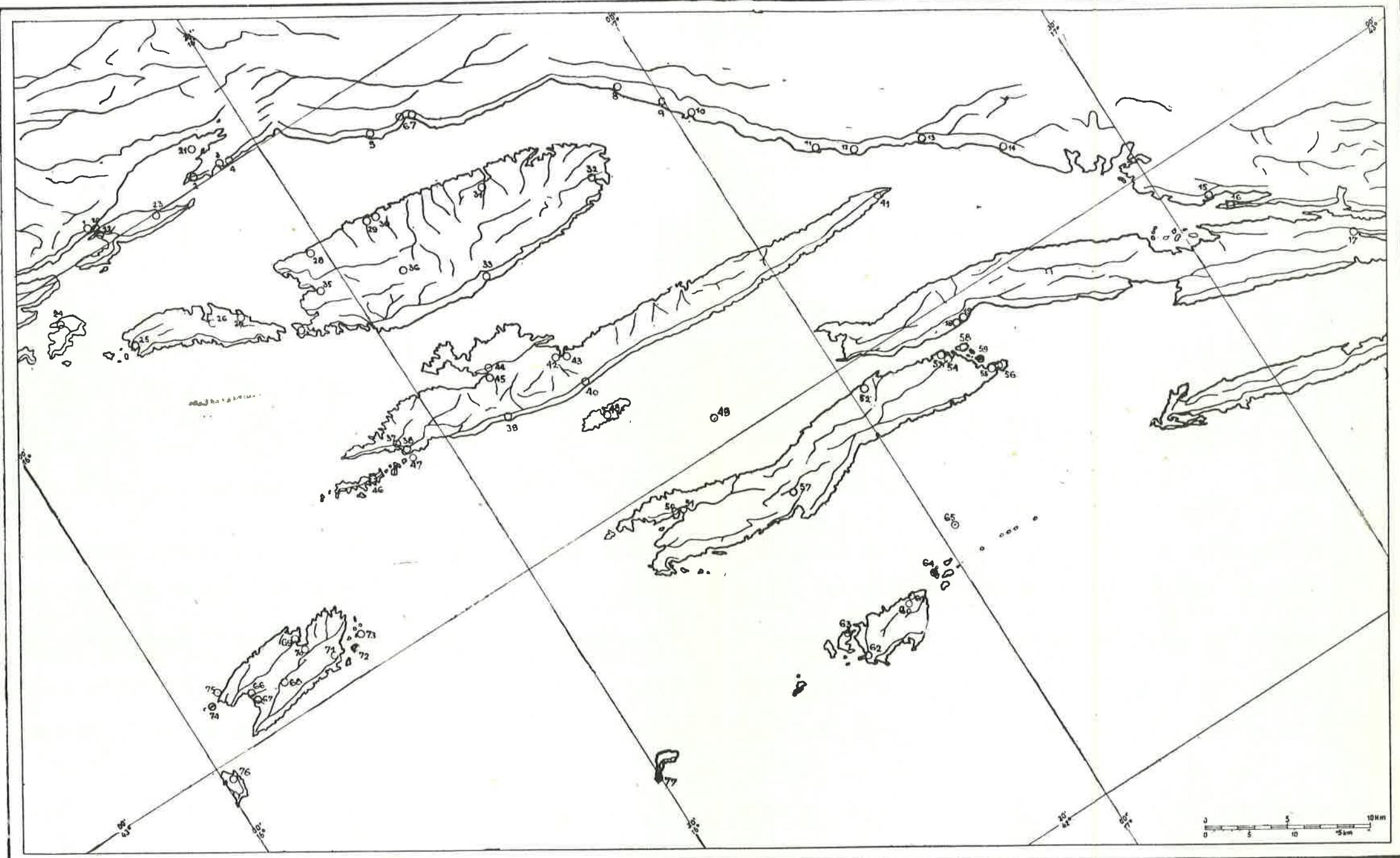
Kod uzimanja uzoraka pojedinih ostrvskih populacija vrste *Eobania vermiculata* lokaliteti su odabirani vodeći računa u prvom redu o ostvarenju ujednačeno gусте mreže proba; međusobna udaljenost nalazišta na raznim ostrvima razume se da nije bila od odlučujućeg značaja.

Na zemljopisnoj karti srednje-jadranskog područja (sledeća strana) lokaliteti su označeni brojevima; odgovarajući nazivi vide se iz tabele »Nazivi i poreklo uzorka«.

### B) Način uzimanja uzorka

Pri sakupljanju materijala na terenu pridržavalo se sledećih pravila:

- površina sa koje je uzet uzorak populacije nije prelazila veličinu od približno sto kvadratnih metara;



KLASIFIKACIJA UZORAKA PO TIPU NALAZIŠTA

		NA KAMENJU				NA BILJKAMA		
PRIRODNI KAMENJAR	MEĐE I ZIDOVI				DELOM NA KAMENJU DELOM NA BILJKAMA		VAN KULTURA	U KULTURAMA
	OKO NEOBRAD. TLA		OKO OBRAD. TLA					
	JALOVO TLO	LIVADA	VQT	VINOGRAD				
KONTINENT *	Orez I Orez II	Drvenik (c)	Trogir Gradac Rt lopata Orebic I Barbarinac Slatina*	Duce Baška Voda Bratus Igrane Klek Ston Drvenik (o) Čiovo*	Split II Živogošće	Rt Marjana Makarska		Split I Orebic II Trog. Školj*
ŠOLTA			Maslinica	Nećujan	Stonarska			
BRAC			Supetar II Ražanj	Bol D. Hvarac Sutivan	Pucišća Bobovišća			Supetar I Sunartin
HVAR *	Hvar II Palinčić*	Žavala Šcedro*		Pokonji dol*	Hvar I Sv. Hedelja Sućuraj Jelsa II Starigrad I			Starigrad II Jelsa I
KORČULA *		Korčula I Vrnjak*	Velaluka I	Raćišće Širokica Velaluka II	Lumbarda II		Pločica*	Lumbarda I Korčula II Badija*
LASTOVO *	Prežba* Tajan*	Sv. Mihovil		Lastovo		Uble Palagruža*	Sušac* Lukovac*	
VIS *	Barjak* Bišćevo* Budikovac* Paržanj* Zaglav	Vis I	Vis II Komiza I		Podšipje Komiza II		Karpen*	
	A	B	C	D	E	F	G	H

OBJAŠNJENJA UZ KLASIFIKACIJU UZORAKA PO TIPU NALAZIŠTA

1) Oznake za stepen antropogene disturbacije staništa

Malo disturbirana staništa

Srednje disturbirana staništa

Jako disturbirana staništa

2) Ostale označke

\* Grupa uzoraka (pod imenom najveće pripadajuće kopnene celine), koja obuhvata probe sakupljene na toj kopnenoj celini i na obližnjim malim ostrvima i školjima. Grupi uzoraka »Lastovo« ovde su pribrojane probe Palagruža i Sušac, koje inače u nju ne spadaju i na drugim mestima se tretiraju kao zasebna grupa uzoraka.

\* Uzorak sakupljen na manjem ostrvu ili školju; probe uz koje ne стоји ovaj znak potiču sa kopnene celine čije ime nosi čitava grupa uzoraka.

3) Napomene i primedbe

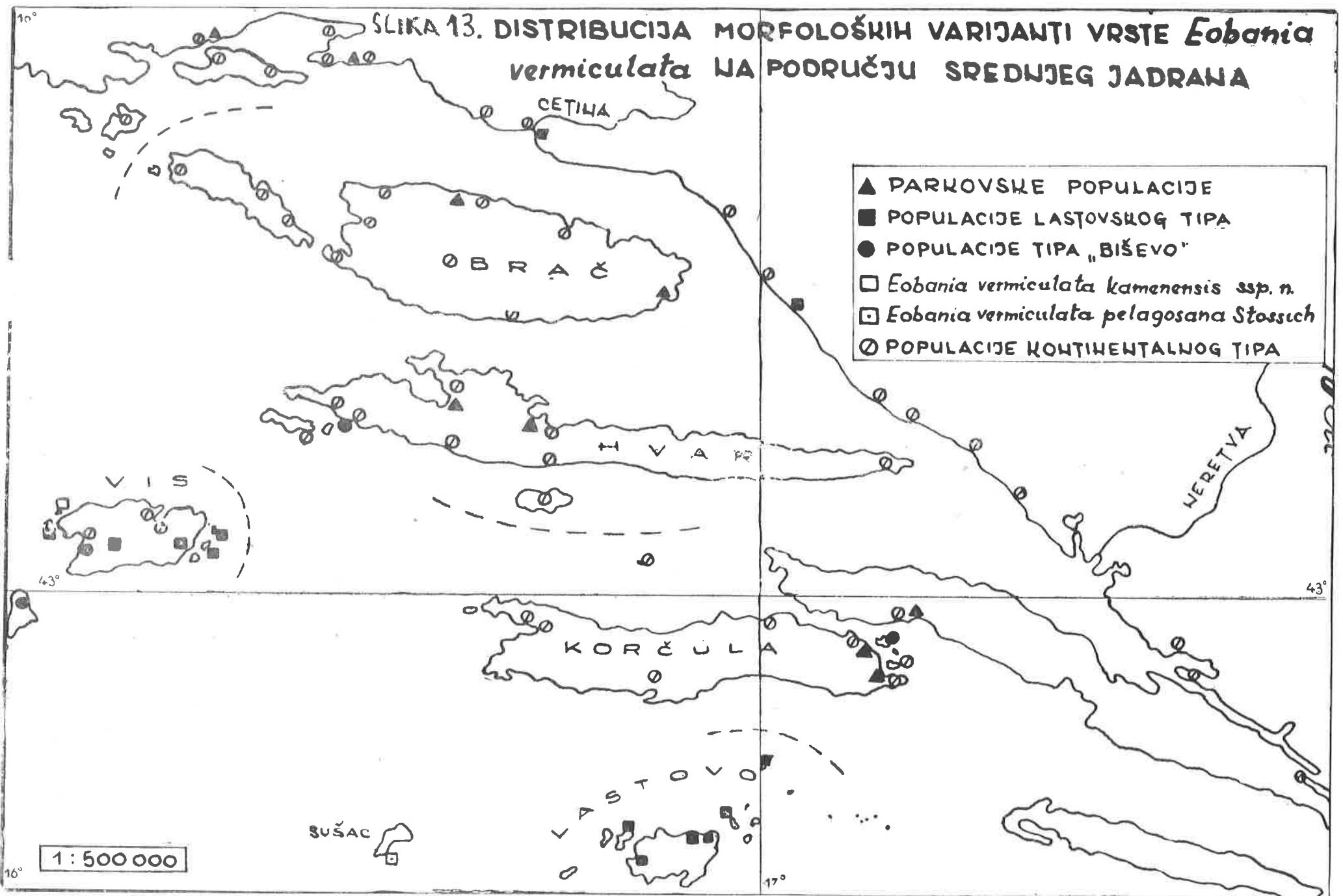
a) Princip klasifikacije lokaliteta prema tipu staništa sa kojih su sakupljeni odgovarajući uzorci vidljiv je iz same tabele.

b) Za određivanje stepena antropogene disturbacije staništa služio je sledeći kriterijum:

*Malo disturbirana staništa* — ambijent ne nosi izrazite tragove ljudske delatnosti, teren je u glavnim crtama netaknut; kompletan vegetativni pokrov prirodnog je porekla (malkija, kamenjar).

*Srednje disturbirana staništa* — onaj deo vegetacije u ambijentu koji se odnosi na višegodišnje drvenaste biljke — kulturne su vrste; tlo nije podvrgnuto iole redovnijoj zemljoradničkoj obradi.

*Jako disturbirana staništa* — kulture različitih biljaka, gde se tlo manje ili više redovno obrađuje (prekopava).



Slika 13. Distribucija morfoloških varijanti vrste *Eobania vermiculata* na području Srednjeg Jadrana.

- b) sa date površine sakupljeni su svi primerci vrste *Eobania vermiculata* za koje je ustanovljeno da imaju konačno formiran rub ušća, bez obzira na to da li se radilo o živim ili mrtvima životnjama (tj. o punim ili praznim ljušturama);
- c) od sakupljanja su izuzimane samo one ljuštture (kućice) čija oštećenja ne bi dozvoljavala tačno merenje odabranih dimenzija i
- d) za konstataciju da vrsta *Eobania vermiculata* nije prisutna na određenom lokalitetu zahtevano je prethodno jednosatno pretraživanje terena, tempom od (otprilike) sto kvadratnih metara za deset minuta.

Zbog toga što su uvek sakupljeni sa približno jednake površine, uzroci u izvesnoj meri mogu da se smatraju i kvantitativno reprezentativnim, odnosno — veličina uzorka je donekle izraz gustine populacije eobanija na datom lokalitetu.

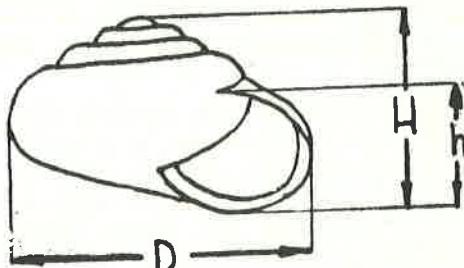
Pored materijala sabranog po jugoslovenskim osvrtima (i primorju) Srednjeg Jadrana, raspolagao sam manjim brojem eobanija sa arhipelaga Tremiti i poluostrva Gargano, iz malakološke zbirke prirodnjačkog muzeja u Bonu.

Nešto komparabilnih biometrijskih podataka o populacijama vrste *Eobania vermiculata* na drugim nalazištima širom mediteranskog bazena nađeno je u literaturi (Rensch 1932; Sacchi 1954, 1956 i 1957).

## II. POSMATRANI KARAKTERI INDIVIDUA

### A) Dimenzije ljuštture

Među ispitivanim osobinama jedinki u populacijama vrste *Eobania vermiculata* naročita pažnja je obraćena dimenzijama ljuštture, pri čemu je za merenje (sledeći primer mnogih ranijih autora) odrabljano nekoliko najkarakterističnijih (Sl. 1).



Slika 1. Osnovne merene dimenzije ljuštture.

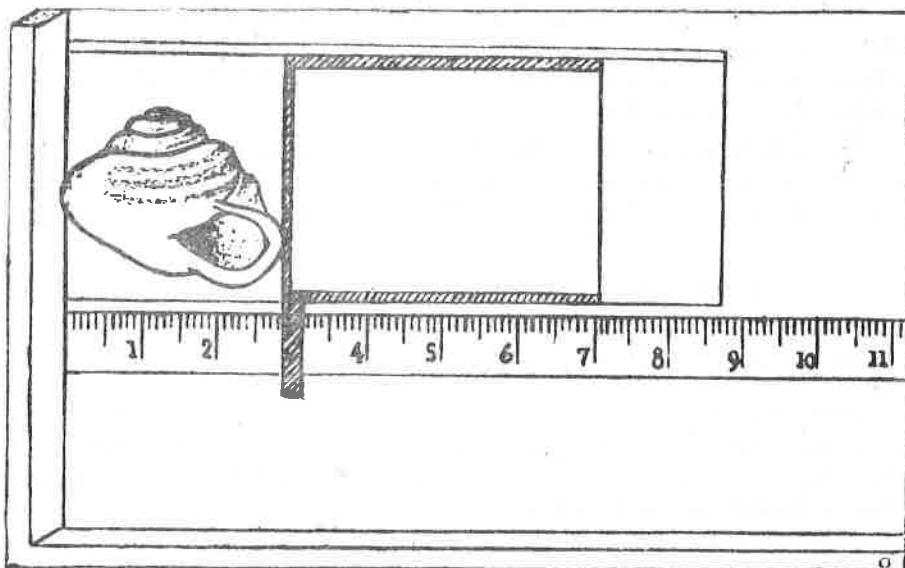
1. *Ukupna visina (H)* — najkraće rastojanje između vrha ljuštura (apex) i margo inferior ruba ušća pri vertikalnom položaju stubiča (columella).

2. *Najveća širina (D)* — najkraći razmak između tangenti na spoljašnji zid najmlađeg zavoja, u međusobno najudaljenijim tačkama najmlađeg zavoja ljuštura; tangente su paralelne sa vertikalnom osovinom ljuštura.

3. *Visina ušća (h)* — najveći pravolinijski razmak između dve tačke na rubu ušća ljuštura, paralelan vertikalnoj osovini ljuštura.

B) Način merenja odabranih dimenzija ljuštura

Ukupna visina ljuštura (H) i njena najveća širina (D) merene su pomoću posebno konstruisanog merila; način merenja tih dimenzija prikazan je na slici 2. Visina ušća (h) merena je neposredno milime-



Slika 2. Način merenja najveće širine i ukupne visine ljuštura.

tarskim ravnalom. Sva merenja su izražavana u milimetrima, sa tačnošću od 0,5 milimetara, a svako od njih predstavlja srednju vrednost tri uzastopna zasebna merenja, zaokruženu na polovine milimetra. U principu isti način dobijanja mernih vrednosti primenili su F. A. i M. Šilder kod svojih istraživanja na vrstama roda *Cepaea* (Schilder, Schilder 1953).

### C) Međusobni odnosi merenih dimenzija

Pored neposredno merenih dimenzija ljuštura praćeni su i neki njihovi odnosi, koji se mogu smatrati vrlo značajnim numeričkim pokazateljima morfoloških osobina ljuštura.

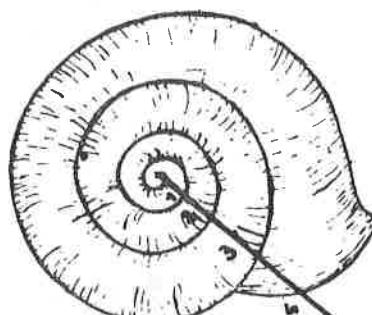
1. *Pokazatelj relativne visine ljuštura* — odnos između ukupne visine (H) i najveće širine (D) izražen kao procenat ( $= 100H/D$ ); ovaj indeks je pod različitim imenima opšte poznat i veoma često upotrebljavan numerički pokazatelj oblika jedinki u životinjskom svetu. Pokazatelj relativne visine ljuštura izračunavan je posebno za svaku jedinku.

2. *Pokazatelj uzdignutosti zavoja* — odnos između visine ušća (h) i ukupne visine (H) izražen u procentima ( $= 100h/H$ ); taj broj pokazuje koji se postotak ukupne visine ljuštura odnosi na samu visinu ušća, što je indirektna mera uzdignutosti starijih zavoja ljuštura iznad nivoa najmlađeg zavoja; ovaj indeks je izračunavan za pojedine uzorke, kao odnos aritmetičkih sredina odgovarajućih karaktera.

### D) Ostali posmatrani karakteri

U svim ispitivanim uzorcima praćeno je variranje (odnosno prisutnost i odsutnost na jedinkama) nekih individualnih obeležja koje se mogu okvalifikovati kao brojive ili kvalitativne osobine, a nisu pogodne za podvrgavanje neposrednim merenjima pomoću standardnih metoda. Ovde mislimo na kontrolisane kvalitete kao što su broj zavoja i varijante površinskog crteža ljuštura.

1. *Broj zavoja* — tj. broj ophoda helikoidne spirale puževske kućice; zavoji su brojni na standardni način (Forcart 1949), a tačnost dobijenih podataka je na nivou jedne četvrtine punog ophoda spirale. Princip brojanja prikazan je na slici 3.



Slika 3. Način brojanja zavoja ljuštura.

2. *Površinski crtež ljuštture* — izvanredna raznolikost površinskog crteža ljuštture kod jedinki vrste *Eobania vermiculata* po intenzitetu i rasporedu pigmenta, nije ipak isključilo mogućnost svodeњa svih mnogobrojnih varijanti na nekoliko osnovnih tipova (rukovodeći se pri tome razlikama u broju, rasporedu i intenzitetu obojenih tamnije pojaseva na površini ljuštture). Iz klasifikacije prema tipu superficialne koloracije isključena je svaka kućica čija je površina bila na neki način oštećena, toliko da je spoljašnja boja isčezla ili jako izbledela. Treba napomenuti da je takvih kućica bilo prilično mnogo, a u pojedinim uzorcima čak su činile većinu.

Sve klasifikovane ljuštture mogle su se bez teškoća podeliti u dve osnovne grupe: a) ljuštture sa svetlim tipom površinskog crteža i (b) ljuštture sa tamnim tipom površinskog crteža. Defintivna klasifikacija individua u uzorcima prema karakteristikama vanjske obojenosti kućice zadržala se kod ovog grupisanja varijanti, zanemarivši mnogobrojne sitnije varijacije.

Realnost ovako sprovedene konačne podele može se lako ilustrovati (takvu ilustraciju predstavlja slika 5.).

Ne izgleda verovatno da promenljivost površinskih šara u bilo kojem drugom pogledu može imati neku osobitu vrednost za mikroevoluciona kretanja u populacijama vrste *Eobania vermiculata*.

Inače, još je Brusina zapazio da se eobanije na našem primorju javljaju u više distinktnih varijanti superficialne obojenosti (Brusina 1866); njegov popis tih varijanti (sastavljen na bazi primeraka iz zbirke Karla Kučiga) naravno nije potpun, ali sadrži (doduše ne uvek preciznu i dosta šturu) deskripciju petnaestak najčešćih »varijeteta«.

### III. PRIMENJENI METODI VARIJACIONO-STATISTIČKE ANALIZE

#### A) Mere varijabilnosti ispitivanih osobina u uzorcima

Individualna promenljivost po dimenzijama ljuštture (D, H i h), po pokazatelju relativne visine (100H/D) i po broju zavoja ljuštture (z) opisana je za svaki uzorak klasičnim merama varijabilnosti.

##### 1. Standardna devijacija ( $s$ )

$$s = \sqrt{\frac{Sx^2}{N-1}} \quad (\text{Garret 1959, Fisher 1950})$$

##### 2. Standardna greška aritmetičke sredine ( $SE_M$ )

$$SE_M = \frac{s}{\sqrt{N}} \quad (\text{Garret 1959, Fisher 1950})$$

### 3. Koeficijent varijacije ( $v$ )

$$v = \frac{s}{M} \cdot 100 \text{ (Romanovski 1947)}$$

### B) Studentov test (t-test)

Za određivanje statističkog značaja razlike među srednjim vrednostima za najveću širinu (D), ukupnu visinu (H), visinu ušća (h), broj zavoja (z) i pokazatelj relativne visine ljuštture (100H/D) u raznim uzorcima, primenjen je Studentov (»t«) test (Snedecor 1946, Fisher 1950, Garret 1959). Kao statistički značajne razlike aritmetičkih sredina označene su sve one kod kojih je izračunata vrednost t odgovarala nivou verovatnoće  $P \leq .05$ .

### C) Značaj razlike među nezavisnim procentima

Vrednost veličine t za razliku između dva rezultata izražena u procentima može se izračunati iz formule

$$t^{0/0} = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{PQ \cdot \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}} \quad (\text{Garret 1959}).$$

Ovako modifikovan Studentov test primenjen je kod određivanja statističkog značaja razlika među procentima svetlih (odnosno tamnih) varijanti površinskog crteža u pojedinim uzorcima i grupama uzoraka. Istim metodom su testirane i razlike aritmetičkih sredina pokazatelja uzdignutosti razvoja (indeks 100h/H), budući da predstavlja rezultat izražen u postotcima, a izračunat je tako da nije moguća primena Studentovog testa na napred navedeni način.

### D) Analitičko rastojanje kao mera morfološke sličnosti

Da bi se što egzaktnije ocenio stepen međusobne sličnosti (odnosno različitosti) posmatranih uzoraka (i grupa uzoraka) po svim analiziranim osobinama individua istovremeno, primenjen je metod rastojanja tačaka u višedimenzionalnom koordinatnom sistemu kao mera morfološke sličnosti (Sokal 1961; Sneath, Sokal 1962).

U prethodnom postupku, sve aritmetičke sredine testiranih merenja kodirane su na taj način što je za srednju vrednost svih njih uzeto 10, a njihove pojedinačne veličine »preslikane« u odgovarajućoj srazmeri.

$$Mc = \frac{10 \cdot M}{Mm}$$

Mc — kodirana vrednost M (= šifra stanja osobine)  
 Mm — aritmetička sredina svih aritmetičkih  
 sredina za posmatrani karakter  
 M — aritmetička sredina merenja posmatranog  
 karaktera u datom uzorku

Na ovaj način su dobivene takozvane »šifre stanja osobine« (Character State Codes) za sve kontrolisane osobine jedinki svih uzoraka; šifre stanja osobina su standardizovane po poznatom postupku (Sokal 1961) i tako pretvorene u »standardizovane šifre stanja osobine« (Standardized State Codes). Kroz sva dalja izračunavanja, kao radne taksonomske jedinice (Operational Taxonomic Units, Sokal 1963) tretirani su pojedini uzorci, odnosno grupe uzoraka (sa iste kopnene ili geografske celine). Prema definicijama numeričke taksonomije, kvadrat »udaljenosti« između dve radne taksonomske jedinice može se izraziti kao zbir kvadriranih razlika odgovarajućih standardizovanih šifara stanja osobina.

$$d_{a, b}^2 = (c_a - c_b)^2 + (c'_a - c'_b)^2 + \\ + (c''_a + c''_b)^2 + \dots$$

$d_{a, b}$  — analitičko rastojanje  
 radnih taksonomskih jedini-  
 ca a i b  
 $c, c', c''$  itd — standardizovane  
 šifre stanja osobina u uzor-  
 cima (u daljem tekstu ozna-  
 čavane su simbolom  $Msc$ ).

Pri izračunavanju analitičkog rastojanja, uzimane su u obzir samo one razlike između pojedinih standardizovanih šifara stanja osobina koje su Studentovim testom prethodno utvrđene kao signifikantne.

Opisani metod upotrebljen je za ocenjivanje stepena morfološke divergencije populacija vrste *Eobania vermiculata* na pojedinim kopnenim (odnosno geografskim) celinama, kao i kod procenjivanja međusobne različitosti nekih uzoraka po ispitivanim individualnim karakterima.

#### E) Koeficijent korelacijske

Za meru kovarijanja nezavisnih varijabli korišćen je koeficijent korelacijske (r), izračunavan iz parcva podataka prema formuli

$$r = \sqrt{\frac{s_{xy}}{s_x^2 \cdot s_y^2}}$$

(Fisher 1950).

Koeficijent korelacijske je primenjen kod ispitivanja odnosa zavisnosti između gustine populacije s jedne strane, te veličine jedinki koje ih sačinjavaju i procentualnog sastava po tipu površinskog crteža na ljušturi s druge strane.

D R U G I D E O  
REZULTATI VARIJACIONO-STATISTIČKE ANALIZE

I. Osnovni podaci o uzorcima  
ZNAČENJE UPOTREBLJENIH SIMBOLA

- N — veličina uzorka  
K — broj ljuštura koje su klasifikovane po tipu površinskog crteža  
%S — procenat svetlih varijanti površinskog crteža  
100h/H — pokazatelj relativne uzdignosti zavoja  
M — aritmetička sredina  
s — standardna devijacija  
SEM — standardna greška  
v — koeficijent variranja

Tabela I. VELIČINA UZORAKA (N), PODACI O POVRŠINSKOM CRTEŽU (K,  
%S), INDEKS 100/H

	N	K	%S	100 h/H	N		K	%S	100 h/H
Trogir	59	42	40,5	78,47	Zavala	70	28	50,0	73,12
Rt Marjana	72	51	9,8	77,50	Sučuraj	71	54	40,7	73,93
Split I	25	21	19,1	71,94	Jelsa I	59	40	52,5	71,04
Split II	53	45	40,0	72,14	Jelsa II	56	49	69,4	75,45
Duće	112	60	28,3	73,26	Starigrad I	60	45	13,3	77,42
Omiš I	69	40	12,5	73,73	Starigrad II	65	61	65,6	75,20
Omiš II	58	41	36,6	75,56	Palnižan	51	41	58,6	74,36
Baška Voda	39	23	8,7	72,59	Pokonji Dol	66	58	82,7	74,55
Bratūš	39	21	33,3	75,05	Šćedro	65	58	22,4	72,53
Makarska	74	50	36,0	78,30	Pločica	107	89	13,0	76,00
Igrane	87	48	89,5	75,97	Vela Luka I	72	70	55,7	74,83
Živogošće	50	14	57,1	71,63	Vela Luka II	41	32	21,9	75,99
Drvenik (K)	25	11	54,5	69,28	Ražiće	63	45	40,0	74,77
Gradac	65	18	66,7	70,48	Korčula I	72	56	5,4	71,84
Klek	67	51	49,0	77,07	Korčula II	24	22	50,0	75,25
Rt Lopata	71	45	2,2	84,35	Lumbarda I	61	48	2,1	74,44
Ston	55	47	36,2	73,02	Lumbarda II	16	15	40,0	75,49

Orebic I	29	20	65,0	77,99	Smokvica	42	31	3,2	74,41
Orebic II	37	37	73,0	71,40	Badija	45	43	41,9	72,79
Trog. Školj	65	53	49,1	69,51	Vrnik	61	45	62,2	72,49
Barbarinac	64	46	37,0	78,61	Lastovo	34	13	0,0	72,86
Čiovo	32	23	60,9	76,10	Sv. Mihovil	68	46	34,8	71,01
Slatina	60	39	23,1	73,36	Ubli	36	28	28,6	69,54
Drvenik (O)	42	24	50,0	75,43	Prežba	66	54	0,0	69,52
Maslinica	93	37	18,9	79,73	Lukovac	55	17	0,0	68,61
Nećujam	61	28	100,0	75,13	Tajan	72	26	15,4	72,28
Stomorska	34	26	61,5	75,57	Komiža I	60	57	35,0	72,08
Sutivan	67	61	62,3	77,65	Komiža II	107	87	37,9	66,55
Supetar I	69	69	75,4	74,12	Podšipje	59	40	17,5	72,56
Supetar II	67	40	40,0	77,42	Vis I	62	55	41,8	74,46
Pučišća	30	20	40,0	75,77	Vis II	36	28	14,3	71,03
Sumartin	57	46	36,9	71,78	Zaglav	61	34	17,7	72,01
Bol	57	52	63,5	75,82	Budikovac	23	12	8,3	73,89
Rt Ražanj	50	36	83,4	72,76	Paržanj	66	26	26,9	67,78
Bobovisća	32	21	71,4	79,44	Barijak	75	54	0,0	65,85
Donji Humac	47	42	38,1	73,19	Kamen	108	32	25,0	69,27
Hvar I	49	43	65,1	75,15	Biševo	51	47	42,6	74,61
Hvar II	69	43	74,4	77,12	Sušac	110	69	4,3	71,14
Sv. Nedjelja	53	45	88,9	73,50	Palagruža	128	88	11,4	71,35

Tabela II OSNOVNI STATISTIČKI PODACI O NAJVEĆOJ ŠIRINI (D).

	M	S	SEM	V	M	S	SEM	V	
Trogir	29,31	1,503	0,1957	5,13	Zavala	28,19	2,322	0,2775	8,24
Rt Marjana	29,99	1,641	0,1935	5,47	Sućuraj	28,24	1,636	0,1942	5,79
Split I	27,64	1,497	0,2994	5,42	Jelsa I	26,38	1,195	0,1556	4,53
Split II	30,74	1,736	0,2385	5,65	Jelsa II	29,46	1,734	0,2317	5,89
Duće	30,63	1,484	0,1402	4,84	Starigrad I	30,40	1,852	0,2391	6,09
Omiš I	29,07	1,620	0,1950	5,57	Starigrad II	26,64	1,179	0,1462	4,43
Omiš II	27,12	1,684	0,2211	6,21	Palmižan	27,72	1,608	0,2251	5,80
Baška, Voda	32,08	1,840	0,2946	5,74	Pokonji Dol	26,14	1,553	0,1912	5,94
Bratuš	29,46	1,886	0,3020	6,44	Šćedro	27,25	1,845	0,2289	6,77
Makarska	28,01	1,150	0,1337	4,11	Pločica	26,65	1,549	0,1497	5,81
Igrane	28,71	1,796	0,1926	6,27	Vela Luka I	27,38	1,341	0,1580	4,80
Živogošće	30,26	1,516	0,2144	5,01	Vela Luka II	29,45	1,986	0,3102	6,74
Drvenik (K)	30,26	1,972	0,5944	9,82	Račiće	27,56	1,443	0,1818	5,23
Gradac	28,55	1,573	0,1951	5,51	Korčula I	29,25	1,599	0,1885	5,46
Klek	29,03	1,576	0,1925	5,43	Korčula II	28,06	1,346	0,2747	4,79
Rt Lopata	30,42	1,853	0,2199	6,09	Lumbarda I	26,83	0,939	0,1202	3,49
Ston	29,11	1,706	0,2300	5,86	Lumbarda II	28,84	1,363	0,3408	4,72

Orebić I	30,17	1,182	0,2195	3,92	Smokvica	28,58	1,254	0,1935	4,38
Orebić II	27,72	1,488	0,2446	5,37	Badija	25,32	1,395	0,2080	5,50
Trog. Škola	<b>25,71</b>	1,244	0,1553	4,84	Vrnik	26,93	1,429	0,1830	5,30
Barbarinac	28,96	1,816	0,2270	6,27	Lastovo	26,88	1,661	0,2849	6,17
Čiovo	29,78	1,621	0,2865	5,44	Sv. Mihovil	26,60	1,487	0,1803	5,59
Slatina	29,54	1,688	0,2179	5,71	Ubli	26,99	1,270	0,2117	4,40
Drvenik (O)	29,54	1,621	0,2501	5,48	Prežba	27,28	1,470	0,1809	5,38
Maslinica	29,67	1,762	0,1827	5,94	Lukovac	26,30	1,272	0,1715	4,83
Nečujam	29,20	1,701	0,2178	5,83	Tajan	26,49	1,310	0,1544	4,94
Stomorska	30,22	1,978	0,3392	6,55	Komiža I	26,12	1,489	0,1923	5,70
Sutivan	27,05	1,540	0,1881	5,69	Komiža II	25,45	1,244	0,1203	4,88
Supetar I	27,07	1,324	0,1594	4,89	Podšipje	27,29	1,633	0,2126	5,98
Supetar II	29,24	1,795	0,2193	6,14	Vis I	26,40	1,156	0,1468	4,37
Pučišća	30,58	2,396	0,4376	7,84	Vis II	27,60	1,642	0,2737	5,94
Sumartin	28,42	1,858	0,2461	6,54	Zaglav	27,55	1,607	0,2058	5,83
Bol	27,82	1,468	0,1968	5,34	Budikovac	26,78	1,405	0,2930	5,24
Rt Ražanj	28,52	1,749	0,2473	6,13	Paržanj	25,02	1,422	0,1750	5,68
Bobovišća	29,25	1,792	0,3168	6,13	Barjak	25,60	1,335	0,1542	5,21
Donji Humac	27,45	1,623	0,2367	5,91	Kamen	23,01	1,384	0,1332	6,01
Hvar I	27,76	1,687	0,2410	6,08	Biševo	25,30	1,245	0,1743	4,92
Hvar II	27,91	1,645	0,1980	5,89	Sušac	23,32	1,495	0,1425	6,41
Sv. Nedeljija	30,40	1,679	0,2306	5,52	Palagruža	22,39	1,380	0,1220	6,16

**Tabela III. OSNOVNI STATISTIČKI PODACI O UKUPNOJ VISINI (H).**

	M	S	SEM	V	M	S	SEM	V	
Trogir	20,07	1,089	0,1418	5,43	Zavala	18,68	1,539	0,1839	8,24
Rt Marjana	20,31	1,263	0,1489	6,22	Suturaj	19,64	1,260	0,1495	6,42
Split I	19,46	1,154	0,2308	5,93	Jelsa I	19,34	1,015	0,1321	5,25
Split II	21,00	1,267	0,1736	6,03	Jelsa II	20,37	1,527	0,2041	7,50
Duće	20,94	1,172	0,1107	5,60	Starigrad I	20,73	1,352	0,1745	6,52
Omiš I	19,72	1,244	0,1497	6,31	Starigrad II	18,99	0,978	0,1213	5,10
Omiš II	19,48	1,395	0,1832	7,16	Palmižan	19,15	1,371	0,1920	7,16
Baška Voda	22,40	1,721	0,2756	7,68	Pokonji Dol	17,72	1,162	0,1430	6,55
Bratūš	20,12	1,439	0,2304	7,15	Štistro	19,15	1,629	0,2020	8,50
Makarska	20,09	1,163	0,1352	5,79	Pločica	18,46	1,261	0,2191	6,83
Igrane	19,81	1,358	0,1446	6,86	Vela Luka I	18,99	1,339	0,1578	7,06
Živogošće	20,69	1,248	0,1765	6,03	Vela Luka II	20,28	1,235	0,1929	6,08
Drvenik (K)	20,44	1,793	0,3586	8,77	Račišće	18,83	1,044	0,1315	5,54
Gradac	19,82	1,187	0,1469	5,99	Korčula I	20,70	1,173	0,1382	5,66
Klek	20,06	1,039	0,1269	5,18	Korčula II	19,60	0,944	0,1927	4,81
Rt Lopata	19,56	1,143	0,1357	5,84	Lumbarda I	17,88	0,783	0,1003	4,37
Ston	19,79	1,452	0,1958	7,34	Lumbarda II	19,38	1,119	0,2798	5,77

Orebić I	19,81	0,880	0,1635	4,47	Smokvica	19,93	1,137	0,1754	5,70
Orebić II	19,23	1,267	0,2083	6,58	Badija	17,68	0,952	0,1419	5,38
Trog. Škola	18,50	1,073	0,1331	5,80	Vrnik	18,54	1,127	0,1443	6,07
Barbarinac	19,74	1,349	0,1686	6,83	Lastovo	19,09	1,490	0,2555	7,80
Čiovo	20,00	1,571	0,2777	7,86	Sv. Mihovil	19,01	1,477	0,1791	7,76
Slatina	19,70	1,242	0,1603	6,30	Ubli	19,57	1,319	0,2198	6,73
Drvenik (O)	19,74	1,294	0,1997	6,55	Prežba	19,88	1,148	0,1413	5,77
Maslinica	19,59	1,377	0,1427	7,02	Lukovac	20,01	1,132	0,1526	5,65
Nečujam	19,90	1,161	0,1487	5,84	Tajan	18,83	1,119	0,1319	5,94
Stomorska	20,43	1,423	0,2440	6,96	Komiža I	17,87	0,978	0,1263	5,47
Sutivan	18,12	1,146	0,1400	6,32	Komiža II	17,79	1,153	0,1115	6,48
Supetar I	18,39	0,966	0,1163	5,25	Podšipje	19,35	0,975	0,1269	5,03
Supetar II	19,97	1,261	0,1541	6,31	Vis I	18,17	0,882	0,1120	4,85
Pučišća	20,55	1,704	0,3111	8,29	Vis II	19,47	1,250	0,2033	6,47
Sumartin	19,95	1,257	0,1665	6,29	Zaglav	19,47	1,190	0,1525	6,11
Bol	18,49	1,201	0,1590	6,49	Budikovac	19,65	1,335	0,2784	6,79
Rt Ražanj	19,49	1,624	0,2297	8,33	Paržanj	18,93	1,007	0,1240	5,31
Bobovišća	19,55	1,510	0,2669	7,72	Barjak	19,21	1,255	0,1449	6,53
Donji Humac	19,10	1,174	0,1712	6,15	Kamen	17,02	1,086	0,1045	6,38
Hvar I	18,39	1,165	0,1664	6,33	Biševo	17,13	1,063	0,1488	6,20
Hvar II	19,28	1,282	0,1543	6,65	Sušac	16,84	0,986	0,0940	5,85
Sv. Nedjelja	20,72	1,360	0,1869	6,56	Palagruža	16,20	0,950	0,0840	5,86

\*\*

Tabela IV. OSNOVNI STATISTIČKI PODACI O VISINI UŠČA (h)

	M	s	SEM	v	M	s	SEM	v	
Trogir	15,75	0,966	1,136	6,13	Zavala	13,66	1,326	0,1628	9,97
Rt Marjana	15,74	1,181	0,1258	7,50	Sučuraj	14,52	1,067	0,1263	7,35
Split I	14,00	0,566	0,1392	4,04	Jelsa I	13,74	0,941	0,1225	6,85
Split II	15,15	1,198	0,1646	7,91	Jelsa II	15,37	1,386	0,1852	9,02
Duće	15,34	1,077	0,1018	7,02	Starigrad I	16,05	1,253	0,1747	7,81
Omiš I	14,54	0,966	0,1159	6,62	Starigrad II	14,28	0,911	0,1130	8,80
Omiš II	14,72	0,963	0,1552	8,03	Palmižan	14,24	1,253	0,1754	6,95
Baška Voda	16,26	1,182	0,2070	7,95	Pokonji Dol	13,21	0,918	0,1130	8,16
Bratuš	15,10	1,293	0,1837	7,60	Šćedro	13,89	1,133	0,1405	8,72
Makarska	15,73	1,147	0,1343	7,34	Pločica	14,03	1,224	0,1183	6,65
Igrane	15,05	1,155	0,1275	7,90	Vela Luka I	14,21	0,945	0,1114	7,96
Živogošće	14,82	1,189	0,1360	6,49	Vela Luka II	15,41	1,226	0,1915	7,26
Drvenik (K)	14,16	0,962	0,3534	12,48	Ratišće	13,98	1,015	0,1279	6,68
Gradac	13,97	1,767	0,1159	8,30	Korčula I	14,87	0,993	0,1170	4,57
Klek	15,46	0,934	0,1407	7,45	Korčula II	14,75	0,674	0,1376	6,08
Rt Lopata	16,49	1,152	0,1628	8,32	Lumbarda I	13,31	0,809	0,1036	8,61
Ston	14,45	1,372	0,1392	7,14	Lumbarda II	14,63	1,260	0,3150	5,53

Orebić I	15,45	1,032	0,1890	6,59	Smokvica	14,83	0,820	0,1265	6,35
Orebić II	13,73	1,018	0,1626	7,20	Badija	12,87	0,817	0,1218	7,49
Trog. Skolj	12,86	0,989	0,0953	5,97	Vrnik	13,44	1,007	0,1289	8,73
Barbarinac	14,41	0,768	0,1405	7,80	Lastovo	13,91	1,215	0,2084	9,27
Čjovo	15,22	1,124	0,2141	7,96	Sv. Mihovil	13,50	1,252	0,1518	5,89
Slatina	14,45	1,211	0,1372	7,37	Ubli	13,61	0,801	0,1335	7,33
Drvenik (O)	14,90	1,063	0,1551	6,74	Prežba	13,82	1,013	0,1247	6,17
Maslinica	15,62	1,005	0,1220	7,53	Lukovac	13,73	0,847	0,1142	5,97
Nećujam	14,95	1,177	0,1521	7,95	Tajan	13,61	0,813	0,0958	8,45
Stomorska	15,44	1,188	0,2116	7,99	Komiža I	12,88	1,089	0,1406	7,09
Sutivan	14,07	1,233	0,1085	6,31	Komiža II	11,84	0,839	0,0811	7,60
Supetar I	13,63	0,888	0,1110	6,76	Podšipje	14,03	1,066	0,1388	5,71
Supetar II	15,46	0,922	0,1538	8,14	Vis I	13,53	0,773	0,0982	6,85
Pučišća	15,57	1,259	0,2658	9,35	Vis II	13,83	0,948	0,1580	8,49
Sumartin	14,32	1,456	0,1396	7,36	Zaglav	14,02	1,190	0,1524	9,71
Bol	14,02	1,054	0,1016	5,47	Budikovac	14,52	1,410	0,2940	6,76
Rt Ražanj	14,18	0,767	0,1878	6,62	Paržanj	12,83	0,867	0,1067	6,30
Dobovića	15,53	0,939	0,2464	8,33	Barjak	12,65	0,797	0,0920	7,93
Donji Humac	13,98	1,294	0,1409	6,91	Kamen	11,79	0,935	0,0900	5,50
Hvar I	13,82	0,966	0,1640	8,31	Biševo	12,78	0,703	0,0984	7,66
Hvar II	14,87	1,148	0,1400	7,82	Sušac	11,98	0,918	0,0875	7,66
Sv. Nedjelja	15,23	1,163	0,1560	7,46	Palagruža	11,56	0,876	0,0774	7,58

Tabela V. OSNOVNI STATISTIČKI PODACI O BROJU ZAVOJA (z).

	M	S	SEM	V	M	S	SEM	V	
Trogir	4,61	0,1562	0,0203	3,39	Zavala	4,58	0,1631	0,0195	3,56
Rt Marjana	4,64	0,1738	0,0205	3,75	Sućuraj	4,62	0,1972	0,0234	4,27
Split I	4,64	0,1918	0,0284	4,13	Jelsa I	4,51	0,1281	0,0167	2,84
Split II	4,18	0,1887	0,0259	3,92	Jelsa II	4,68	0,2062	0,0289	4,41
Duće	4,81	0,1911	0,0181	3,97	Starigrad I	4,66	0,2088	0,0334	5,55
Omiš I	4,67	0,1503	0,0181	3,22	Starigrad II	4,54	0,1565	0,0194	3,45
Omiš II	4,59	0,1609	0,0211	3,51	Palmižan	4,59	0,1643	0,0230	3,58
Baška Voda	4,76	0,1875	0,0297	3,90	Pokonji Dol	4,45	0,1549	0,0191	3,48
Bratuš	4,64	0,1970	0,0315	4,25	Šćedro	4,62	0,1879	0,0233	4,07
Makarska	4,55	0,1507	0,0175	3,31	Pločica	4,64	0,2037	0,0197	4,39
Igrane	4,51	0,1900	0,0204	4,21	Vela Luka I	4,73	0,1736	0,0210	3,78
Živogošće	4,78	0,2179	0,0308	4,56	Vela Luka II	4,83	0,2392	0,0374	4,95
Drvenik (K)	4,69	0,2076	0,0415	4,43	Račišće	4,63	0,1679	0,0212	3,63
Gradac	4,65	0,1811	0,0225	3,89	Korčula I	4,91	0,3206	0,0378	6,53
Klek	4,58	0,1171	0,0143	2,56	Korčula II	4,71	0,3363	0,0686	7,14
Rt Lopata	4,56	0,1208	0,0143	2,87	Lumbarda I	4,61	0,1411	0,0193	3,06
Ston	4,71	0,1822	0,0246	3,87	Lumbarda II	4,73	0,1929	0,0482	4,08

Orebić I	4,64	0,1715	0,0318	3,70	Smokvica	4,80	0,2008	0,0310	4,18
Orebić II	4,69	0,2156	0,0356	4,60	Badija	4,62	0,1371	0,0204	2,97
Trog. Skolj	4,54	0,1628	0,0202	3,59	Vrnik	4,67	0,1549	0,0198	3,32
Barbarinac	4,86	0,1982	0,0248	4,08	Lastovo	4,70	0,2200	0,0377	4,68
Čiovo	4,55	0,2502	0,0442	5,50	Sv. Mihovil	4,80	0,2037	0,0247	4,24
Slatina	4,70	0,1884	0,0243	4,01	Ubli	4,76	0,2232	0,0372	4,69
Drvenik (O)	4,68	0,1934	0,0298	4,13	Prežba	5,09	0,2170	0,0267	4,26
Maslinica	4,69	0,1732	0,0180	3,69	Lukovac	4,99	0,2362	0,0319	4,73
Nečujam	4,72	0,1735	0,0222	3,68	Tajan	4,77	0,2069	0,0244	4,34
Stomorska	4,67	0,2590	0,0444	5,55	Komiža I	4,63	0,1688	0,0218	3,67
Sutivan	4,51	0,1679	0,0205	3,72	Komiža II	4,66	0,1918	0,0185	4,12
Supetar I	4,59	0,1764	0,0212	3,84	Podšipje	4,74	0,1937	0,0252	4,09
Supetar II	4,64	0,1581	0,0193	3,41	Vis I	4,58	0,1342	0,0170	2,93
Pučišća	4,75	0,2274	0,0415	4,79	Vis II	4,80	0,1775	0,0295	3,70
Sumartin	4,75	0,1797	0,0238	3,78	Zaglav	4,75	0,1882	0,0241	3,96
Bol	4,43	0,1977	0,0262	4,46	Budikovac	4,91	0,2337	0,0487	4,76
Rt Ražanj	4,57	0,2083	0,0295	4,56	Paržanj	4,93	0,2267	0,0279	4,80
Dobovišća	4,59	0,1863	0,0329	4,06	Barijak	4,91	0,2198	0,0254	4,48
Donji Humac	4,57	0,1371	0,0200	3,00	Kamen	4,65	0,1628	0,0157	3,50
Hvar I	4,51	0,1609	0,0230	3,57	Biševo	4,51	0,1578	0,0221	3,50
Hvar II	4,61	0,1688	0,0203	3,66	Sušac	4,75	0,1825	0,0174	3,84
Sv. Nedjelja	4,70	0,1965	0,0270	4,18	Palagruža	4,48	0,1613	0,0143	3,60

Tabela VI. OSNOVNI STATISTICKI PODACI O POKAZATELJU RELATIVNE VISINE (100H/D).

	M	S	SEM	V	M	S	SEM	V	
Trogir	68,65	3,568	0,4645	5,19	Zavala	66,37	3,056	0,3653	4,59
Rt Marjana	67,79	3,085	0,3636	4,55	Sućuraj	69,59	4,020	0,4771	5,77
Split I	70,64	4,443	0,8886	6,28	Jelsa I	73,66	4,035	0,5253	5,47
Split II	68,51	3,232	0,4440	4,72	Jelsa II	69,09	3,769	0,5037	5,45
Duće	68,68	3,137	0,2964	4,57	Starigrad I	68,30	3,290	0,4247	4,81
Omiš I	68,01	2,900	0,3492	4,26	Starigrad II	71,34	3,629	0,4501	5,08
Omiš II	71,97	3,861	0,5070	5,36	Palmižan	69,00	3,752	0,5253	5,43
Baška Voda	69,79	3,686	0,5902	5,28	Pokonji Dol	67,88	3,366	0,4143	4,95
Bratūš	68,23	3,030	0,4852	4,44	Šćedro	70,54	4,863	0,6032	6,89
Makarska	71,77	3,959	0,4579	5,48	Pločica	69,49	4,101	0,3965	5,90
Igrane	69,05	3,809	0,4084	5,51	Vela Luka I	68,25	3,448	0,4064	5,05
Živogošće	69,84	3,133	0,4431	4,49	Vela Luka II	69,10	4,073	0,6361	5,89
Drvenik (K)	67,48	3,091	0,6182	4,56	Račišće	68,51	3,570	0,4498	5,21
Gradac	69,52	2,818	0,3495	4,05	Korčula I	70,65	3,896	0,4592	5,51
Klek	69,30	2,897	0,3539	4,18	Korčula II	69,75	2,894	0,5907	4,14
Rt Lopata	64,51	2,846	0,3378	4,41	Lumbarda I	66,80	2,725	0,3489	4,07
Šton	69,07	3,463	0,4670	5,01	Lumbarda II	67,38	4,063	1,0158	6,02

Orebić I	65,69	2,792	0,5185	4,24	Smokvica	69,48	3,821	0,5896	5,49
Orebić II	69,44	3,862	0,6349	5,56	Badija	68,53	3,729	0,5559	5,44
Trog. Skolj	72,11	3,841	0,4764	5,32	Vrnik	68,89	4,039	0,5172	5,86
Barbarinac	68,78	2,717	0,3396	3,95	Lastovo	71,35	4,305	0,7383	6,03
Čiovo	67,31	4,036	0,7145	5,99	Sv. Mihovil	71,56	3,966	0,4810	5,44
Slatina	66,80	3,229	0,4169	4,83	Ubli	72,67	3,295	0,5492	4,53
Drvenik (O)	69,95	2,979	0,4597	4,44	Prežba	73,00	2,785	0,3428	3,81
Maslinica	66,08	2,654	0,2659	3,88	Lukovac	76,22	2,819	0,3801	3,69
Nečujam	68,21	2,345	0,3003	3,43	Tajan	71,18	4,267	0,5029	5,99
Stonarska	67,56	3,023	0,5184	4,47	Komiža I	68,73	3,177	0,4101	4,62
Sutivan	67,15	3,469	0,4238	5,16	Komiža II	70,06	4,129	0,3992	5,89
Supetar I	67,96	3,406	0,4100	5,01	Podšipje	71,12	3,321	0,4324	4,66
Supetar II	68,43	3,407	0,4162	4,97	Vis I	68,87	2,826	0,3589	4,10
Pučišća	67,27	3,095	0,5651	4,60	Vis II	70,50	3,953	0,6588	5,60
Sumartin	70,40	2,941.	0,3895	4,17	Zaglav	70,84	3,378	0,4325	4,76
Bol	66,39	3,686	0,4882	5,55	Budikovac	73,48	3,509	0,7316	4,77
Rt Ražanj	68,44	4,219	0,5967	6,16	Paržanj	75,95	3,814	0,4695	5,02
Dobovića	66,75	2,994	0,5293	4,48	Barjak	75,15	3,972	0,4589	5,27
Donji Humac	69,72	4,179	0,6095	5,99	Kamen	74,14	3,743	0,3602	5,04
Hvar I	66,27	3,046	0,4351	4,59	Biševo	67,94	3,335	0,4670	4,90
Hvar II	69,15	3,588	0,4319	5,18	Sušac	72,46	3,426	0,3267	4,72
Sv. Nedjelja	68,21	2,552	0,3505	3,74	Palagruža	72,50	3,831	0,3385	5,28

## II. Metod analitičke distance

### ZNAČENJE UPOTREBLJENIH SIMBOLA

- $S_M$  — zbir aritmetičkih sredina  
 $M_m$  — aritmetička sredina aritmetičkih sredina  
 $\frac{10}{M_m}$  — koeficijent za kodiranje aritmetičkih sredina  
 $S(M_c - 10)^2$  — zbir kvadriranih odstupanja šifara stanja osobina od njihove »preslikane« aritmetičke sredine ( $=10$ )  
 $s'$  — standardna devijacija šifara stanja osobina  
 $M_c$  — šifre stanja osobina (kodirane aritmetičke sredine merenja, Character State Codes)  
 $M_{SC}$  — standardizovane šifre stanja osobina (Standardized State Codes)

**Tabela VII. POSTUPAK KODIRANJA ARTIMETIČKIH SREDINA I STANDARDIZOVANJA ŠIFARA STANJA OSOBINA PO UZORCIMA, ZA KARAKTERE D, H, h I 100H/D.**

	$S_M$	$M_m$	$\frac{10}{M_m}$	$S(M_c - 10)^2$	$s'$	$\frac{1}{s}$
D	2180,51	27,955	0,3577	33,920	0,6595	1,5163
H	1509,93	19,358	0,5166	20,904	0,5177	1,9316
h	1114,15	14,284	0,7001	41,760	0,7317	1,3667
100H/D	5418,20	69,464	0,1440	9,910	0,3477	2,8760

**Tabela VIII. ŠIFRE STANJA OSOBINA I STANDARDIZOVANE ŠIFRE  
STANJA OSOBINA (ZA D, H, h I 100H/D) PO UZORCIMA**

1	D			H			h			100H/D		
	Mc	Msc	Mc	Mc	Msc	Mc	h	Msc	Mc	Msc	h	9
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Trogir	10,484	0,734	10,368	0,711	11,027	1,404	9,886	—	0,328	—	0,328	
Rt Marjana	10,727	1,102	10,492	0,950	11,020	1,394	9,762	—	0,684	—	0,684	
Split I	9,887	—0,171	10,053	0,102	9,801	—0,261	10,172	0,495	—	0,495	—	
Split II	10,996	1,510	10,849	1,640	10,607	0,830	9,865	—	0,388	—	0,388	
Duće	10,956	1,449	10,818	1,580	10,740	1,011	9,890	—	0,316	—	0,316	
Omiš I	10,398	0,603	10,187	0,361	10,179	0,245	9,793	—	0,595	—	0,595	
Omiš II	9,701	—0,453	10,063	0,122	10,305	0,417	10,364	1,047	—	1,047	—	
Baška Voda	11,475	2,236	11,572	3,036	11,384	1,892	10,050	0,144	—	0,144	—	
Bratuš	10,538	0,816	10,394	0,761	10,572	0,782	9,825	—	0,503	—	0,503	
Makarska	10,019	0,029	10,378	0,730	11,013	1,384	10,336	0,963	—	0,963	—	
Igrane	10,270	0,409	10,234	0,452	10,537	0,734	9,943	—	0,164	—	0,164	
Zivogošće	10,824	1,249	10,688	1,329	10,375	0,513	10,060	0,172	—	0,172	—	
Drvenik (K)	10,824	1,249	10,559	1,080	9,913	—0,107	9,717	—0,814	—	—0,814	—	
Gradac	10,213	0,323	10,239	0,462	9,780	—0,301	10,011	0,031	—	0,031	—	
Klek	10,384	0,582	10,363	0,701	10,824	1,126	9,979	—0,060	—	—0,060	—	
Rt Lopata	10,881	1,336	10,105	0,203	11,545	2,112	9,289	—2,045	—	—2,045	—	
Šton	10,413	0,626	10,224	0,433	10,116	0,159	9,946	—0,155	—	—0,155	—	

Tabela VIII — NASTAVAK

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Orebic I	10,792	1,201	10,234	0,452	10,817	1,117	9,459	-1,556
Orebic II	9,916	-0,127	9,934	-0,127	9,612	-0,530	9,999	-0,003
Barbarinac	10,359	0,544	10,198	0,382	10,038	0,120	9,904	-0,276
Trogirski Školj	9,196	-1,219	9,557	-0,856	9,003	-1,363	10,384	1,104
Čiovo	10,652	0,989	10,332	0,641	10,657	0,898	9,693	-0,883
Slatina	10,566	0,858	10,177	0,342	10,116	0,159	9,619	-1,096
Drvenik (O)	10,566	0,858	10,198	0,382	10,431	0,589	9,641	-1,032
Maslinica	10,613	0,929	10,120	0,232	10,936	1,279	9,515	-1,395
Nećujam	10,445	0,675	10,280	0,541	10,465	0,636	9,822	-0,512
Stomorska	10,809	1,227	10,554	1,070	10,810	1,107	9,728	-0,782
Sutivan	9,676	-0,491	9,361	-1,234	9,850	-0,205	9,669	-0,952
Supetar I	9,684	-0,479	9,500	-0,966	9,542	-0,626	9,786	-0,615
Supetar II	10,459	0,696	10,317	0,612	10,824	1,126	9,854	-0,420
Pučišća	10,938	1,422	10,616	1,190	10,901	1,231	9,687	-0,900
Sumartin	10,166	0,252	10,306	0,591	10,025	0,034	10,138	0,397
Bol	9,952	-0,073	9,552	-0,865	9,815	-0,253	9,560	-1,265
Rt Ražanj	10,202	0,306	10,069	0,133	9,927	-0,110	9,885	-0,417
Bobovišća	10,463	0,702	10,100	0,193	10,873	1,193	9,612	-1,116
Donji Humac	9,820	-0,273	9,867	-0,257	9,787	-0,291	10,040	0,115
Hvar I	9,930	-0,106	9,500	-0,966	9,675	-0,444	9,543	-1,314
Hvar II	9,984	-0,024	9,960	-0,077	10,410	0,560	9,958	-0,121
Sv. Nedjelja	10,874	1,325	10,704	1,360	10,663	0,906	9,822	-0,512

Tabela VIII. — NASTAVAK

1	D		H		h		100H/D	
	Mc	Msc	Mc	Msc	Mc	Msc	Mc	Msc
	2	3	4	5	6	7	8	9
Zavala	10,084	0,127	9,650	-0,676	9,563	-0,597	9,557	-1,274
Sućuraj	10,102	0,155	10,146	0,282	10,165	0,226	10,021	0,060
Jelsa I	9,436	-0,855	9,991	-0,117	9,619	-0,521	10,607	1,746
Jelsa II	10,558	0,816	10,523	1,010	10,761	1,040	9,949	-0,147
Starigrad I	10,874	1,325	10,709	1,370	11,237	1,691	9,835	-0,474
Starigrad II	9,529	-0,714	9,810	-0,367	9,997	-0,004	10,273	0,785
Palmižan	9,916	-0,127	9,893	-0,207	9,969	-0,042	9,936	-0,184
Pokonji Dol	9,350	-0,985	9,154	-1,634	9,248	-1,028	9,775	-0,647
Ščedro	9,748	-0,382	9,893	-0,207	9,724	-0,377	10,158	0,454
Pločica	9,533	-0,708	9,536	-0,896	9,822	-0,243	10,006	0,017.
Vela Luka I	9,973	-0,041	9,810	-0,367	9,948	-0,071	9,828	-0,495
Vela Luka II	10,534	0,810	10,477	0,921	10,739	1,079	9,950	-0,144
Račiće	9,859	-0,214	9,728	-0,525	9,787	-0,291	9,865	-0,388
Korčula I	10,463	0,702	10,694	1,341	10,410	0,560	10,174	0,500
Korčula II	10,037	0,056	10,125	0,241	10,326	0,446	10,044	0,126
Lumbarda I	9,593	-0,610	9,237	-1,474	9,318	-0,932	9,699	-1,096
Lumbarda II	10,316	0,479	10,012	0,023	10,242	0,331	9,703	-0,854

Tabela VIII — NASTAVAK

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Smokvica	10,223	0,338	10,296	0,572	10,382	0,522	10,005	0,014	
Badija	9,057	— 1,430	9,133	— 1,675	9,010	— 1,353	9,868	— 0,379	
Vrnik	9,634	— 0,555	9,578	— 0,815	9,409	— 0,808	9,920	— 0,230	
Lastovo	9,616	— 0,582	9,862	— 0,267	9,738	— 0,358	10,274	0,788	
Sv. Mihovil	9,516	— 0,734	9,821	— 0,346	9,451	— 0,750	10,305	0,877	
Ubli	9,655	— 0,553	10,110	0,212	9,528	— 0,645	10,464	1,334	
Prežba	9,759	— 0,365	10,270	0,522	9,675	— 0,444	10,512	1,472	
Lukovac	9,407	— 0,899	10,337	0,651	9,612	— 0,530	10,976	2,781	
Tajan	9,475	— 0,796	9,728	— 0,525	9,528	— 0,645	10,250	0,719	
Komiža I	9,343	— 0,996	9,232	— 1,483	0,017	— 1,343	9,897	— 0,296	
Komiža II	9,104	— 1,359	9,190	— 1,565	8,289	— 2,338	10,088	0,253	
Podšipje	9,762	— 0,361	9,996	— 0,008	9,822	— 0,243	10,241	0,693	
Vis I	9,443	— 0,844	9,387	— 1,184	9,472	— 0,722	9,917	— 0,239	
Vis II	9,873	— 0,192	10,058	0,112	9,682	— 0,435	10,152	0,437	
Zaglav	9,855	— 0,220	10,058	0,112	9,815	— 0,253	10,201	0,578	
Budikovac	9,580	— 0,637	10,151	0,292	10,165	0,226	10,581	1,670	
Paržani	8,580	— 1,592	9,779	— 0,427	8,982	— 1,391	10,937	2,723	
Barjak	9,157	— 1,278	9,924	— 0,147	8,856	— 1,564	10,822	2,364	
Kamen	8,231	— 2,682	8,793	— 2,331	8,254	— 2,386	10,676	1,944	
Biševo	9,050	— 1,440	8,849	— 2,223	8,947	— 1,439	9,783	— 0,624	
Sušac	8,341	— 2,515	8,700	— 2,511	8,387	— 2,204	10,334	1,248	
Palagruža	8,009	— 3,019	8,369	— 3,150	8,093	— 2,606	10,440	1,265	

Tabela IX. ARTIMETIČKE SREDINE, ŠIFRE STANJA OSOBINA I STANDARDIZOVANE ŠIFRE STANJA OSOBINA (ZA D, H, h i 100H/D) PO GEOGRAFSKIM CELINAMA

	Broj uzoraka	Ukupna uzoraksa	D			H			h			100H/D			
			M	Mc	Msc	M	Mc	Msc	M	Mc	Msc	M	Mc	Msc	
KONTINENT*	Severno od Cetine	11	653	29,31	10,484	0,734	20,01	10,337	0,651	14,81	10,368	0,503	68,57	9,874	-0,362
	Između Cetine i Neretve	8	437	28,99	10,370	0,561	20,21	10,440	0,850	15,00	10,502	0,686	69,96	10,074	0,213
	Južno od Neretve	5	259	29,37	10,506	0,767	19,72	10,187	0,350	15,28	10,698	0,954	67,55	9,727	-0,785
UNUTRAŠNJA OS-TRVA	Solta	3	188	29,62	10,595	0,902	19,84	10,249	0,481	15,37	10,761	1,040	67,04	9,654	-0,995
	Brač	9	476	27,88	9,973	-0,041	19,17	9,903	-0,187	14,42	10,095	0,130	68,12	9,809	-0,549
	Hvar*	12	734	27,99	10,012	0,018	19,32	9,981	-0,037	14,39	10,074	0,101	69,15	9,958	-0,121
VANJSKA OSTRVA	Korčula*	11	604	27,59	9,867	-0,202	19,01	9,821	-0,346	14,12	9,885	-0,157	68,90	9,922	-0,224
	Lastovo*	6	331	26,73	9,561	-0,666	19,38	10,012	-0,023	13,89	9,724	-0,377	72,64	10,460	1,323
	Vis*	11	708	25,67	9,182	-1,240	18,34	9,474	-1,016	12,87	9,010	-1,353	71,69	10,323	0,929
SUSAC, PA-LAGRUA	Susac, Pa-Lagrua	2	238	22,82	8,163	-2,785	16,49	8,519	-2,861	11,76	8,233	-2,415	72,48	10,437	1,257

\*) Sa pribrežnim manjim ostrivima.

Tabela X. ANALITICKO RASTOJANJE MEĐU NASELJIMA EOBANIJA SA RAZNIM GEOGRAFSKIM CELINA

KONTINENT	SEVER-NO OD CETINE	IZMEDU CETINE I NE-RETVE	JUŽNO OD NE-RETVE	SOLTA	BRAĆ	HVAR	KORČULA	LASTOVO	VIS
PALAGRUŽA, SUŠAC	5,987	5,921	5,913	6,503	4,938	4,908	3,796	4,127	2,630
VIS	3,432	3,376	3,762	4,032	2,556	2,400	2,127	1,586	
LASTOVO	2,082	2,074	2,896	3,178	2,304		1,669	1,671	
KORČULA	1,525	1,707	1,724	1,982	0,154	0,141			
HVAR	1,102	1,239	1,391	1,642	0,145				
BRAĆ	1,213	1,525	1,443	1,537					
SOLTA	0,864	1,384	0,896						
KON-TINENT	JUŽNO OD NE-RETVE	IZMEDU CETINE I NE-RETVE	1,045						
	0,688	1,424							

## TREĆI DEO

### POJAVE KARAKTERISTIČNE ZA MIKROEVOLUCIJU VRSTE *EOBANIA VERMICULATA*

#### *I. NANIZAM*

##### A) Fenomen patuljastog rasta u populacijama vrste *Eobania vermiculata*

Patuljasti uzrast ljuštare kao opšte osobine jedinki u izvesnim populacijama vrste *Eobania vermiculata* je pojava odavno poznata zoologima, konstatovana više puta na raznim lokalitetima u okviru areala rasprostranjenosti te vrste, ali nažalost najčešće bez odgovarajućih biometrijskih podataka. Nekoliko ostrvskih populacija koje karakteriše nanizam dobilo je i poseban taksonomski naziv od autora koji su ih otkrili odnosno opisali (uglavnom još krajem devetnaestog veka).

**Tabela XI.**

OSTRVO	AUTOR	NAZIV	DIMENZIJE LJUŠTURE (u mm)			
			PROSEČNE		MINIMAL.	
			VISI- NA	ŠIRI- NA	VISI- NA	ŠIRI- NA
Linoza	Calcara 1851	<i>E. v. linusae</i>	?	?	?	?
Palagruža	Stošić 1877	<i>E. V. pelagosana</i>	14,0	22,0	?	?
Galita	Issel 1887	<i>E. v. minuta</i>	?	?	12,0	18,0
Filgola	Soos 1933	—	?	?	14,6	21,2
Kastelućo	Sacchi 1954	<i>E. v. »gallensis«</i>	19,5	25,8	17,0	21,5
Galo lungo	Sacchi 1954	"	19,5	25,0	16,0	21,0
Rotonda	Sacchi 1954	"	18,5	24,8	17,0	21,8
Pantelerija	Sacchi 1956	<i>E. v. »pantensis«</i>	17,0	22,0	15,0	20,0
Skoljeto	Sacchi 1957	—	16,8	23,9	?	?

Nazivi koji su dati pod navodnicima potiču od Sakija, autora koji drži da postoje formalni motivi za proglašenje novih podvrsta pod tim imenima, ali on (iz posebnih razloga) smatra takav postupak nepotrebnim i neispravnim.

Među proučavanim populacijama vrste *Eobania vermiculata* na području srednjeg Jadrana, kao egzemplarne pojave opšteg nanizma jedinki mogu se označiti slučajevi uzoraka sa Palagruže, Sušca i Kamena (vidi tabelu XII).

Upoređene sa podacima tabele XI. srednje i minimalne vrednosti za ukupnu visinu i najveću širinu ljuštare u uzorcima Palagruža, Sušac i Kamen pokazuju se kao najizrazitije niske.

Tabela XII.

	DIMENZIJE LJUŠTURE (u mm)			
	PROSEČNE		MINIMALNE	
	VISINA	SIRINA	VISINA	SIRINA
Palagruža	16,20	22,39	13,5	19,0
Sušac	16,84	23,32	14,5	20,0
Kamen	17,02	23,01	14,5	19,0

Ispitani materijal sa srednje-jadranskih ostrva sadržavao je nekoliko uzoraka u kojima prosečni uzrast individua nije doduše tako mali kao na Palagruži, Sušcu i Kamenu, ali je još uvek daleko ispod veličine koja bi se mogla smatrati tipičnom. Iz tabele XII proizlazi da individue tretiranih populacija imaju u prosjeku dosta slične osnovne dimenzije ljuštare; pada u oči takođe da im je srednja vrednost visine kolebljivija nego srednja vrednost širine.

Tabela XIII.

	DIMENZIJE LJUŠTURE (u mm)			
	PROSEČNE		MINIMALNE	
	VISINA	VISINA	ŠIRINA	ŠIRINA
Paržanj	18,93	25,02	16,0	22,0
Biševo	17,13	25,30	15,5	23,0
Badija	17,68	25,32	16,0	22,5
Komiža II	17,79	25,45	15,0	23,0
Barjak	19,21	25,60	16,0	22,5
Trogirski školj	18,50	25,71	16,0	22,5

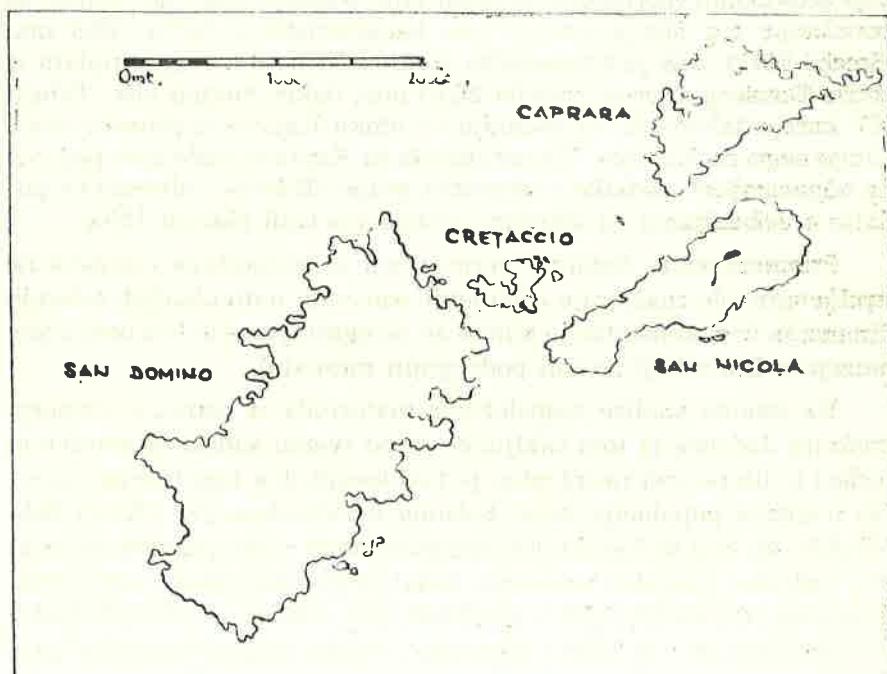
Iako je očevидno da se ovde radi o pigmejskim populacijama, evidentno je da njihov nanizam nije istog ranga kao nanizam populacija na Palagruži, Sušcu i Kamenu (= grupa uzoraka »Palagruža«). Minimalne dimenzije jedinki u uzorcima Paržanj, Biševo, Badija, Komiža II, Barjak i Trogirski školj (= grupa uzoraka »Biševo«) ustvari se kreću oko prosečnih vrednosti dimenzija jedinki sa Palagruže, Sušca i Kamena. U pogledu prosečnih osnovnih mera veličine ljuštare, ustanovljene su signifikantne razlike između pojedinih uzoraka

iz te dve grupe. Tabela XIV prikazuje značaj razlika aritmetičkih sredina najveće širine (D) i ukupne visine (H) između uzorka grupe »Biševo« s jedne i uzorka grupe »Palagruža« s druge strane; znak »+« obeležava statistički značajnu razliku, a znak »—« razliku koja nije značajna.

Tabela XIV.

	Pala-gruža		Sušac		Kamen	
	D	H	D	H	D	H
Paržanj	+	+	+	+	+	+
Biševo	+	—	+	—	+	—
Badija	+	+	+	—	+	—
Komiža II	+	+	+	+	+	—
Barjak	+	+	+	+	+	+
Trogirski školj	+	+	+	+	+	+

Srednje vrednosti dimenzija ljuštture u grupi »Biševo« nisu daleko od odgovarajućih veličina za eobanije sa arhipelaga Gali, blizu obale Salernskog zaliva (Sachi 1954; uporedi tabelu XI).



Slika 4. Ostrva arhipelaga Tremiti (uz apinensku obalu Jadranskog mora).

Tabela XV.

OSTRVO	N	MD	M <sub>H</sub>
San Domino	16	28,19	20,06
Kaprara	14	25,36	18,50
Kretačo	9	26,83	19,17
San Nikola	4	28,00	19,75
Tremiti	43	26,96	19,34

Na osnovu analize podataka dobijenih merenjem izvesnog broja muzejskih primeraka vrste *Eobania vermiculata*, sakupljenih na četiri ostrva arhipelaga Tremiti, zaključeno je da se tamošnja naselja eobanija nikako ne bi mogla smatrati upadljivim slučajevima nanizma, a pogotovo ne nanizma uporedivog sa daleko nižim prosekom individualnih telesnih dimenzija u uzorcima grupe »Palagruža«.

Eobanije sa raznih ostrva među Tremitima očvidno jako variraju u pogledu veličine, ali je ipak neobjasnjivo nepodudaranje podataka o prosečnom iznosu najveće širine jedinki na otočiću Kretačo koje smo dobili merenjem, sa onim koje pominje Saki, on, naime, za populaciju tog školja navodi kao karakterističnu širinu 23,8 mm (Sacchi 1957), dok je aritmetička sredina širine devet egzemplara iz zbirki Bonskog muzeja iznosila 26,83 mm, dakle, znatno više. Tabela XV kazuje takođe da su eobanije na otoku Kaprari u proseku dosta sitnije nego na Kretaču. Uzrast jedinki sa Kaprare inače živo podseća na odgovarajuće podatke o uzorcima grupe »Bišev«, odnosno na podatke o eobanijama na ostrvima arhipelaga Gali (Sacchi 1954).

Primerci vrste *Eobania vermiculata* sa poluostrva Gargano ne ispoljavaju iole značajnije smanjenje osnovnih individualnih telesnih dimenzija (ova konstatacija odnosi se na egzemplare iz Prirodnjačkog muzeja u Bonu koji su bili podvrgnuti merenju).

Na osnovu analize raspoloživog materijala sa ostrva i primorja srednjeg Jadrana (a tom zaključku se po svemu sudeći ne protive ni podaci iz literature) neophodno je razlikovati dva tipa (ranga, stepena) nanizma populacija vrste *Eobania vermiculata*: (1) PRAVI NANIZAM, za koji su karakteristične ekstremno niske prosečne dimenzije ljuštare i odsustvo prelaznih formi ka populacijama »normalnih« dimenzija; (2) KLINALNI NANIZAM, gde veličina najsitnijih jedinki u populacijama približno odgovara proseku veličine individua pravih patuljastih populacija, a postoji i kontinuiran prelaz (preko susednih naselja iste vrste) ka »normalnoj« morfološkoj varijanti.

## B) Nanizam i subspecifične sistemske kategorije

Jedini autor koji se prema našoj evidenciji dosta podrobno i u više navrata bavio patuljastim rastom eobanija, Cezare F. Saki, propustio je da registruje činjenicu o egzistenciji različitih stupnjeva nanizma u određenim populacijama vrste *Eobania vermiculata*; on kao potpuno ravноправне pojave tretira veličinu individua na Panteleriji (prosek najveće širine 22,0 mm; prosek ukupne visine 17,0 mm) i na ostrvskoj grupi Gali (prosek najveće širine 23,9—25,0 mm; prosек ukupne visine 18,5—19,5 mm), odričući i jednoj i drugoj populaciji pravo na rang podvrste, iako prema oskudnim biometrijskim podacima iz njegovih radova proizlazi da se one između sebe osetno razlikuju (njegovo toliko koliko i uzorci grupe »Biševo« od uzorka grupe »Palagruža«, a malopre je pokazano da su razlike među ovima, što se tiče individualnih dimenzija, statistički značajne).

Tabela XVI.

SASTAVNI UZORCI	GRUPE UZORAKA	PROSEČNA ŠIRINA	PROSEČNA VISINA	PRIMEDBA
Pantelerija		22,0	17,0	
Palagruža, Sušac, Kamen	»Palagruža«	22,4—23,3	16,2—17,0	Ne postoji kontinuiran prelaz ka kontinentalnom tipu.
Trogirski školj, Biševo, Paržanj, Badija, Barjak, Komiža II	»Biševo«	25,0—25,7	17,1—19,2	Postoji kontinuiran prelaz ka kontinentalnom (tj. »normalnom«) tipu vrste <i>Eobania vermiculata</i> .
Galo Lungo, Kastelućo, Rotonda	»Gali«	23,9—25,0	18,5—19,5	

Sakiju nije izmaklo da glavna prepreka »proglašenju« podvrste *Eobania vermiculata gallensis* leži u činjenici što tamošenje naselje eobanija (koje autor inače smatra tipično patuljastim, a time i morfološki distinktnim) ima (preko populacija iste vrste na otocima Iska i Vivaro) geografski i morfološki kontinuiran prelaz ka populacijama kontinentalnog tipa na amalfitanskoj rivijeri (Sacchi 1954). Ovaj argumenat isti autor nije mogao upotrebiti prilikom rasprave o pigmejskoj populaciji *Eobania vermiculata* na Panteleriji (nesuđena podvrsta *Eobania vermiculata pantensis*); tu on svoj stav protiv davanja ranga (i imena) podvrste ostrvskim populacijama koje karakteriše patuljasti uzrost jedinki brani postavkom da je nanizam rezultat »ekološke racijacije«, a ne »geografske mikroevolucije u užem smislu« (Sacchi 1956).

Za determinisanje sistematskih grupacija subspecifičnog ranga od male su koristi pretpostavke o putu njihovog postanka; sa gledišta savremene taksonomije (kako naglašavaju korifeji tzv. numeričke taksonomije, Snit i Sokal), svaka rekonstrukcija evolucione prošlosti neke grupe živih bića ne prelazi značaj obične spekulacije ukoliko nije poduprta egzaktnom evidencijom aktuelnog stanja stvari (Sneath, Sokal 1962). Ne ulazeći (ovde) u detaljnu analizu Sakijevog mišljenja o poreklu nanizma, mora es podvući neoboriv fakt da prave patuljaste ostrvske populacije eobanija stoprocentno zadovoljavaju definiciju podvrste onaku kakva je opšteprihvaćena u današnjoj sistematici (Mayr, Linsley, Usinger 1953).

Saki je istina u pravu što ne odobrava identifikovanje populacije na ostrvu Kerkena sa podvrstom *Eobania vermiculata pelagosana* Stossich, kako su svojevremeno učinili Leturno i Burginja (Sacchi 1956; La Greca, Sacchi 1957). Međutim, nezavisno odvijanje sličnih promena u grupama organizama istog porekla paralelizam evolucije raznih razvojnih linija, nije nepoznata niti retka pojava i ne može se uzeti kao povod za taksonomsко »nepriznavanje« posledica takvog razvitka. Vrlo je logično da populacije sa približno podjednakim fondovima naslednih jedinica pod sličnim opštim okolnostima manifestuju sličan evolutivni »trend« (Simpson 1961); taksonomija je dužna sankcionisati ishode takvih procesa.

Ni praktična poteškoća, koju naglašava Saki, što davanje subspecifičnog ranga ostrvskim populacijama eobanije sa malim vrednostima individualnih dimenzija vodi obrazovanju glomaznog fonda termina »bez dubljeg značenja«, nije osobito velika; nema, ustvari, mnogo populacija vrste *Eobania vermiculata* koje odlikuje pravi nanizam.

Iz čitavog razmatranja sledi zaključak da Sakijeva argumentacija nije dovoljno ubedljiva da bismo odrekli status podvrste populacijama *Eobania vermiculata* Palagruže i Sušca; one su (obe zajedno) morfološki i geografski besprekorno definisana i takoreći savršeno distinktna podvrsta, tako da u cilju egzaktne taksonomske dokumentacije postojećih odnosa za njih treba zadržati termin *Eobania vermiculata pelagosana* Stossich 1877).

Uzorak Kamen se (kako smo videli) od uzoraka Palagruža i Sušac ne razlikuje statistički značajno u pogledu prosečne veličine jedinki; postoje međutim, dobri razlozi zbog kojih populaciju eobanija sa školja Kamen ne bismo pribrojali podvrsti *Eobania vermiculata pelagosana*: (1) dok je geografski kontinuitet između Palagruže i Sušca (ukoliko prihvatamo teoriju mosta Pelješac—Gargano i tezu o postepenom spuštanju i potapanju »Adrijatide«) takoreći neporeciv, Kamen je od njih izdvojen i geografski gledano nema s njima ništa zajedničko; (2) starost Sušca i Palagruže i starost školja Kamen veličine su različitog reda: nasuprot paru najstarijih otoka u Jadranском moru stoji školj takoreći tek odvojen od matičnog viškog kopna (udaljenost od najbliže tačke na obali Visa iznosi oko 600 metara, najveća dubina u tom kanalu ne prelazi petnaestak metara).

Navedene činjenice predstavljaju jasan dokaz da je proces postanka populacije patuljastih eobanija na Kamenu morao teći na drugačiji način i drugačijom brzinom. Uostalom, između evolucije eobanija Palagruže i Sušca s jedne, a Kamena s druge strane, ne postoji ni potpuna paralelizam, što se ogleda u izvesnim podacima koji se tiču morfoloških karakteristika dotičnih populacija. Jedinke vrste *Eobania vermiculata* na školju Kamen imaju u prosjeku značajno veći indeks relativne visine; procenat ljuštura sa svetlim tipom površinskog crteža u populaciji Kamen osetno (i statistički značajno) premaša odgovarajuće brojeve za Palagružu i Sušac (uporedi podatke iz tabele I i VI). Ova dva poslednja uzorka se međusobno ne razlikuju ni po jednom od posmatranih karaktera.

Moglo bi se zaključiti da su naročito važnu ulogu u specifičnom toku evolucije eobanija na ostrvcetu Kamen igrali unutrašnji činjenici; izraziti plasticitet i velika varijabilnost jedinki i populacija unutar vrste *Eobania vermiculata* opšte je poznata činjenica, a u viškim populacijama dostiže izuzetno visok nivo. Nije isključeno da uzorci brze »nanizacije« eobanija na Kamenu delimično leže i u vanredno surovim opštim prilikama tog staništa, prvenstveno u oskudnosti vegetacije.

Dakle, ako populaciji tipično patuljastih eobanija sa školja Kamens treba odrediti sistematski rang i karakter, izgleda da bi bilo najispravnije klasifikovati je kao zasebnu podvrstu pod imenom *Eobania vermiculata kamenensis*.

Posebna zanimljivost koja se tiče podvrste *Eobania vermiculata pelagosana* je paralelizam njene evolucije ka smanjenju srednjeg uzrasta jedinki, sa istim »trendom« u mikroevoluciji vrste *Helix aspersa* Müll., što nije konstatovano nigde sem na Palagruži (*Helix aspersa* nije nadena na Sušcu); Palagružu naseljava populacija patuljastih individua vrste *Helix aspersa*, sa svim potrebnim atributima podvrste (*Helix aspersa pelagosana*, Berberović 1963). Izgleda nam da i ova činjenica potvrđuje ispravnost ranije iznesenog stava prema određivanju subspecifičnih kategorija unutar vrste *Eobania vermiculata*, barem što se tiče materijala sa našeg srednje-jadranskog primorja i ostrva.

### C) Patuljasti uzrast jedinki u populacijama izvan malih ostrva

Slučajevi smanjenog prosečnog uzrasta jedinki izvan manjih i udaljenijih ostrva konstatovani su i na području srednjeg Jadrana. Pri tome je karakterističan fenomen na kontinentu i većim ostrvima uz kontinent — upadljiv pad srednjih vrednosti za individualne dimenzije u populacijama vrste *Eobania vermiculata* naseljenim po veštačkim zasadima ukrasnih šibova — parkovima i skverovima. (Specifičnost tog tipa staništa sastoji se između ostalog u nedostatku krup-

nijeg nagomilanog kamenja, sa međuprostorima pogodnim za duži boravak puževa, naročito pri mirovanju, usled čega se oni drže guštog spleta prizemnih grana parkovskih grmova, najčešće oleandera).

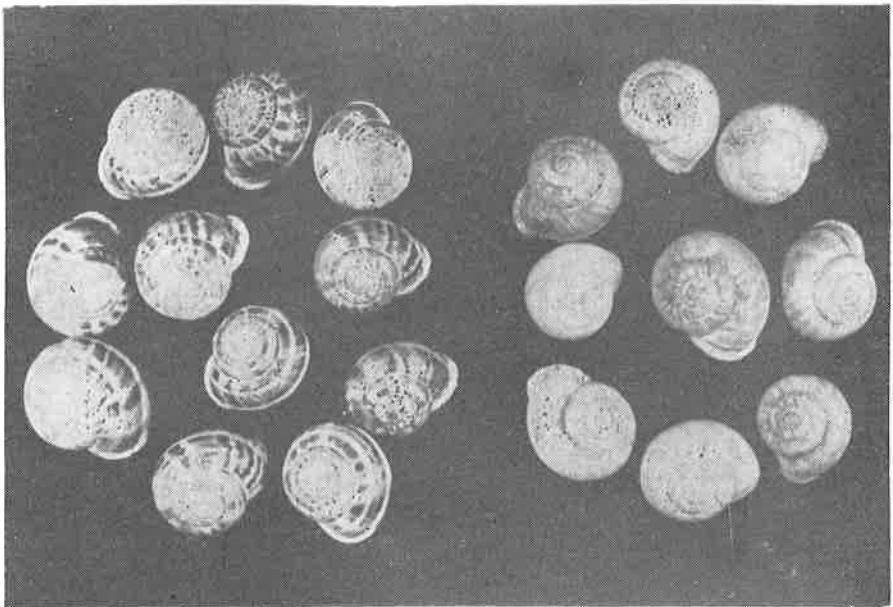
Lako je utvrditi da se parkovske populacije eobanija znatno razlikuju od ostalih na istim geografskim celinama.

Tabela XVII.

	POPULA-CIJE	BROJ UZO-RAKA	VELIČINA UZORAKA		ARITMETIČKE SREDINE			K	%S
			UKU-PNA	SRE-DNJA	M <sub>D</sub>	M <sub>H</sub>	M <sub>h</sub>		
KONTI-NENT*)	parkovske	3	127	42,3	26,67	19,06	14,13	111	51,4
	OSTALE	21	1222	58,2	29,15	20,12	15,05	759	37,0
BRAĆ	parkovske	2	126	63,0	27,68	19,10	13,95	115	60,0
	OSTALE	7	350	50,0	27,95	19,20	14,59	272	57,4
HVAR*)	parkovske	2	124	62,0	26,52	19,16	14,02	101	60,4
	OSTALE	10	610	61,0	28,29	19,35	14,46	464	56,7
KORČU-LA*)	parkovske	3	130	43,3	26,53	18,12	13,42	113	26,6
	OSTALE	8	474	59,3	27,88	19,26	14,31	383	30,8

\*) Sa pribrežnim manjim ostrvima.

Fenomen tendencije ka smanjivanju telesnih dimenzija jedinki u parkovskim populacijama više je nego očevidan i ne može se povezati sa odgovarajućom promenljivošću gustine populacija; opšta pravilnost (koju ćemo opširno razmotriti malo kasnije) da je uzrast obrnutu srazmeran gustini populacije ovde ne važi, što znači da su umanjene dimenzijske eobanija u veštačkim zasadima relativno stabilan karakter, određen pre svega unutrašnjim faktorima. Iz ove postavke sledi dalji zaključak da parkovske populacije vrste *Eobania vermiculata* imaju, po svemu sudeći, zajedničko poreklo, tj. da je njihova morfološka sličnost izraz genetske bliskosti. Potvrda tome bila bi vrlo lako prihvatljiva mogućnost doseljavanja i raseljavanja te eko-morfološke varijante na današnja staništa veštačkim putom. Prenošenje i presađivanje ukrasnih šibova nesumnjivo je odlična prilika za pasivnu migraciju eobanija. Mnogi podaci govore u prilog takvoj pretpostavci, a najmarkantniji su: (1) znatna morfološka divergentnost između parkovskih i ostalih (autohtonih) populacija date grupe uzo-



Slika 5. Grupa ljuštura iz uzorka Korčula I: levo — ljušture sa tamnim tipom površinskog crteža, desno — ljušture sa svetlim tipom površinskog crteža.



Slika 6. Položaj ljudaliteta Starigrad II (beli kružić dole levo) — primer visokog stepena izolovanosti parkovskih populacija: park iz kojeg potiče uzorak sviuda je unaokolo opkoljen kanalom, betonskim putom i blokovima zgrada.



raka i (2) činjenica da su parkovi i skverovi u pretežnom broju slučajeva zaokružena, oštro izolovana staništa, usred nepovoljnog terena gde bi i kratkotrajan opstanak puževa bio vrlo otežan ili posve isključen.

Utvrđeno je, međutim, da postotak jedinki svetlog tipa površinske crteža ljuštture стоји u pozitivnoj korelaciji ( $r = 0,8752$ ), koja je statistički značajna, sa istim vrednostima izračunatim za ostale uzorke iste kopnene celine. Ovo kovariranje jedne tipično nasledne osobine kao što je spoljašnja obojenost ljuštture, ukazuje da izolovanost populacije vrste *Eobania vermiculata* u veštačkim zasadima ukrasnog bilja nije apsolutna, te da postoji izvesna razmena genetičkog materijala (»gene flow«) između autohtonog i (verovatno) doseljenog naselja eobanija u parkovima. Stepen izolovanosti svakako nije svuda jednak i sigurno zavisi od lokalnih topografskih i drugih uslova.

Izrazitija divergentnost aritmetičkih sredina između parkovskih i ostalih populacija na kontinentu, Hvaru i Korčuli može se dovesti u vezu s tim što su na nabrojanim kopnenim celinama prve takoreći totalno izolovane od drugih (uzorci Trogirski školj, Split I, Orebić II, Jelsa I, Starigrad II, Badija, Lumbarda I, Korčula II; uporedi sliku 6.), dok se na Braču parkovske eobanije po svoj prilici nešto više mešaju sa »domaćim«, usled čega su morfološke razlike među njima manje (slika 7.).

Potrebno je na kraju konstatovati da se sve individualne dimenzije parkovskih eobanija ne razlikuju u istoj meri od odgovarajućih podataka za ostale populacije te vrste; dok je divergencija prosečne najveće širine i visine ušća vrlo jaka, odstupanje aritmetičkih sredina ukupne visine jednako je usmereno (vrednosti za autohtono naselje su veće), ali sasvim slabo.

Postojanje populacija patuljastih jedinki vrste *Eobania vermiculata* i izvan manjih ostrva služi Sakiju kao argument (poreg ostalih) da je insularni nanizam fenomen diktiran uglavnom spoljašnjim činiocima, kao što su reducirana atmosferska vлага i padavine, posebne okolnosti u pogledu disturbacije biotopa i siromašna »ispaša« (Sacchi 1954). Isti autor kasnije proširuje ove teze, pa kontinentalnim eobanijama umanjениh dimenzija pripisuje (doduše oprezno, ali bez izričitih ograda) značenje »Kümmerformen«, tj. karakter formi koje su izraz loših opštih uslova po datu vrstu, nalazeći analogije sa sličnim pojavama kod planinskih populacija (La Greca, Sacchi 1957).

Međutim, parkovi (redovno stanište patuljastih populacija *Eobania vermiculata* na kontinentu i pribrežnim manjim i većim ostrvima) se nikako ne bi mogli proglašiti terenom »nepovoljnim« po ispitivanu vrstu puževa. Bilo da se *Eobania vermiculata* hrani tek opalim, svežim zelenim lišćem (kako je pokazao eksperiment sa životnjama u laboratorijumu; Frömming 1956) ili uništava samo suhe i polusuhe listove (što tvrdi Jekl i njegov koautor Šmit na osnovu originalnih posmatranja eobanija »u slobodi«; Jaeckel, Schmidt 1961), parkovi,

bar što se tiše uslova za prehranu eobanija, nesumnjivo spadaju među najpogodnija staništa na ispitivanom području. Još ranije je nagašeno da gustina populacija vrste *Eobania vermiculata* po veštačkim zasadima ukrasnih biljaka nije velika (srednja veličina uzoraka parkovskih populacija iznosi 50,7; srednja veličina svih ostalih uzoraka znatno je veća — 60,6), što znači da je odsutan i taj faktor nepovoljnosti ambijenta. Ni atmosferski uslovi ne objašnjavaju nanizam parkovskih populacija: pod istim ili vrlo sličnim klimatskim prilikama, u neposrednoj blizini veštačkih ukrasnih zelenih površina žive eobanije izrazito krupnijeg uzrasta.

Prema svemu izloženom, patuljasti srednji uzrast jedinki u parkovskim populacijama vrste *Eobania vermiculata* predstavlja, obratno od Sakijevih intencija, dokaz da uzrast stoji pod pretežnom kontrolom unutrašnjih činilaca. Iako se u pogledu većine važnih kvaliteta njihova staništa takoreći dijametralno razlikuju, mnoge parkovske i ostrvske populacije ispoljavaju istu tendenciju smanjivanja individualne veličine.

#### D) Faktori postanka patuljastih formi vrste *Eobania vermiculata*

Smanjeni uzrast organizama u određenim, naročito ostrvskim, naseljima vrste *Eobania vermiculata* dovodi se u vezu sa nizom različitih faktora. Postoji evidencija da su individualne dimenzije u velikoj meri kontrolisane genetički i malo zavisne od spoljašnjih činilaca (Frömming 1955); istovremeno, drugi autori zastupaju gledište o većem udelu direktnih uticaja sredine (Rensch 1932; Sacchi 1954; La Greca, Sacchi 1957). U predstavama o mehanizmu postanka nanizma jednog te istog istraživača ponekad se javе protivrečnosti. Saki, na primer, jednom kaže da patuljaste populacije na kontinentu naseljavaju biotope gde je eobanija u neznatnoj meri i retko plen predatora, te gde je ne progoni čovek (Sacchi 1954), dok na drugim mestima među faktore »nepovoljnosti« staništa stavlja disturbaciju (Sacchi 1957; La Greca, Sacchi 1957). Nije jasno šta bi se pod disturbacijom moglo ovde podrazumevati, ako ne antropogena disturbacija biotopa; prema prvoj definiciji izgleda da baš odsustvo disturbacije od strane čoveka favorizuje pojavu nanizma, a sledeća tvrdi obratno.

Generalno uzevši, Sakijev stav da populacije pigmejskih eobanija susrećemo u ambijentima koji izrazitije odstupaju od mezobijalnih uslova optimalnih po vrstu (dakle u aridnim biotopima, gde nedostatak vlage izaziva krajnje siromaštvo hranidbenim materijalom organskog porekla), ne može se smatrati konačnim objašnjenjem fenomena nanizma.

### 1. Gustina populacije

Kako je već napred istaknuto, veličina uzorka ima donekle vrednost kvantitativne mere za gustinu populacije. U svakom slučaju, može se kao opšte pravilo prihvati da krupniji uzorak redovno odgovara gušćoj populaciji. Izračunavanjem koeficijenta korelacije između srednjih vrednosti pojedinih dimenzija ljuštture i prosečne veličine uzorka po kategorijama veličine uzorka, dobijeni su podaci o stepenu kovariranja gustine populacije i uzrasta individua koje ih sačinjavaju. Ustanovljeno je da između variable »Srednja veličina uzorka« u tabeli XVIII, te aritmetičkih sredina za razne dimenzije ljuštture navedenih na istom mestu postoji gotovo potpuna negativna korelativnost, na najvišem nivou statističkog značaja (uporedi

Tabела XVIII.

VELIČINA UZORKA	BROJ UZO- RAKA	UKUP- NA VE- LIČINA UZO- RAKA	ARITMETIČKE SREDINE			SRED- NJA VE- LIČINA UZO- RAKA
			NAJVE- ĆA ŠI- RINA	UKUP- NA VI- SINA	VISINA UŠĆA	
			(D)	(H)	(h)	
do 40	16	491	28,95	19,97	14,75	30,7
41 — 60	24	1269	28,26	19,52	14,41	52,9
61 — 80	30	2016	27,61	19,22	14,24	67,2
preko 80	8	852	26,03	18,23	13,29	106,5

$$r_{UD} = -0,9980 \quad r_{UH} = -0,9978 \quad r_{Uh} = -0,9826$$

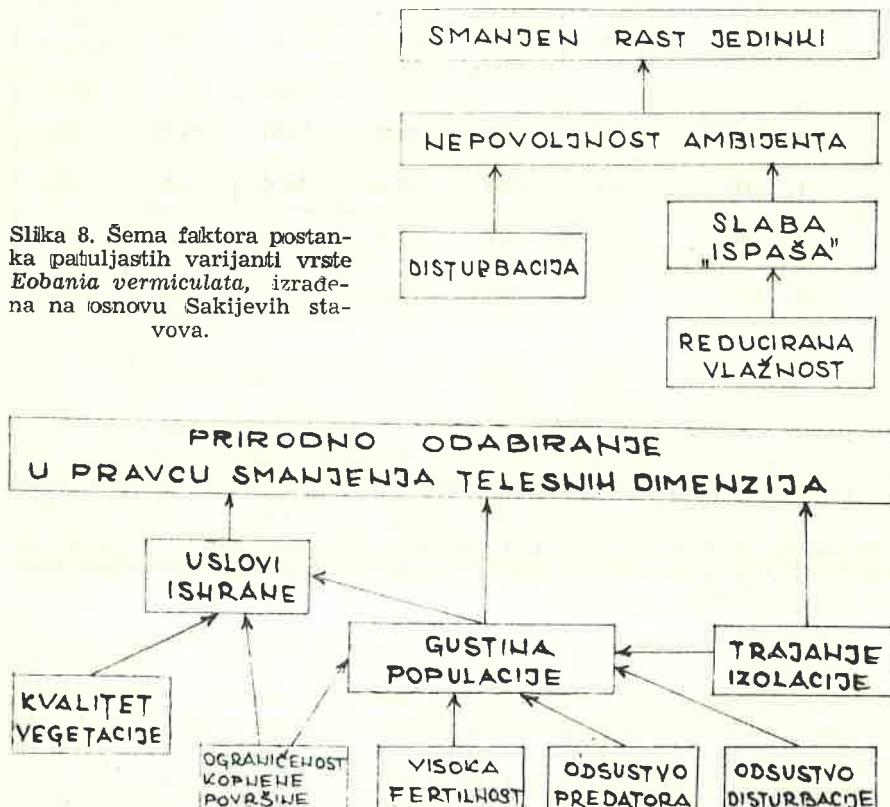
vrednosti koeficijenata  $r_{UD}$ ,  $r_{UH}$  i  $r_{Uh}$ ). Ako podacima o koeficijentima korelacije dodamo činjenicu da uzorci najekstremnije »liliputanskih« populacija ujedno spadaju i među nekoliko najvećih proba (Kamen — veličina uzorka 107, Sušac — veličina uzorka 110, Palagruža — veličina uzorka 128), onda se gustina naselja predstavlja kao činilac prvorazredne važnosti u mikroevolucionim procesima koji se tiču individualnog uzrasta.

Prilikom rasprave o slučajevima nanizma (ne ekstremnog!) eobanija po parkovima na kontinentu i pribrežnim ostrvima, naglašeno je da se patuljasti uzrast jedinki parkovskih populacija ne može dovesti u vezu sa njihovom povećanom brojnošću (tj. sa povećanom gustinom populacije). Ovaj izuzetak od upravo prihvaćenog pravila sasvim je razumljiv ako se ima u vidu: (1) pretpostavka o stranom poreklu parkovskih populacija, (2) različit ali uvek značajan stepen njihove izolovanosti od autohtonog naselja eobanija, (3) veoma intenzivna antropogena disturbiranost biotopa gde žive. Svoje posebne morfološke

karakteristike su te populacije po svoj prilici stekle (i stabilizovale) izvan današnjih staništa, pod okolnostima koje nije moguće sa sigurnošću rekonstruisati. Sasvim prihvatljivom se čini pretpostavka da stabilno »nanoidno« naselje (čiji je smanjeni individualni uzrast verovatno rezultat razvijanja pod uslovima povećane gustine populacije) usled drastične disturbacije staništa nije u stanju da ostvari karakterističnu brojnost. Ograničavajući mehanizam ne mora biti naročito komplikovan: mada se zadržavaju pretežno na granama ukrasnih šibova, eobanije polažu jaja u plitke rupe u tlu; sigurno je da znatan broj ovih pologa strada prilikom prekopavanja terena.

Možda usled takvog razvoja situacije, pojavili su se znakovi da aktuelna mikroevolucija parkovskih populacija vrste *Eobania vermiculata* ide putem konvergencije sa autohtonim populacijama »novog kraja« (u tekućoj fazi ovaj proces se izgleda manje tiče veličine jedinki, manifestujući se kovariranjem procenta svetlih varijanti površinskog crteža; tabela XVII).

Slika 8. Šema faktora postanka patuljastih varijanti vrste *Eobania vermiculata*, izrađena na osnovu Sakijevih stava.



Slika 9. Šema spoljašnjih činilaca mikroevolucije ostromaćkih populacija vrste *Eobania vermiculata* u pravcu smanjenja individualnih telesnih dimenzija.

Obrnuta korelacija između gustine populacije i veličine individua koje tu populaciju sačinjavaju nije nauci nepoznata činjenica i registrovana je više puta kod različitih organskih vrsta; njoj se kao ekološkoj zakonitosti nije pridavao uvek isti značaj.

Ako se za trenutak i prihvati da smanjeni uzrast jedinki vrste *Eobania vermiculata* na malim ostrvima (i drugde) ne zadovoljava »ekološko pravilo« o direktnoj proporciji između telesnih dimenzija suvozemnih mекушаца i stepena »povoljnosti« staništa (Sacchi 1954), bilo bi sigurno pogrešno svesti faktore nepovoljnosti biotopa po datu vrstu na same fizičke činioce, kako je postupio Saki. (U donošenju zaključaka o neposrednim uticajima spoljašnjih, u prvom redu klimatskih, uslova na morfološke osobine puževa Renš je daleko oprezniji). Najjednostavnija logika ukazuje na gustinu populacije bar kao na važnu komponentu »nepovoljnosti« staništa. Nešto kasnije ćemo pokazati da pojам »nepovoljnosti« uopšte nije podesan za opisivanje ambijentalnih prilika u kojima prirodno odabiranje favorizuje jedinke manjeg uzrasta (pre svega zbog njihovih apsolutno nižih metaboličkih potreba).

Sveukupno gledajući, nivo gustine populacije stoji u vrlo upadljivoj korelaciji sa srednjim dimenzijama individua i sasvim je umešno visoko oceniti značaj toga faktora u sistemu spoljašnjih činilaca mikroevolucije ostrvskih populacija vrste *Eobania vermiculata* u pravcu smanjenja individualnih telesnih dimenzija. Čini se da je ovde tačnije govoriti o gustini (»... Proporcionalno veliki broj individua na relativno uskom ograničenom prostoru«; Radovanović 1960) nego o veličini (»Size of population«; Huxley 1944) populacije.

Šeme na slikama 8 i 9 imaju namenu da ilustruju različitost shvatanja sistema vanjskih činilaca za koje se može vezati pojava nazima eobanija; ova šematizacija, kao i svaka druga, podrazumeva izvesna pojednostavljenja.

## 2. Trajanje izolacije

Opšti stepen morfološke divergencije životinjskih populacija na ostrvima u odnosu na ishodni kontinentalni oblik po pravilu je direktno proporcionalan trajanju geografske izolacije datog otoka prema matičnom kopnu; ova zakonitost ima za ostrvsку faunu generalno važenje (Radovanović 1960, Huxley 1942), a proučavanjem našega materijala dobija još jednu potvrdu.

Ukoliko se prihvata klasična hipoteza (koja, uostalom, još nije stekla zadovoljavajuću alternativu) o postanku jadranskih ostrva putem postepenog sruštanja kopna (Gasperini 1902, Schubert 1909, Milojević 1933, Radovanović 1960), onda je jasno da su Palagruža i Sušac najstariji otoci u Jadranu: jedino oni se nalaze izvan izobate od 100 metara, koja inače povezuje sa kontinentom sva ostala naša ostrva. Ta činjenica stoji u potpunoj pozitivnoj korelaciji sa visokim nivoom morfološke divergencije podvrste *Eobania vermiculata* pelen-

gosana koja nastanjuje Palagružu i Sušac prema svim ostalim populacijama iste vrste na ispitivanom području. Slučaj ostrva Sušac je naročito instruktivan: to nije u najužem smislu reči mali otok (površina 4,6 km<sup>2</sup>, obim 13,7 km), čak se (poredeći sa situacijom na Palagruži) ne bi moglo govoriti ni o siromaštvu tamošnje vegetacije. Faktor dugotrajne izolacije je očevidno »nadoknadio« odsustvo nekih činilaca koji pogoduju pojavi nanizma i odlučujuće uticaj na evolucionu sudbinu sušačkih eobanija.

Trajanje izolovanosti na ograničenom terenu svakako ne može nadomestiti sve druge faktore nanizacije, ali je nesumnjivo da su (na primer) dužina izolacije i površina izolovanog kopna komplementarni u odnosu na gustinu populacije — esencijalni agens procesa postojanja patuljastih formi.

Veliki značaj trajanja izolovanosti na ostrvima doneke je zaseđen izuzetnom brzinom mikroevolucionih procesa pod dejstvom specijalnih okolnosti što vladaju u fauni malih otoka i školja (Radošanović 1960); usled toga (ukoliko su prisutni odgovarajući unutrašnji činioci) može se mestimično za srazmerno kratak vremenski period ostvariti visok stepen morfološke odvedenosti ostrvskih populacija u odnosu na naselje iste vrste susednih krupnijih kopnenih celina (primer populacije *Eobania vermiculata* sa školja Kamen). Kako god dugotrajna izolacija može »nadoknadi« odsustvo drugih faktora »nanizacije«, tako može i sama da bude nadomeštena.

### 3. Uslovi ishrane

Iz hipoteze da se prednost sitnih formi pod uslovima pooštene borbe za opstanak na manjim ostrvima sastoje u njihovim nižim metabolitičkim zahtevima sledi da za tok i smisao mikroevolucije ostrvskih populacija ka opštem nanizmu jedinkи veliki značaj imaju uslovi ishrane datog naselja. Ovo gledište dele svi konsultovani izvori, ali nam izgleda da obično nedovoljno podvlače (naročito Saki) direktnu povezanost između prehrambene situacije i gustine populacija: brojnije (a to s obzirom na ograničenu površinu ostrva znači i gušće) naselje vrši veći pritisak na (po pravilu i inače oskudne) izvore hrane u svojoj životnoj sredini.

### 4. Klimatski činioci

Ispitujući uticaj klimatskih faktora na veličinu ljuštture pojedinih vrsta puževa, Renš je došao do zaključka da najjasniju vezu manifestuju uzrast jedinki i temperaturni režim pod kojim one žive (Rensch 1932); značaj drugih okolnosti ovaj autor ne ceni visoko.

Što se tiče područja srednjeg Jadrana, treba podvući da tu vladaju srazmerno uniformne klimatske prilike, čija je varijabilnost dosta niska i skoro zanemarljiva. Temperatura i vlažnost (elementi klime od najvećeg direktnog uticaja na kretanja u živom svetu) razli-

kuju se od mesta do mesta u proseku prilično malo, tako da su i naj-ostriji ekstremi praktično uvek u granicama kolebanja koje bitno ne remeti životni ciklus puževa. Na ovom mestu je korisno pomenuti i izvanrednu otpornost eobanija na nepovoljne situacije u spoljašnjoj sredini; jedinke ove vrste sposobne su da miruju vrlo dugo, a pri prvim poboljšanjima prilika odmah ispoljavaju punu aktivnost. Konstatованo je da su pojedini primerci iz našeg materijala ostali živi i nakon osamnaestomesečnog bivanja u kartonskim kutijama; individue uhvaćene upravo na jugoslovenskom primorju (Split) maja 1843 godine »probudile« su se ponovo tek ujesen (Johnston 1853).

Renšov zaključak o pozitivnom uticaju spoljašnje temperature na uzrast suvozemnih puževa (donesen između ostalog i na osnovu analize nekoliko uzoraka vrste *Eobania vermiculata* sa raznih tačaka obale Sredozemnog mora; Rensch 1932), možda je koristan kod objašnjavanja regionalnih razlika u srednjim vrednostima telesnih dimenzija jedinki, ali nije od pomoći pri pokušaju da se razume variabilnost populacija po veličini individua unutar jednog manjeg područja, gde se ne bi moglo govoriti o postojanju značajnije različitih lokalnih temperaturnih (i uopšte klimatskih uslova). Nije isključeno da uz približno podudarne ostale okolnosti vrsta ima po pravilu veći uzrast na toplijim podnebljima. Međutim, činjenica da se u uslovima relativno ujednačenih atmosferskih prilika razvila izrazita raznolikost populacija vrste *Eobania vermiculata* po mnogim individualnim karakterima, navodi na uverenje o daleko većem značaju neklimatskih faktora za mikroevolucione procese, bar na terenu koji je ispitivan. Slično mišljenje o proučavanoj vrsti izražava i Saki (»Ža objašnjenje smanjenog uzrasta eobanija . . . ne vredi se osvrnati na opštete-klimatske razlike . . .«; Sacchi 1954).

##### 5. Ostali važniji spoljašnji faktori nanizma

Mestimično podudaranje pojave nanizma sa prisustvom određenih spoljašnjih okolnosti (na primer: ograničenost površine malih ostrva i odsustvo predatora), koje su ponekad precenjivane a ponekad potcenjivane kao činioci mikroevolucije vrste *Eobania vermiculata*, može se daleko lakše shvatiti ukoliko te okolnosti smatramo delom sistema mehanizama čiji je izraz i rezultanta — gustina date populacije. Posledica drugačijeg prilaženja stvarima mogu biti kontradikcije slične Sakijevim, koji u istoj publikaciji tvrdi da je nanizam eobanija na malim otocima opštеваžeće pravilo i poriče da površina ostrva stoji u bilo kakvom stalnom odnosu sa prosečnim uzrastom jedinki te vrste (Sacchi 1957).

Čini nam se jasno da je prosečno velika gustina ostrvske populacije vrste *Eobania vermiculata* ishod (1) znatne fertilnosti jedinki, (2) odsustva stalnih, a pogotovo specijalizovanih prirodnih neprijatelja, (3) krajnje ograničenog raspoloživog prostora i (4) nemogućnosti teritorijalne ekspanzije. Uloga ovih agensa u mikroevolucionim

procesima odvijala bi se pre svega putem njihovog regulatorskog dejstva na nivo gustine naselja; njihovo prisustvo na malim ostrvima zato ne mora uvek koincidirati sa fenomenom patuljastog uzrasta eobanija, jer se mogu u znatnoj meri uzajamno »nadomeštati«.

Tabela XIX.

	a	b	c	d	STE-PEN NAN-IZMA	KRITERIJUM ZA OCJENJAVA-NJE STANJA NEKIH SPOLJAŠNJIH FAKTORA NANIZMA NA POJEDINIM OSTRVIMA
Pala-gruža	2	6	3	3	3	a) VELIČINA OSTRVA
Sušac	0	5	3	2	3	0 — obim ostrva preko 10 Km 1 — " " 2,5—10 Km 2 — " " 0,8—2,5 Km 3 — " " ispod 0,8 Km
Kamen	3	3	3	3	3	
Paržanj	2	3	2	2	2	
Barjak	3	3	2	3	2	b) STAROST OSTRVA
Biševo	0	3	1	1	2	Ova varijabla je obeležena jedinicama od 0 do 6, da bi se mogla podvući znatna razlika u starosti između Sušca i Palagruže s jedne, a svih ostalih ostrva s druge strane.
Pokonji dol	3	1	2	3	2	
Budi-kovac	1	3	0	2	1	c) GUSTINA POPULACIJE EO-BANIJA
Luko-vac	3	3	1	2	1	0 — veličina uzorka do 30 1 — " " 31—60 2 — " " 61—80 3 — " " preko 80
Tajan	3	3	2	3	1	
Prežba	1	3	2	1	1	d) VEGETATIVNI POKROV
Pločica	2	1	3	2	1	0 — normalna vegetacija potpunog sastava;
Vrnik	1	1	2	0	1	1 — nešto manje guta vegetacija potpunog sastava;
Šćedro	0	1	2	0	0	2 — od drvenastih vrsta prisutni samo šibovi karakteristični za makiju;
Palmi-žan	0	1	1	0	0	3 — kamenjar sa zeljastim biljkama, šibovi izuzetno retki ili nisu uopšte prisutni u ambijentu.
Barba-rinac	2	0	2	0	0	

U tabeli XIX su arbitrarnim jedinicama ocenjena stanja pojedinih spoljašnjih faktora nanizma na ispitanim malim ostrvima i školjima (iz pregleda su izuzeti uzorci Badija i Trogirski školj, predstavnici tipično »parkovskih« varijanti vrste *Eobania vermiculata*. Iz te



Slika 7. Skver duž priobalnog puta ispod mesne crkve odakle je sakupljen uzorak Sutmartin — primer nepotpune izolovanosti parkovske populacije: primetan je kontinuitet između skvera i obližnjih terena na kojima se može dobro održavati eobamija.



Slika 15. Pogled na ušće reke Cetine. S leva na desno (u sredini fotografije) korito Cetine, u koje se kao desna pritoka uleva ozidani odvod hidrocentralne Omiš. Sasvim pozadi vidi se more (Brački kanal).



tabele proizlazi: (1) stepen nanizma na raznim ostrvima je korelativan sa različitim pojedinačnim spoljašnjim faktorima; (2) korelacija između stepena nanizma i bilo kojeg pojedinačnog vanjskog činioca nije stalna; (3) zapaža se kovariranje između stepena nanizma i zbiru »ocena« tri po našem mišljenju najvažnija neposredna vanjska faktora patuljastog uzrasta eobanija (starost ostrva, kvalitet vegetativnog pokrova, gustina populacije), što se vidi i u tabeli XX; (4) životnu sredinu populacija gde srednji uzrast jedinki ne odstupa od »normalnih« vrednosti (stepen nanizma = 0) karakteriše slaba prisutnost činilaca koji favorizuju smanjeni uzrast.

**Tabela XX.**

STEPEN NANIZMA	KRETANJE ZBIRA OCENA TRI NEPOSREDNA VANJSKA ČINI- OCA NANIZMA
3	9 — 12
2	5 — 9
1	3 — 6
0	2 — 3

### 6. Unutrašnji faktori

Prilikom izračunavanja brojeva za tabelu XX nisu uzeti u obzir podaci o uzorcima sa prilastovskih malih otoka; bez vrste *Eobania vermiculata* su podjednako malo patuljaste i morfološki se neznatno razlikuju od naselja eobanija na samom Lastovu. Zbir »ocena« tri najvažnija spoljašnja činioca pigmejskog uzrasta za Tapanj (8), Lukavac (6) i Prežbu (6) ubedljivo je iznad prosečnih vrednosti koje bi odgovarale stepenu nanizma eobanija na tim ostrvima (=1). I pored prisustva spoljašnjih faktora koji favorizuju smanjenje prosečnih individualnih dimenzija, do smanjivanja ustvari nije došlo.

Kod govora o nanizmu što se manifestuje u populacijama *Eobania vermiculata* u parkovima na kontinentu i pribrežnim ostrvima, konstatovano je da pojavu umanjenog srednjeg uzrasta jedinki ne prati adekvatno prisustvo spoljašnjih činilaca nanizma.

Ne postoji direktna evidencija o tome koje slučajeve nanizma treba smatrati fenotipskim, a koje genetički stabilizovanim; o tome uglavnom čute i mnogi konsultovani izvori. Nesumnjivo je, međutim, da individualni rast stoji pod okntrolom naslednih mehanizama. Može se tvrditi da visok opšti stepen promenljivosti vrste *Eobania vermiculata* ne isključuje postojanje osetnih razlika u plasticitetu morfo-genetičkih varijanti na raznim geografskim celinama, što ih diktiraju prevashodno unutrašnji momenti: »stock« gena koji karakteriše

datu populaciju svakako je osnovni faktor ravnoteže između te populacije i mehanizama prirodnog odabiranja (uporedi: Waddington 1955). Ovde imamo u vidu primetljivu mikroevolucionu inertnost naselja eobanija po manjim ostrvima oko Lastova, nasuprot izrazitoj varijabilnosti populacija viškog arhipelaga.

Prema savremenim shvatanjima diferencijacija rasa je posledica modifikovanja frekvencije gena u alopatričnim populacijama preko prirodnog odabiranja, pri čemu uslovi sredine predstavljaju direktivni agens (Dobzhansky 1953); dakle, unutrašnji faktori su ravnopravni spoljašnjim kao sudionici mikroevolucionih procesa. To potvrđuju i naše analize.

## II. GIGANTIZAM

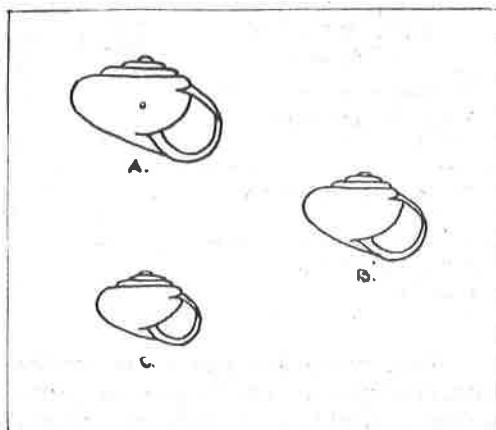
Iako su pojave insularnog gigantizma dobro poznate (mada znatno ređe nego fenomeni patuljastog individualnog rasta na ostrvima), literatura ne beleži ni jedan takav slučaj među ostrvskim populacijama vrste *Eobania vermiculata*. Ni u materijalu sa otoka u srednjem Jadranu nije konstatovan uzorak koji bi karakterisale naročito krupne dimenzije jediki. Kontinentalni uzorak Baška Voda, međutim, ističe se upadljivo visokim prosečnim vrednostima dimenzija ljuštture ( $MD = 32,08$  mm,  $MH = 22,40$  mm,  $Mh = 16,26$  mm); aritmetičke sredine individualnih dimenzija populacije Baška Voda veoma su blizu veličini pojedinih primeraka koji se u literaturi izdvajaju i označavaju kao »divovski« (individua sa školja La Skuola nedaleko od Elbe:  $D = 32,5$  mm,  $H = 23,0$  mm; Sacchi 1957; La Greca, Sacchi 1957); brojevi citirani za severnoafričke eobanije, primer većeg uzrasta jedinki te vrste (36 jedinki sa 9 lokaliteta u Alžиру i Tunisu:  $MD = 31,81$  mm,  $MH = 22,64$  mm; Rensch 1932), takođe nisu statistički značajno različiti od odgovarajućih podataka za uzorak Baška Voda. Treba ujedno napomenuti da bi se gigantizam eobanija na ovom nalazištu mogao oceniti kao pojava istog reda sa pravim nanizmom (koji je utvrđen u populacijama Palagruža, Sušac i Kamen, sudeći bar po matematičkim činjenicama: uzorak Baška Voda razlikuje se statistički značajno od svih ostalih po aritmetičkim sredinama najveće širine i ukupne visine jedinki (izuzev od uzorka Split II, Pučišća i Drvenik (k) po proseku najveće širine; uporedi tabele II i III). Sve te činjenice daju za pravo da ovde govorimo o izrazitom gigantizmu celokupnog naselja vrste *Eobania vermiculata* na lokalitetu Baška Voda, pojavi svakako retkoj i vrednoj pažnje.

Umerenije uvećan srednji individualni uzrast, uporediv (po stupnju odvedenosti od »normalnog« tipa) sa klinalnim nanizmom grupe uzorka »Bišev«, susreće se u više populacija na kontinentu, Šolti, Braču i Hvaru (dakle, samo na primorju i ostrvima kontinentalnog karaktera); kao zajedničko obeležje svih njihovih staništa može se navesti visok stepen antropogene disturbacije i izuzetno bogatstvo izvora hrane (isključivo ili pretežno kultivisane biljne vrste).

Objašnjavanje mehanizma nastanka džinovskih varijanti vrste *Eobania vermiculata* ne može se odvajati od interpretacije sistema procesa koji rezultuju u nanizam; drugim rečima, uslovi suprotni onim što vode selektivnom favorizovanju smanjenog individualnog uzrasta najverovatnije pogoduju održavanju i porastu broja jedinki sa uvećanim dimenzijama.

Slika 10. A) Ljuštura čije dimenzijsne odgovaraju proseku veličine jedinki u uzorku Baška Voda.

- B) Ljuštura čije dimenzijsne odgovaraju proseku veličine jedinki u svim uzorcima uzetim zajedno.
- C) Ljuštura čije dimenzijsne odgovaraju proseku veličine jedinki u uzorku Palagruža.



Prilikom razmatranja problema nanizma donesen je zaključak da telesne dimenzijsne jedinki u populacijama *Eobania vermiculata* stoje u obrnutoj korelaciji sa gustinom populacija; to znači: eobanije većeg uzrasta žive u redim naseljima te vrste. Sporadično prisustvo divovskih egzemplara u mnogim uzorcima sa srednje-jadranskog područja ukazuje na činjenicu da u genskim »stokovima« većine populacija ne nedostaju nasledne osnove za pojavu gigantizma; ostaje nam da (po mogućnosti) ustanovimo koji spoljašnji direktivni činioci upućuju mikroevoluciju vrste *Eobania vermiculata* na smer uvećavanja individualnog uzrasta. Odgovor na pitanje koji faktori uslovjavaju nizak nivo gustine naseljenosti — svakako bi nas približio rešenju.

Stanje većine činilaca čiji je uticaj na brojnost populacije ranije utvrđen, u ambijentu eobanija sa krupnjim vrednostima srednje veličine jedinki favorizuje ustvari povećanu gustinu naselja. Uslovi ishrane su (pod okolnošću bogate vegetacije kulturnih biljaka) izvanredno povoljni. Nastanjivi teren nije ni približno radikalno ograničen i izolovan. Stepen predatorske aktivnosti je beznačajno nizak (procenat individua sa tragovima napada predavatora iznosi u uzorcima sa kontinenta i velikih ostrva svega 0,12%), dok usled jako skučenog izbora plena na malim ostrvima predatori znatno češće napadaju eobanije (odgovarajući postotak je 0,38%).

Tabela XXI pokazuje visoko značajnu kovarijabilnost između (1) stepena antropogene disturbacije staništa, (2) nivoa gustine populacije eobanija i (3) prosečnih osnovnih dimenzijskih ljuštura; iz ovoga

pregleda izuzeto je deset uzoraka parkovskih populacija, pošto se (sa-glasno našim ranijim zaključcima) ne mogu smatrati autohtonim na-seljem lokaliteta gde se danas nalaze.

**Tabela XXI.**

STEPEN ANTROPOGENE DISTURBACIJE STANIŠTA	BROJ UZO- RAKA	VELIČINA UZORAKA		ARTIMETIČ- KE SREDINE	
		UKUP- NA	SRED- NJA	D	H
Malo disturbirana staništa	19	1351	71,1	26,06	18,63
Srednje disturbirana staništa	19	1149	60,5	28,29	19,37
Jako disturbirana staništa	30	1621	54 0	28,74	19,68

Sledi neizbežan zaključak: posledice ljudske delatnosti (i to ne namerno uperene protiv puževa, pošto se takve akcije na ispitivanom području praktično nikada ne sprovode), uprkos kvalitetima sredine koja bi mogla lako »podneti« daleko brojnije naselje eobanija, održavaju gustinu populacije na srazmerno niskom nivou. Retka populacija pod uslovima stalnog izobilja hrane, odsustva iole značajne predatorske aktivnosti i pri prosečno povoljnim klimatskim prilikama — bila bi inače absurd.

Šta više, u tako pogodnim okolnostima gde ni osetno uvećanje naselja verovatno ne bi mnogo poremetilo povoljan odnos između stanja izvora hrane i pritiska na njih, »relativna« gustina populacije (određena tim odnosom) na disturbiranim terenima je, dakle, još niža nego što pokazuju brojevi za veličinu uzoraka koje smatramo merom »apsolutne« gustine naselja (broj individua na jedinicu nastanjive površine).

Iako se pri mirovanju zadržavaju pretežno na kamenju međa i zidova, te prizemnim granama grmova, puževi skoro bez izuzetka odlažu jaja u zemlju; ovo je za vrstu *Eobania vermiculata* utvrđeno i našim neposrednim opažanjem na terenu. Lako je zamisliti kako dosta česta prekopavanja tla prouzrokuju nesumnjivu propast znatnog dela legala. Po svoj prilici otuda, jako disturbiranim staništima (staništa podvrgnuta manje ili više redovnoj zemljoradničkoj obradi, str. 13. ovoga rada) susrećemo bitno ređe populacije vrste *Eobania vermiculata* i tendenciju k porastu srednjih vrednosti individualnih telесnih dimenzija. Potrebno je, međutim, naglasiti da ta tendencija nije redovno proporcionalna smanjenju prosečne gustine naselja. Nagine promene u gustini populacija, izazvane drastičnim intervencijama čoveka, ne mogu istom brzinom rezultovati u odgovarajuća mikro-evoluciona kretanja.

Izloženi način na koji se ljudska aktivnost najverovatnije upliće u biološku istoriju vrste *Eobania vermiculata*, pokazuje, pored ostalog, koliko je deplasirana primena pojmove generalne »povoljnosti« odnosno »nepovoljnosti« ambijenta i njihovo povezivanje sa znakovima »uspešnosti« vrste u datom biotopu. Ukoliko se prekopavanjem tla uništi veliki deo svake sledeće generacije puževa, tu okolnost bi teško mogli proglašiti povoljnom po njih, a upravo ona (kako izgleda) rezultuje u tendenciju povećanja prosečnog uzrasta individua date populacije, što je — saglasno »ekološkom pravilu« koje često citira Saki — indikator »povoljnih« ambijentalnih uslova i »uspešnosti« vrste u njenoj životnoj sredini. Postoji očigledna kontradikcija između jedne odlučujuće važne karakteristike staništa (u suštini nepogodne po eobaniji) i njihove veličine, koju bismo morali uzeti kao znak »uspešnosti«. Nedijalektički gledano, ova situacija se čini paradoksalnom i neobjašnjivom; za nas je to normalan slučaj jedinstva prividnih suprotnosti i dokaz neodrživosti apsolutizovanja koincidencije pojedinih spoljašnjih okolnosti sa izvesnim morfološkim osobinama populacija u neka »ekološka pravila«.

### III. GLOBOZNOST LJUŠTURE

Pod terminom globoznost (»globosità«, Sacchi 1954 itd.) podrazumeva se takav odnos osnovnih dimenzija ljuštture (najveće širine i ukupne visine) koji se uvećava sa relativnim porastom ukupne visine. U našem radu kao direktna pozitivna mera globoznosti ljuštture služi indeks 100H/D, nazvan pokazateljem relativne visine kućice (str. 9.. ovoga rada). Paralelno sa promenljivošću apsolutnih dimenzija ljuštture, varira i njen opšti oblik; drugim rečima, kućice različite veličine nisu između sebe obavezno »slične«. Šta više, »sličnost«, a pogotovo potpuna, pre bi se mogla označiti kao sasvim izuzetna pojava.

Kako se može videti u tabeli VI raspon variranja srednje vrednosti indeksa 100H/D po analiziranim uzorcima kreće se od 64,51 (Rt Lopata) do 76,22 (Lukovac); unutar ovih ekstrema padaju svi podaci o pokazatelju relativne visine u populacijama vrste *Eobania vermiculata* iz drugih predela Sredozemlja (Tabela XXII: radi bolje predstave o kvalitetu citiranih podataka koji se tiču samog indeksa 100H/D, u tabelu su uneti još neki brojevi). Prosečni iznos indeksa 100H/D po većim geografskim celinama nisu naročito divergentni (kritični odnos nezavisnih procenata ne ukazuje na statistički značajne razlike).

Tabela XXII.

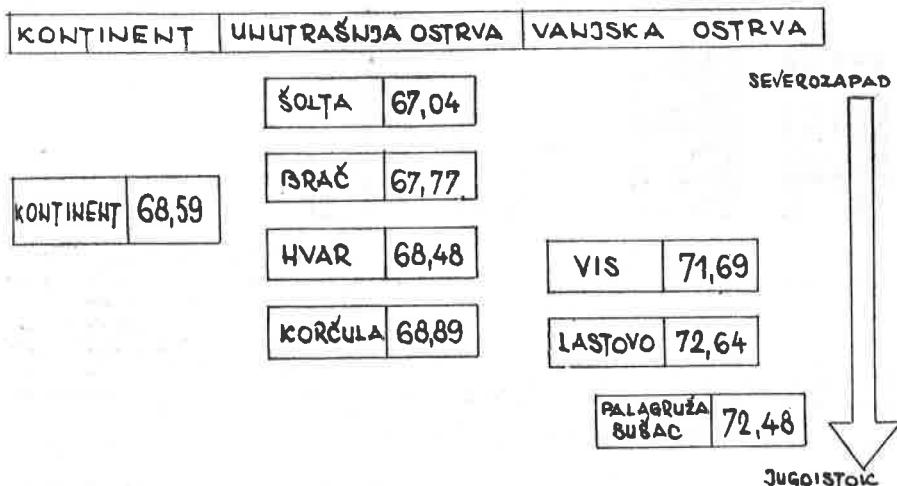
O B L A S T (LOKALITET)	BROJ UZORA- KA	BROJ PRIME- RAKA	100H/D	IZVOR
Južna Francuska	9	60	70,8	Rensch 1932
Tunis, Alžir	9	36	71,1	"
Egipat	4	18	69,8	"
Elba	1	33	66,3	Sacchi 1957
Scoglietto	1	33	70,2	"
Pianosa (uz Elbu)	1	33	73,6	"
Tremiti	4	43	71,8	Originalna merenja
Gargano	12	52	70,4	"
Srednje-jadransko područje	78	4628	69,5	"

Svoje prvobitno uverenje da su nanizam i povećana globaznost ljuštare povezane osobine u populacijama eobanija, na malim ostrvima naročito (Sacchi 1954), Saki je docnije redigovao, zapazivši da umanjivanje kućice nije obavezno praćeno porastom vrednosti odnosa visina: širina (La Greca, Sacchi 1957). Kao najizrazitiji izuzeci od povećanja iznosa indeksa 100H/D (što, ipak, uglavnom redovno prati smanjivanje osnovnih dimenzija ljuštare), mogu se među našim uzorcima označiti probe Bišev (M100H/D = 67,94) i Badija (M100H/D = 68,53); prospekt pokazatelja relativne visine u ovim populacijama je ispod srednjeg iznosa tog indeksa svih uzoraka zajedno. Naselje eobanija sa Biševa odnosno Badije ranije smo svrstali u grupu nosilica klinalnog nanizma (str. 34 i 36 ovoga rada). Karakteristično je da izvesne druge populacije — predstavnici tog tipa nanizma (Paržanj, Barjak) — daju uzorke gde je srednja vrednost pokazatelja relativne visine statistički značajno iznad odgovarajućih brojeva za podvrstu *Eobania vermiculata pelagosana*.

Iznos indeksa 100H/D kod populacija za koje je utvrđeno da ispoljavaju pravi nanizam (u smislu definicije na str. 36. ovoga rada), iako osetno prevazilazi opšti prospekt, ustvari je jedina njihova karakteristika što među podacima iz ostalih uzoraka sa ispitivanog područja ne predstavlja izrazit ekstrem.

Testiranje metodom »t« otkrilo je postojanje statistički značajnih razlika među pojedinim uzorcima eobanija sa srednje-jadranskog područja po aritmetičkim sredinama pokazatelja relativne visine, ali

se u analiziranom materijalu nije moglo konstatovati generalno kovariranje ma kojeg spoljašnjeg činioca i stepena globaznosti ljuštture u populacijama vrste *Eobania vermiculata*. Teško je, uostalom, pretpostaviti da bi srazmerno sitne varijacije u opštem obliku ljuštture imale neku veću selektivnu vrednost i na taj način bile predmet usmerenog dejstva mehanizama prirodnog odabiranja. Moramo, međutim, smatrati sigurnim da je globoznost kućice individualna osobina koju svakako kontrolišu genetički faktori; prema tome, podaci o indeksu 100H/D mogu poslužiti kao simptom pomeranja frekvencije naslednih osnova u ukupnim genotipovima određenih populacija.



Slika 11. Srednje vrednosti pokazatelja relativne visine u populacijama raznih geografskih celina ispitivanog područja; iz tog pregleda su izuzete parkovske populacije.

Zapaženo je interesantno variranje prosečne globoznosti kućica na krupnijim geografskim celinama, koje podseća na neku vrstu (ako smemo tako reći) »dvodimenzionalne« kline. Srednja vrednost indeksa 100H/D raste idući sa severozapada na jugoistok i od kontinenta preko unutrašnjih ka vanjskim otocima. Razlike u indeksima 100H/D susednih celina male su i beznačajne, dok se ekstremi (na oba navedena smera klinalne varijacije) osetno razlikuju.

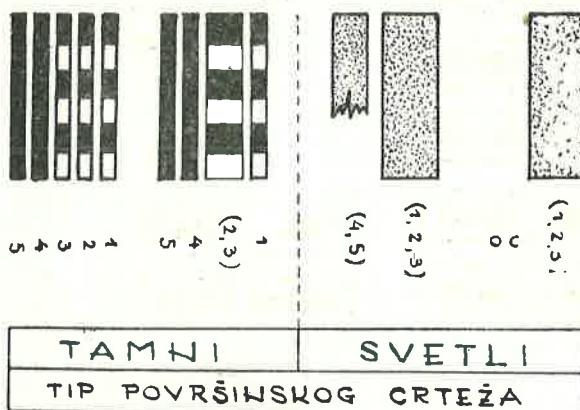
Kod izračunavanja podataka o srednjem iznosu pokazatelja relativne visine za pojedine geografske celine (šema na slici 11), nisu uzimana u obzir naselja eobanija po parkovima; inače, pod pojmom geografske celine podrazumeva se (kao i obično) veća kopnena celina (kontinent ili krupnije ostrvo) sa pribrežnim manjim otocima; ovako definisane geografske celine nose ime najveće pripadajuće kopnene celine.

#### IV. VARIJABILNOST POVRŠINSKOG CRTEŽA LJUŠTURE

##### A) Osnovni tipovi površinskog crteža ljuštture

Kako je napred pomenuto sve raznolike i mnogobrojne varijante površinskog crteža ljuštture klasifikovane su u dva osnovna tipa: tip svetlih i tip tamnih (odnosno svetli i tamni tip površinskog crteža).

Najupadljivije zajedničke karakteristike varijanti svrstanih pod svetlih i tip tamnih (odnosno svetli i tamni tip površinskog crteža). nom jednolično obojeni, tj. slabo ili nikako vermikulatni, izrazito sliveni u jednu široku traku (1, 2, 3); (b) pojasevi 4 i 5 ukoliko uopšte postoje primećuju se samo na završetku najmlađeg zavoja i takođe su sliveni u jednu širu traku.



Slika 12. Šema najčešćih načina stapanja pigmentisanih pojaseva na površini najmlađeg zavoja ljuštture kod svetlog odnosno kod tamnog tipa površinskog crteža.

Kod varijanti tamnog tipa (a) pojasevi 1, 2 i 3 uvek su primetljivo pegavi (vermikulatni) i vrlo često se ne sливaju u jednu široku traku: formula (1, 2, 3) je srazmerno retka, običnije su varijante 1, (2,3) i 1, 2, 3; (b) pojasevi 4 i 5 bez izuzetka su prisutni, jasno razdvojeni i popravilu veoma intenzivno tamni.

Razlikovanje varijanti površinskog crteža po kriterijumu (istovremeno) razlika u intenzitetu i načinu stapanja obojenih pojaseva na ljušturi, provedeno je sa zadovoljavajućim uspehom u svim ispitivanim uzorcima eobanija, dajući međusobno komparabilne podatke (tabela I — procenat ljuštura sa svetlim tipom površinskog crteža, %S).

##### B) Osobenosti spoljašnje pigmentacije jedinki na malim ostrvima

Opisano je više slučajeva specijalne obojenosti jedinki nekih životinjskih vrsta na malim ostrvima Sredozemnog mora (naročito u klasama insekata i reptila), tako da se svaka pojava hiperpigmentacije ostrvskih populacija uglavnom prihvatala kao regularna stvar. Činjenica intenzivno tamne obojenosti ljuštura u naselju eobanija

ostrvceta Velika Figarola kod Rovinja imala je, međutim, dve različite interpretacije. Renš, autor koji je pojavu registrovao, identificuje je kao tipičan slučaj insularnog melanizma (Rensch 1928), dok je Saki smatra izuzetnom i atipičnom, navodeći istovremeno argument da nema potvrde paralelnog melanizma puževa i insekata (La Greca, Sacchi 1957).

**Tabela XXIII.**

	UZORAK	PROCENAT SVETLIH VARIJANTI	
UNUTRAŠNJA MALA OSTRVA	Barbarinac	37,0	48,56
	Palmižan	58,6	
	Pokonji Dol	82,7	
	Pločica	18,0	
	Vrnik	62,2	
VANJSKA MALA OSTRVA	Lukovac	0,0	8,73
	Tajan	15,4	
	Prežba	0,0	
	Budikovac	8,3	
	Paržanj	26,9	
	Kamen	25,0	
	Barjak	0,0	
	Sušac	4,3	
	Palagruža	11,4	

Naša analiza tipova površinskog crteža i njihove frekvencije u populacijama vrste *Eobania vermiculata* sa malih ostrva daje za pravo Sakijevom stavu: u celokupnom proučenom materijalu nije pronađena ni jedna izrazito melanotična kućica, sve su bile obojene svetlijе ili tamnije smeđe. Slučaj naselja eobanija na Velikoj Figaroli bi se, dakle, morao zaista oceniti kao izuzetak.

Nije se moglo utvrditi ni postojanje naročitih varijanti spoljašnje obojenosti. Međutim, u pogledu procentualne zastupljenosti određenog tipa površinskog crteža u populacijama *Eobania vermiculata* malih ostrva srednje-jadranske oblasti zapažene su zanimljive i instruktivne pojave.

Zavisno od položaja prema jugoslovenskoj obali Jadrana, sva ostrva ispitivanog područja mogu se podeliti na »unutrašnja« (odgovaraju potopljenim fragmentima dinarskog lanca u neposrednoj blizini kontinenta: Šolta, Brač, Hvar, Korčula i obližnji manji otoci) i »vanjska« (udaljeniji vršci potopljenog kopna: Vis, Biševo, Lastovo i Sušac, sa obližnjim manjim otocima). Već na prvi pogled tabela XXIII. na prethodnoj strani informiše o bitno nižem postotku svetlog tipa crteža među ljušturama sa vanjskih malih ostrva (kao mala ostrva kvalifikovana su sva ona čija površin ne prelazi  $5 \text{ km}^2$ ; izuzeti su iz tbele mali otoci sa populacijama eobanija parkovskog tipa). Reklo bi se da dugotrajnija izolacija pod uslovima života na malim ostrvima, favorizuje porast frakcije tamno obojenih jedinki. Jedini uzorak sa unutrašnjih malih ostrva u kome je procenat intenzivnije pigmentisanih kućica visok, potiče sa nesumnjivo najstarijeg od ovih otoka — Fločice.

Tabela XXIV.

	BROJ U-ZORAKA	K	%S
Palagruža i Sušac	2	157	8,28
Mali otoci oko Lastova	3	97	4,12
Lastovo	3	87	30,83
Mali otoci oko Visa	4	124	12,90
Vis	6	171	30,87

Možda je još interesantniji fenomen koji upozorava da proces smanjivanja udela svetlih varijanti površinskog crteža teče nejednakom brzinom i s obzirom na veličinu ostrva, tj. brži je na malim otocima nego na susednim većim. Procentualna zastupljenost ljuštura određenog tipa obojenosti na manjim vanjskim ostrvima bitno se razlikuje od odgovarajućih podataka u uzorcima eobanija susednih kurpnih kopnenih celina (uporedi podatke iz tabele XXIV). Ovo stoji u punoj saglasnosti sa shvatanjem da mikroevolucioni procesi koji se tiču kolebanja frekvencije genetički definisanih individualnih osobina u populacijama jako zavise od stepena efikasnosti izolacionih mehanizama, tj. prepreka razmeni gena sa okolnim naseljem ste vrste (Mayr 1947). Potvrđuje se (ponovo) zakonitost: radikalno izolovane i u prostornom smislu ograničene, te izložene posebnim životnim uslovima (mislimo pre svega na uniformnost ambijenta), populacije na malim otocima po pravilu slede određeni pravac razvitka srazmerno brže i rigidnije (bez usporavajućih digresija), divergujući na taj način od morfoloških varijanti sa krupnijih suvozemnih celina, kojima su

inače filogenetski veoma bliske. Ta divergencija (zavisno od lokalnih okolnosti i specifičnih unutrašnjih karakteristika populacije) može biti kvalitativno i kvantitativno različita, a može se odnositi na manji ili veći broj individualnih obeležja. Divergentnost eobanija Lastova i eobanija susednih otočića svedena je na malopre navedeni sniženi procenat svetlih varijanti površinskog crteža među ljuštarama sa malih ostrva, dok su naselja vrste *Eobania vermiculata* na ostrvcima oko Visa morfološki znatno udaljenija od viških populacija po svim analiziranim osobinama.

C) Promenljivost frekvencije tipova obojenosti ljuštture kao odraz mikroevolucionih procesa

Situacija nađena u uzorcima populacija vrste *Eobania vermiculata* sa srednje-jadranskog primorja i ostrva ne pruža podršku Sakićevom uverenju o odsustvu značajnije kovarijabilnosti između kvaliteta i rasporeda površinskog pigmenta te ambijentalnih okolnosti. Zapaženo je, naime, da procenat svetlih varijanti površinskog crteža ljuštture u ispitivanim probama upadljivo raste sa stepenom antropogene disturbacije staništa odakle dotične probe potiču.

Tabela XXV.

STEPEN ANTROPOGENE DISTURBACIJE		TIP STANIŠTA		BROJ UZORAKA	K	%S	%S
A	MALO DISTURBIRANA STANIŠTA	1	Na biljkama	4	207	13,04	
		2	Na biljkama i na kamenju	4	217	20,20	21,96
		3	Na kamenju	11	418	27,29	
B	SREDNJE DISTURBIRANA STANIŠTA	4	Međe oko jalovog tla	7	299	34,45	
		5	Međe oko neobrađivanih travnjaka	12	478	38,70	37,07
C	JAKO DISTURBIRANA STANIŠTA	6	Zidovi i međe oko obrađenog terena	30	1163	48,89	
		7	Biljke u kulturama	10	440	49,34	49,01

Testiranje gornjih podataka metodom »Kritični odnos nezavisnih procenata« pokazalo je da se sve kategorije u prethodnoj tabeli (izuzev susednih kategorija unutar grupa označenih sa A, B i C) statistički visoko značajno ( $P = ,01$ ) razlikuju po srednjem procentualnom učešću svetlog tipa površinskog crteža u ukupnom sastavu populacija.

Imajući na umu ranije naglašeno kovariranje između karaktera i intenziteta ljudske delatnosti i nivoa gustine naselja u datom biotopu (tabela XXI), ispostavlja se da gustina populacije stoji u registrabilnoj vezi sa svim važnijim manifestacijama mikroevolucionih kretanja u okviru vrste *Eobania vermiculata*.

Ne čini se, međutim, verovatnim da stepen antropogene disturbacije staništa reguliše i gustinu populacije i relativnu brojnost određenih varijanti spoljašnje obojenosti jedinki putem istog mehanizma. Alteracija kompleksa ekoloških niša date životne sredine usled čovekovih intervencija (Anderson 1949) svakako bi mogla da bude neposredan uzrok modifikovanju frekvencije tipova površinskog crteža. Taj usmereni proces teče (po svoj prilici) nezavisno od drastičnog nivелiranja gustine naselja eobanija preko zemljoradničke obrade tla.

Ubedljivu evidenciju o tome da je antropogena disturbacija biotopa značajan faktor za ubrzavanje mikroevolucionih procesa pružila su naročito istraživanja u oblasti introgresivne hibridizacije (Anderson 1949; Anderson, Stebbins 1954). Dosta uočljiva »antropofilija« vrste *Eobania vermiculata*, koja se da ustanoviti iz makro- i mikro-spacijalnih odnosa u rasporedu većine njenih populacija, bar na krupnijim kopnenim celinama (Sacchi 1954a), praćena je istovremeno plasticitetom i velikom varijabilnošću; teško bi bilo verovati da se ovde radi o slučajnoj koincidenciji pojave.

Intenzitet superficialne pigmentacije i karakteristično grupisanje pigmenta na površini ljuštture nesumnjivo su genetičke osobine (što je za mnoge petopojasne helicine i eksperimentalno dokazano); promene relativne frekvencije tipova površinskog crteža mogu se uzeti kao znak važnih kretanja u genskom fondu populacija (Sheppard 1952). Takav put diferenciranja populacija podrazumeva ranije pomenuti savremeni stav o ostvarenju morfo-fiziološke divergencije između delova iste vrste usled modifikovanja frekventnosti gena pod direktnim uticajem uslova životne sredine (Dobzhansky 1953).

## Č E T V R T I D E O

### MORFOLOŠKE VARIJANTE VRSTE *EOBANIA VERMICULATA* I NJIHOVA DISTRIBUCIJA NA PODRUČJU SREDNJE JADRANA

#### I. KLASIFIKACIJA MORFOLOŠKIH VARIJANTI

S obzirom na odnos prema uzorcima Palagruža i Sušac (tj. prema jasno distinktnoj podvrsti *Eobania vermiculata pelagosana*) u pogledu posmatranih morfoloških karaktera ljuštare, sve ostale populacije (sem parkovskih) moguće je podeliti na nekoliko grupa. Sledećom klasifikacijom nije obuhvaćen samo uzorak Kamen, za koji je već naglašeno da predstavlja oblik u mnogome sličan palagruškoj populaciji, ali zbog nekih posebnih odlika zасlužuje tretman posebne podvrste (str. 39 ovoga rada).

##### (1) Morfološke varijante kontinentalnog tipa

U odnosu na uzorke sa Sušca i Palagruže imaju statistički značajno veću srednju vrednost svih neposredno merenih dimenzija ljuštare (D, H i h), dok im je prosečni iznos indeksa 100 H/D signifikantno niži. Pod ovaj tip spada veliki dio ispitanih uzoraka, ali se oni između sebe po svakoj od pomenutih osobina mogu prilično razlikovati. Populacije čije morfološke karakteristike odgovaraju kontinentalnom tipu nisu nađene samo na području lastovskog arhipelaga, a kontinuirano naseljavaju čitav ostatak srednje-jadranskog područja sem ostrva Visa sa pribrežnim otočićima, gde se javljaju sporedno, uokružene populacijama drugog tipa.

##### (2) Morfološke varijante lastovskog tipa

U odnosu na uzorke Palagruža i Sušac imaju statistički značajno veće srednje vrednosti najveće širine (D), ukupne visine (H) i visine ušća (h), ali im se prosek pokazatelja relativne visine (indeks 100 H/D) ne razlikuje značajno od istog indeksa u podvrsti *Eobania vermiculata pelagosana* ili je od njega signifikantno veći. Ovome tipu eobanija pripadaju sve populacije lastovskog arhipelaga, veći deo naselja te vrste na Visu i pribrežnim manjim ostrvima, te dve usamljene kontinentalne populacije (Omiš II i Makarska). Treba napomenuti da su populacije veštačkih nasada ukrasnog bilja po morfološkim osobinama često veoma slične morfološkim varijantama lastovskog tipa, ali se to pravilo ne bi moglo smatrati generalno važećim. Na svaki način, o eventualnoj vezi parkovskih eobanija sa lastovskim morfološkim tipom moglo bi se izneti suviše nejednakih hipoteza, da bi ijedna od njih delovala dovoljno ubedljivo.

### (3) Morfološke varijante tipa »Biševo«

U odnosu na populacije podvrste *Eobania vermiculata pelagosa* imaju statistički značajno veću prosečnu širinu kućice, dok su ostale direktno merene dimenzije jedinki vrlo blizu odgovarajućim podacima za palagrušku podvrstu; pokazatelj relativne visine (100 H/D) signifikantno je niži nego kod eobanija na Palagruži i Sušcu: otprilike je ravan istom indeksu većine populacija kontinentalnog tipa. Ovoj morfološkoj varijanti pripadaju naselja eobanija na manjim ostrvima Biševo (kraj Visa), Badija (kraj Korčule) i Pokonji Dol (kraj Hvara), te uzorak Komiža II sa otoka Visa. Kao zajednička oznaka svih njih mogao bi se navesti — nanizam bez (uobičajenog) popratnog povećanja globoznosti ljuštture.

Geografska karta na slici 13. prikazuje raširenost i raspored pojedinih upravo nabrojanih tipova — morfoloških varijanti vrsta *Eobania vermiculata* na području srednjeg Jadrana.

## II. DISTRIBUCIJA MORFOLOŠKIH VARIJANTI

### A) Vanska ostrva

#### 1. Palagruža i Sušac

Populacije vrste *Eobania vermiculata* na Palagruži i Sušcu praktično su (morfološki) identične; one se međusobno ne razlikuju ni po jednom ispitivanom karakteru toliko da bi razlika dostizala zadovoljstvo.

Tabela XXVI.

UZORAK	ARITMETIČKE SREDINE POSMATRANIH KARAKTERA						
	M D	M H	M h	M z	M <sub>100H/D</sub>	M <sub>100h/H</sub>	%S
Palagruža	22,39	16,20	11,56	4,48	72,50	71,35	11,4
Sušac	23,32	16,84	11,98	4,78	72,46	71,14	4,3

voljavajući statistički značaj, dok su od ostalih uzoraka tretiranih ovde (naročito po apsolutnim dimenzijama ljuštture) odvojene veoma oštro. Veličina individua sa tih ostrva ekstremno je reducirana, što stoji u pozitivnoj korelaciji sa srazmerno dugotrajnom geografskom izolovanosti (Palagružu i Sušac, saglasno uverenju da predstavljaju ostatke suvozemnog praga Gargano — Pelješac, treba smatrati najstarijim ostrvima u Jadranskem moru) i velikom gustinom tamasnijih populacija vrste *Eobania vermiculata*.

Naselje eobanija Palagruže i Sušca čini morfološki i geografski odlično definisanu podvrstu — *Eobania vermiculata pelagosana Stossovića*.

sich. Do sada neregistrovano prisustvo te podvrste na Sušcu samo po sebi je značajna informacija za bolje shvatanje mehanizma postajanja patuljastih oblika, a insularnog nanizma posebno, predstavljajući argument protiv mišljenja o »čisto ekološkom« poreklu podvrste *Eobania vermiculata pelagosana*, koje je obelodanio Saki (Sacchi 1954, 1956). *Clausilia gibbula pelagosana* O. Boettger i *Chondrula quinquedentata pelagosana* Sturany, podvrste u čiju geografsku i morfološku distinktnost ne sumnja ni jedan autor, takođe naseljavaju i Sušac i Palagružu (Babić, Rössler 1912; Sturany 1915). Izuzetak od ovih dopunskih podataka (što ih pružaju zasebne forme drugih vrsta kopnenih gastropoda na Palagruži i Sušcu) čini podvrsta *Helix aspersa pelagosana*, koja nije uopšte konstatovana ni na ostrvu Sušac (tamo nema, međutim, ni tipskih primeraka dotične vrste). Istači ćemo na ovom mestu da je *Eobania vermiculata pelagosana* dominantni oblik palagruške malakoceneze; populacija podvrste *Helix aspersa pelagosana* je veoma malobrojna, tako da njeno postojanje dugo nije bilo primećeno (tog puža ne pominju na primer Babić i Resler u svom popisu palagruških gastropoda).

Zanimljivo je napomenuti da na ostrvu Mala Palagruža, neposredno uz istoimeni veći otok, ne postoje eobanije. Ta pojava nije neočekivana: od svih ranije nabrojanih palagruških suvozemnih puževa samo *Clausilia gibbula pelagosana* dolazi i na Maloj i na Velikoj Palagruži.

Podaci iz tabele X pokazuju da je distinktnost podvrste *Eobania vermiculata pelagosana* izvanredno izrazita; zanemarivši za trenutak nekoliko retkih i nebitnih izuzetaka, brojevi dobijeni Sokalovim metodom »analitičke distance«, koji se tiču Palagruže i Sušca veći su (i to znatno) od svih ostalih.

## 2. Lastovo

Malopre je konstatovano da Lastovo i susedna manja ostrva (sem Sušca) naseljavaju međusobno veoma slične populacije vrste *Eobania vermiculata*, koje smo obeležili kao »lastovski tip« morfoloških varijanti posmatranog oblika. Prilikom samog definisanja lastovskog tipa eobanija odredili smo mu osnovne karakteristike u odnosu na uzorke Palagruža i Sušac; nasuprot takozvanom »kontinentalnom tipu« populacija, tipičnu kućicu lastovskog naselja vrste *Eobania vermiculata* odlikuje prosečno manja širina (D) i znatno veći indeks relativne visine (100 H/D, jer visina ljuštura jedinki na ovom arhipelagu ne pada značajno ispod srednjih vrednosti u većini uzoraka sa kontinenta i unutrašnjih ostrva).

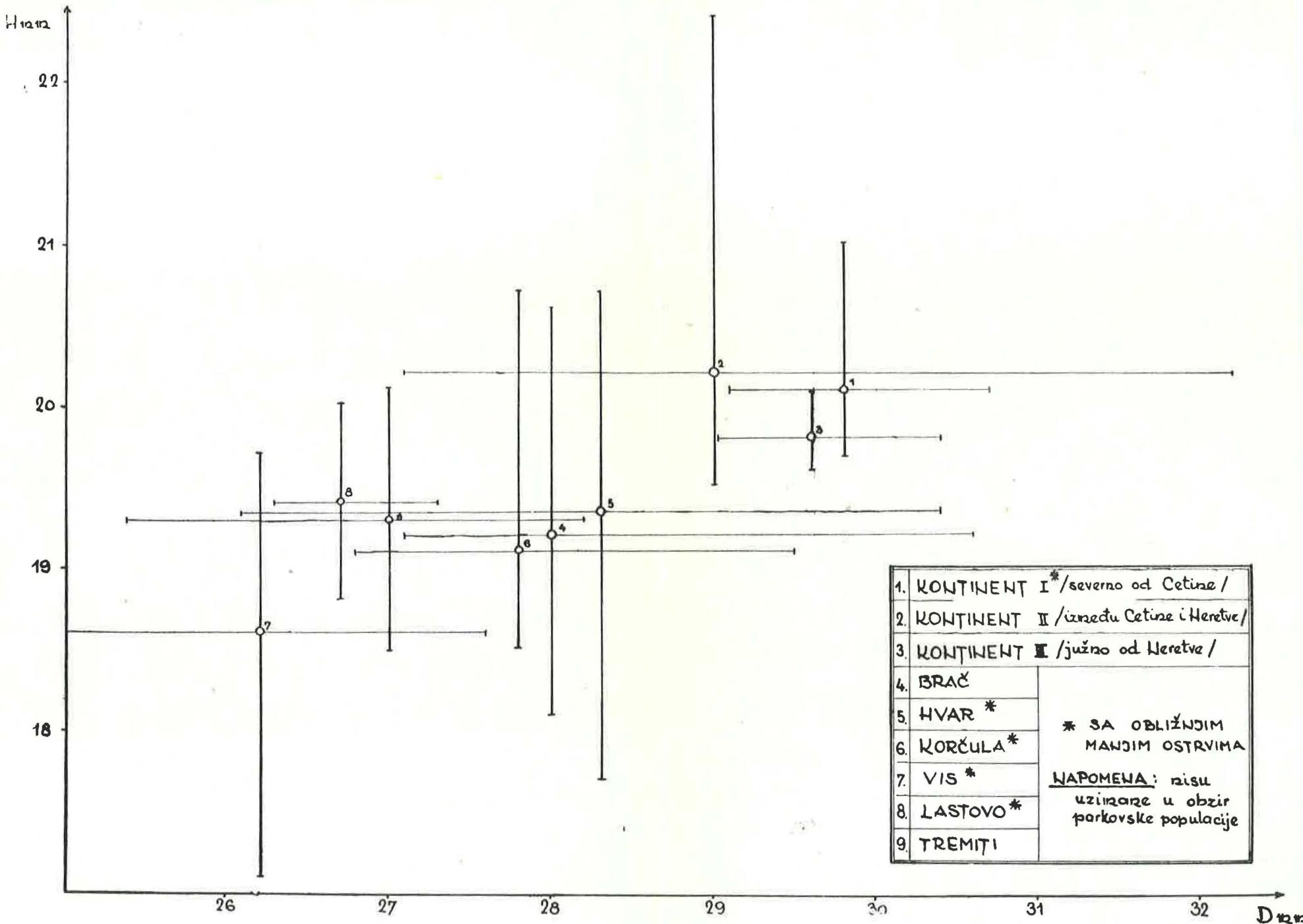
Iz tabele XXVI može se jasno videti da aritmetičke sredine osnovnih individualnih dimenzija u uzrocima sakupljenim na Lastovu i okolnim manjim otocima variraju srazmerno malo ( $D = 26,30\text{--}27,28 \text{ mm}$ ;  $H = 18,83\text{--}20,01 \text{ mm}$ ) u poređenju sa populacijama ostalih geografskih celina. Uopšte uzev, Lastovski tip mor-

foloških varijanti vrste *Eobania vermiculata* predstavlja stabilniju formu dotične vrste, što se potvrđuje još nekim činjenicama. Prosечно analitičko rastojanje među populacijama lastovskog ostrvљa iznosi svega 0,672 (tabela XXVIII); ta vrednost je znatno niža od odgovarajućih brojeva za sve druge geografske celine. Prosek analitičkih distanci između lastovskih i susednih malo-ostrvskih naselja takođe je ekstremno nizak, manji nego za bilo koju kopnenu celinu i njoj gravitirajuća manja ostrva (uporedi podatke iz tabele XXVIII).

Stabilnost oblika eobanija Lastova odražavaju i pojedinačni slučajevi populacija na školjima oko tog otoka. Po svim važnijim karakteristikama ambijenta školjić Lukovac, udaljen oko 1 kilometar od severoistočnog ugla Lastova, identičan je školjiću Kamen blizu Visa, a od nekadanje pralastovske kopnene celine se odvojio nesumnjivo ranije nego Kamen od Visa. Pa ipak, nije bilo znatnijeg mornoškog divergiranja lukovačke populacije u odnosu na kvalitete la-

**Tabela XXVII.**

MALI OTOK	SUSEDNI VEĆI OTOK	d	$M_d$
Bišev	VIS	1,6242	2,305
Barjak		2,3475	
Kamen		2,6173	
Budikovac		2,2629	
Paržanj		2,6733	
Prežba	LASTOVO	0,9274	1,129
Lukovac		2,0098	
Tajan		0,4506	
Palmižan	HVAR	0,5510	1,401
Pokonji Dol		2,5165	
Šćedro		1,0982	
Pločica		1,4367	
Pločica	KORČULA	1,3427	1,843
Badija		2,7499	
Vrnik		1,4358	



Slika 14. Prosek i granice variranja srednjih vrednosti najveće širine ( $D$ ) i ukupne visine ( $H$ ) uzoraka grupisanih po geografskim celinama.

stovskih uzoraka (izuzev po indeksu 100 H/D), dok na Kamenu nalazimo naselje tipično patuljastih eobanija. Daljnju potvrdu izvesne internosti lastovske morfološke varijante eobanija pruža naselje te vrste sa školja Tajan, koje nije pretrpelo nikakve značajnije promene (u pogledu ispitivanih osobina) od trenutka odvajanja iz »Pralastova« do danas; *Eobania vermiculata* na drugim ostrvcima sličnih ekoloških obeležja i približno iste veličine — i za kraće vreme bitno menja niz originalnih morfoloških karakteristika. Prežba, tek nastalo novo ostrvo, odvojeno od matičnog suvozemnog masiva samo uskim i posve plitkim kanalićem, čiji se pejsaž ničim ne odvaja od opšte slike Lastova, ima populaciju eobanija koja je takoreći identična lastovskim (ne razlikujući se od njih statistički značajno ni po jednom ispitanim karakteru); ova situacija odgovara onome što bi se očekivalo.

Interesantno je podvući sličnost eobanija na ostrvu Lastovo odnosno Tremiti, koja se ogleda u podjednakim brojevima za aritmetičke sredine osnovnih dimenzija ljuštare po njihovim naseljima; varijabilnost populacija sa Tremitija je izrazito veća.

### 3. Vis i okolna manja ostrva

Za razliku od lastovskih, populacije vrste *Eobania vermiculata* na Visu i susednim manjim ostrvima karakteriše daleko izrazitija raznovrsnost; ta činjenica je lako uočljiva na geografskoj karti (slika 13.) viški arhipelag naseljavaju populacije (u smislu malopre datih definicija) kontinentalnog tipa (Vis I, Vis II, Komiža I), lastovskog tipa (Podšipje, Zaglav, Budikovac, Barjak, Paržanj) i tipa »Biševo« (Komiža II, Biševo); pored toga, školj Kamen ima naselje tipično liliputanskih eobanija, kojem (izgleda) najbolje odgovara opredeljenje za samostalnu podvrstu — *Eobania vermiculata kamenensis* subspecies nova.

Tabela XXVIII. pokazuje da populacije eobanija viškog arhipelaga, uzimajući dakle u obzir i manja ostrva oko Visa, ispoljavaju veću šarolikost i viši stepen međusobne divergentnosti nego bilo koje naselje iste vrste na jednoj geografskoj celini. Srednje analitičko rastojanje uzorka sa Visa ne prelazi, inače, brojeve koji odgovaraju uzorcima sa jugoslovenske obale Jadranskog mora (fragment između reka Cetina i Neretva) i unutrašnjih ostrva što tom delu obale gravitiraju (Brač, Hvar sa pribrežnim otocima), ali je znatno iznad odgovarajućih podataka za lastovski i korčulanski arhipelag, te kontinent na severu od reke Cetine, sa njemu pribrežnim manjim i većim ostrvima.

Tabelom XXVIII. nisu obuhvaćeni uzorci parkovskih populacija niti uzorak Kamen; s obzirom na tu činjenicu, prosečna analitička distanca viških populacija je u tabeli ustvari nešto umanjena.

Upadljivi plasticitet naselja eobanija na Visu i okolnim ostrvima može se konstatovati i iz grafikona na slici 14; na tom mestu se ističe i prosečna individualna veličina ( $M_D$  i  $M_H$ ) u viškim populacijama vrste *Eobania vermiculata* kao vrednost dosta oštro odvojena od odgovarajućih podataka za ostale geografske celine srednje-jadranskog područja.

**Tabela XXVIII.**

GEOGRAFSKA CELINA		BEZ ПРИБРЕ- ЖНИХ ОСТРВА	SA ПРИБРЕ- ЖНИМ ОСТРВИМА
Kontinent	severno od Cetine	0,835	0,610
	Cetina—Neretva	1,823	—
	južno od Neretve	1,290	—
Unutrašnja ostrva	Brač	1,480	—
	Hvar	1,499	1,819
	Korčula	0,757	1,107
	Šolta	0,313	—
Spoljašnja ostrva	Lastovo	0,000	0,672
	Vis	1,428	2,324
	Palagruža, Sušac	0,000	—

### B) Kontinent

Reke kao što su Cetina i Neretva predstavljaju svakako nesavladivo prepreku prirodnoj migraciji kopnenih puževa; njihova korita (pružajući se u svom završnom delu upravno na pravac pružanja morske obale i njoj paralelnog primorskog planinskog venca) presecaju čitavu širinu relativno uskog priobalnog pojasa između strmih gora i Jadrana, tj. pojasa na koji je ograničeno rasprostranjenje eobanija ovog dela balkanskog potkontinenta. Iz tih razloga su svi kontinentalni uzorci populacija vrste *Eobania vermiculata* podeljeni u tri grupe: (1) uzorci populacija sa primorja severno od Cetine; (2) uzorci populacija sa primorja između Cetine i Neretve; (3) uzorci populacija sa primorja južno od Neretve.

Kako se vidi iz grafikona na slici 14, naselja eobanija pojedinih fragmenata ispitane obalne zone kontinenta prilično su bliska u pogledu proseka osnovnih telesnih dimenzija jedinki. Pada u oči da populacije severno od Cetine i južno od Neretve više liče međusobno (iako su prostorno udaljenije) nego na naselja između te dve reke. Ista konstatacija vredi i za stepen varijabilnosti populacija (tabela XXVIII).

Uzorci sa svih manjih pribrežnih ostrva uz kontinent sakupljeni su isključivo na otočićima duž severno-cetinske zone obale (Čiovo, Barbarinac, Drvenik, Trogirski školj), te ih tretiramo kao jednu geografsku celinu, zajedno sa odgovarajućim fragmentom obale.

KONTINENT	UNUTRAŠNJA OSTRVA	VANJSKA OSTRVA
SEVERNO OD CETINE	0,835	PRIKONTINEN- TALNA OSTRVA 0,610
IZMEĐU CETINE I NERETVE	1,823	ŠOLTA 0,313
JUŽNO OD NERETVE	1,290	BRAC 1,480
		HVAR 1,499
		VIS 1,428
	KORČULA 0,757	LASTOVO 0,000

Slika 16. Prosečno analitičko rastojanje uzoraka populacija vrste *Eobania vermiculata* na pojedinim kopnenim celinama srednje-jadranskog područja

Područje između Cetine i Neretve vidno odskače u pogledu srednjeg analitičkog rastojanja tamošnjih populacija vrste *Eobania vermiculata* od susednih delova obale kontinenta; u isto vreme, podaci za pojedina ostrva veoma su slični podacima za pribrežne fragmente primorskog pojasa (Šema na slici 16). Uporedo sa ovim стоји чинjenica izvesnog (manje ili više izrazitog) opadanja varijabilnosti populacija na liniji kontinent — unutrašnja ostrva — vanjska ostrva, što se može uzeti kao ilustracija redukcije raznovrsnosti ambijenata na otocima (odnosno veze koja postoji između raznovrsnosti ambijenata i varijabilnosti populacija eobanija). Povišena šarolikost naselja eobanija između Cetine i Neretve nesumnjivo ima korenove i u unutrašnjim faktorima.

Na području severno od Cetine, podrazumevajući tu i sve ispitane pribrežne otoke (Barbarinac, Čiovo, Drvenik, Šolta), susreću se populacije vrste *Eobania vermiculata* sa karakteristično ujednačenim srednjim vrednostima za kontrolisane morfološke osobine jedinki (uporedi podatke iz grafikona na slici 14).

Poseban položaj među svim analiziranim uzorcima sa kontinenta (i unutrašnjih ostrva) zauzimaju uzorci Omiš II i Makarska, oba sa fragmenta obalnog pojasa između Cetine i Neretve. Po svim važnijim obeležjima individua, te dve populacije su upadljivo slične lastovskim (naročito po dosta visokom prosečnom iznosu pokazatelja relativne visine), što je za kontinentalne populacije izuzetak.

Ovu pojavu nije jednostavno objasniti. Ona možda стоји u vezi sa ekspanzionom parkovskih populacija na staništa izvan veštačkih zasada ukrasnog bilja (područje Omiša i Makarske je bogato parkovima i skverovima, a bliskost pojedinih parkovskih naselja vrste *Eobania vermiculata* lastovskom tipu morfoloških varjanti nije redak slučaj). Imajući u vidu da populacije eobanija upravo na području između Cetine i Neretve manifestuju izuzetno širok raspon variranja po većini kontrolisanih osobina, možda populacije Omiš I i Makarska predstavljaju autohtone (?) adaptivne varijante lokalnog morfološkog tipa vrste *Eobania vermiculata*.

### C) Unutrašnja ostrva

Iz samog položaja ostrva i konfiguracije njihovog reljefa evidentno je da Šolta, Drvenik i Čiovo (geografski gledano) gravitiraju severno-cetinskom delu kontinentalne obale, Brač i Hvar fragmentu primorja između Cetine i Neretve, te Korčula ispitanim obalnom pojusu južno od Neretve. Šema na slici 16. jasno pokazuje koliko se u prosečnoj varijabilnosti populacija vrste *Eobania vermiculata* na većim unutrašnjim, pa i vanjskim otocima, oseća »uticaj« razlika koje postoji među odgovarajućim parcelama priobalne zone kontinenta. Druge karakteristike ostrvskih naselja, međutim, ne nose detektibilan »pečat« takve prirode. Očevidno je grupisanje svih unutrašnjih otoka po mnogim proučenim osobinama eobanija, a ono je upadljivo naročito kada je reč o osnovnim individualnim dimenzijama (uporedi grafikon na slici 14). Izuzetak čini grupa uzoraka sa ostrva Šolta, koja se kao celina ničim ne razlikuje od populacija obalnog pojasa Dalmacije na severu od reke Cetine, kao i mahom sva ostrva raspoređena u neposrednoj blizini tog dela kontinenta.

Medusobna analitička razdaljina naselja eobanija na unutrašnjim ostrvima srednje-jadranskog područja (izuzev Šoltu i manje otoke uz sam kontinent) pokazuje veliku sličnost tih populacija po svim kontrolisanim morfološkim karakterima. Bliskost naselja vrste *Eobania vermiculata* Brača, Hvara i Korčule može se primetiti i iz drugih podataka; stepen morfološke divergencije svakog od njih u odnosu na kontinentale populacije praktično je jednak (uporedi tabelu X).

## Z A K L J U Č A K

### *M e h a n i z a m m i k r o e v o l u c i o n i h p o j a v a*

1. U uslovima odsustva stalnog mehanizma za regulisanje brojnosti populacija ograničenih na određen izolovani teren, gustina naselja eobanija svakako raste; budući da je kvantum izvora hrane približno stalna veličina, raste i pritisak na njih. Takva situacija daje selektivno preim秉stvo apsolutno nižim potrebama metabolizma sitnijih jedinki. Kako je »... intenzitet metabolizma jedinki ... sračunat na jedinicu telesne težine veći od oblaka sitnijeg porasta« (Stanković 1962), ukupan pritisak čitave populacije na izvore hrane u biotopu raste paralelno parcelizaciji njene biomase; otuda se aktivnost prirodnog odabiranja (mehanizam čiji su objekat jedinke!) pooštrava (i verovatno ubrzava) u smislu favorizovanja individua manje veličine i manjih metaboličkih zahteva.
2. U vezi sa gore navedenim sistemom procesa, može se uzeti da populacije vrste *Eobania vermiculata* na malim otocima (po pravilu) ispoljavaju »trend« smanjivanja individualnog uzrasta; tako usmerene promene ponekad su primetne i kod naselja čija izolovanost na datom skučenom prostoru nije osobito dugotrajna.
3. Stepen morfološke divergencije populacija malih ostrva u odnosu na ishodne morfološke varijante susednih krupnijih kopnenih celina, obično je direktno proporcionalna trajanju geografske odvojenosti od matične suvozemne površine, a obrnuto srazmeran veličini ostrva; navedeni faktori su delatni u mikroevolucionom sistemu populacija, u prvom redu preko svog uticaja na porast gustine naseljenosti vrste u datom biotopu.
4. Konstatovano je jasno kovariranje između stepena antopogene distribucije staništa i nekih pojava u populacijama eobanija koje treba smatrati značajnim indikatorom mikroevolucionih kretanja; antropogena distribucija staništa (koliko se to tiče vrste *Eobania vermiculata*) rezultuje — prema našim nalazima — u veštačko snižavanje brojnosti vrste odnosno gustine naselja, uz odgovarajuće reperkusije po smisao dejstva selekcije.
5. Primećeno je da razlike među populacijama u prosečnom individualnom uzrastu, verifikovane kao statistički značajne, ne utiču na broj zavoja ljuštture; analizirani uzorci se po srednjem broju ophoda kućice ne razlikuju statistički signifikantno (odražavanje neke vrste neizmenjenog relativnog uzrasta?).

6. Predatorska aktivnost protiv jedinki vrste *Eobania vermiculata* izgleda da je više rezultat sporadičnih slučajnih sticaja okolnosti nego je stalna pravilnost. Ne bi se moglo smatrati da prirodnim neprijateljima eobanija pripada iole važnije mesto u procesima značajnim po tok evolucije te vrste.
7. »Uspešnost« vrste u datom ambijentu ne može se meriti ni jednom izdvojenom osobinom populacija ili jedinki koje tu populaciju sačinjavaju; takvozvano »ekološko pravilo« o pozitivnoj korelaciji između srednje veličine individua i »stepena povolnosti« sredine (Sacchi 1954) — potpuno zakazuje.
8. Intenzitet obojenosti ljuštture (isto kao i oblik i veličina) predmet je usmerenog delovanja prirodnog odabiranja; čini se da je direktni spoljašnji faktor varijabilnosti populacija u pogledu procenta jedinki određenog tipa površinskog crteža — stepen antropogene distribucije staništa. Kompletan mehanizam procesa selekcije po spoljašnjoj obojenosti jedinki ne može se sagledati na bazi raspoloživih podataka.
9. Za objašnjenje svih fenomena mikroevoluciione morfološko divergencije ispitivanih naselja vrste *Eobania vermiculata* bilo bi sasvim nedovoljno pozivanje na dejstvo samih vanjskih činilaca. Genetički odredene unutrašnje razlike među populacijama predstavljaju uvek značajan, a ponekad i presudan faktor biološke sudbine dotičnih formi.

#### *Distribucija morfoloških varijanti*

10. Međusobno identične po svim analiziranim karakterima jedinki, tipični predstavnici »pravog nanizma«, populacije eobanija Pala-gruže i Sušca čine geografski i morfološki besprekorno definisanu podvrstu *Eobania vermiculata pelagosana* Stossich.
11. Još jedan slučaj pravog nanizma, otkriven na školju Kamen uz severozapadnu obalu Visa, zaslужuje da bude klasifikovan kao zasebna podvrsta: *Eobania vermiculata kamenensis* ssp. n.; sličnost ove podvrste sa prethodno pomenutom je velika, ali nikako potpuna.
12. Nanizam drugačijeg ranga (»klinalni nanizam«) registrovan je na više malih ostrva uz Hvar, Korčulu, Vis i Lastovo; smanjen individualni uzrast susreće se i na kontinentu odnosno velikim unutrašnjim otocima, ali isključivo u populacijama veštačkih zasada ukrasnog bilja (parkovi i skverovi).
13. Međusobno razlikovanje geografskih celina po većini karaktera njihovih naselja ispitivane vrste izrazitije je na pravcu kontinent — unutrašnja ostrva — vanjska ostrva, nego na pravcu

severoistok — jugozapad; u pogledu izvesnih osobina (procenat svetlih varijanti površinskog crteža u populacijama, opšta variabilnost populacijama po geografskim celinama) zapažena je promenljivost kontinuirana u oba ta pravca.

14. Izuvezši parkovske populacije, kompletno naselje vrste *Eobania vermiculata* na većim unutrašnjim ostrvima (Šolta, Brač, Hvar, Korčula) pripada kontinentalnom tipu morfoloških varijanti; treba napomenuti da taj tip obuhvata vrlo raznolike pojedine populacije.
15. Među vanjskim otocima, Lastovo se odlikuje skoro uniformnim naseljem eobanija; sudeći po mnogim znacima, lastovski tip eobanija obuhvata relativno stabilne i (sa tačke gledišta brzine mikroevolucionih promena) inertne morofloške verijante.
16. Viško naselje eobanija je (nasuprot lastovskom) daleko raznovrsnije; Vis i susedna oстрвца naseljavaju populacije svih uočenih tipova vrste *Eobania vermiculata*. Može se zaključiti da je i njihov plasticitet vrlo veliki.
17. Ispitana obalna zona kontinenta izdeljena je tokovima većih i dužih reka jadranskog sliva (Cetina, Neretva) u tri dela, koji su u pogledu srednjih dimenzija jedinki vrste *Eobania vermiculata* veoma slični. Centralni fragment kontinentalne obale mora ističe se većom opštom varijabilnošću naselja eobanija i prosečno globoznijim ljušturama jedinki (povišen pokazatelj relativne visine kućica).
18. Parkovske populacije eobanija nisu autohtone na svojim staništima, one su očevidno stranog porekla (neutvrđenog ali verovatno zajedničkog). To što se ponekad po izvesnim osobinama među sobom prilično razlikuju možemo (bar donekle) pripisati mešanju sa domaćim naseljem iste vrste, mešanju čiji intenzitet (i obim posledica) zavisi od stepena izolovanosti populacija vrste *Eobania vermiculata* u veštačkim zasadima ukrasnih biljaka. Alternativne interpretacije konstatovanog stanja teže su prihvatljive.

## LITERATURA

1. Anderson E.: (1949). *Introgressive Hybridization*; New York—London.
2. Anderson E., Stebbins G. L. jr.: (1954). *Hybridization as an Evolutionary stimulus*; *Evolution*, 8, 4.
3. Babić K., Rössler E.: (1912). Beobachtungen über die Fauna von Pelagosa; *Verhandl. k. k. zool. bot. Ges.*, 62.
4. Berberović Lj.: (1963). Nova podvrsta kopnenih puževa sa ostrva Pagaguža u Jadranskom moru; *Godišnjak Biol. Instituta u Sarajevu*, 16 (u štampi).
5. Brusina S.: (1866). *Contribuzione pella fauna dei molluschi dalmati*; Vienna.
6. Dobzansky T.: (1953). *Genetics and the Origin of Species*; New York.
7. Fischer R. A.: (1950). *Statistical Methods for Research Workers*; Edinburgh-London.
8. Forcart L.: (1949). Die Berechnung des Wölbungsgrades bei Schneckenschalen; *Arch. f. Moll.*, 77.
9. Frömming E.: (1955). Ökologische Einflusse auf die postembryonale Entwicklung der gehäuseträgenden Landlungenschnecke *Eobania vermiculata* (O. F. Müller); *Zool. Jahrbücher*, 83.
10. Frömming E.: (1956). Quantitative Untersuchungen über die Bedeutung bodenbewohnender Landschnecken; *Biologische Zentralblatt*, 75.
11. Garrett H. E.: (1959). *Elementarna statistika*; Beograd.
12. Gasperini R.: (1902). Geološki prijegled Dalmacije; *Program Velike relake*, Split.
13. Huxley J. S.: (1942). *Evolution, the Modern Synthesis*; New York.
14. Huxley J. S.: (1944). *Darwinism Today (On living in a Revolution)*; New York.
15. Jaekel S. H., Schmidt H. A.: (1961). Beitrag zur Molluskenfauna von Albanien; *Abh. und Ber. aus dem Staatl. Museum für Tierk. in Dresden*; 26, 3.
16. Johnston G.: (1853). *Einleitung in die Konchyliologie*; Stuttgart.
17. La Greca M., Sacchi C. F.: (1957). Problemi del popolamento animale nelle piccole isole mediterranee; *Annuario dell' Ist. e Museo di zool. dell' Università di Napoli*; 9, 3.
18. Mayr E.: (1947). *Ecological Factors in Speciation*; *Evol.*, 1, 4.
19. Mayr E., Linsley E. G., Usinger R. L.: (1953). *Methods and Principles of Systematic Zoology*; New York.
20. Milojević B. Ž.: (1933). *Dinarsko primorje i ostrva*; *Posebna izdanja SAN*, XCVI (25).
21. Radovanović M.: (1960). Rezultati ispitivanja na jadranskim ostrvima u svetlosti evolucionizma; *Glas SAN*, CCXLIII, Odjeljenje prir.-mat. nauka, Nova serija, knj. 20.
22. Rensch B.: (1928). *Inselpelanismus bei Mollusken*; *Zoologische Anzeiger*, 78, 1—2.
23. Rensch B.: (1932). Über die Abhängigkeit der Grösse, des relativen Gewichtes und der Oberflächenstruktur der Landschneckenschalen von den Umweltfaktoren; *Zeitschr. für Morphologie und Oekologie d. Tiere*, 28.
24. Romanovski V. I.: (1947). *Primenenija matematičeskoj statistiki v optnom dele*; Moskva-Leningrad.

25. Sacchi C. F.: (1954). I popolamenti dei Galli (Contributo alla conoscenza faunistica della Campania. Ricerche malacologiche nella regione sorrentina.) Ann. dell' Ist. e Mus. di Zool. dell' Università di Napoli, 6, 8.
26. Sacchi C. F.: (1954a). Schizzo delle malacocenosi terrestri sul litorale garganico; Ann. Ist. e Mus. di zool, Univ. Napoli, 6, 1.
27. Sacchi C. F. (1956): Sulla malacofauna terrestre di Pantelleria; Atti Soc. It. Scienze Naturali, 95.
28. Sacchi C. F. (1957): Relazioni tra superficie insulare e mole corporea in Eobania vermiculata (Müll.) dell' Arcipelago toscano; Boll. di zool., 24.
29. Schilder F. A., Schilder M. (1953): Die Bänderschnecken; Jena.
30. Schubert R. (1909): Geologija Dalmacije; Zadar.
31. Sheppard P. M. (1952): Natural Selection in Two Colonies of the Poly-morphic Land Snail *Cepaea nemoralis*; Heredity, 6, 2.
32. Simpson G. G. (1961): Principles of Animal Taxonomy; New York.
33. Sneath P. H. A., Sokal R. R. (1962): Numerical Taxonomy; Nature, 193, 4818.
34. Snedecor G. W. (1946): Statistical Methods; Ames, Iowa.
35. Sokal R. R. (1961): Distance as a Measure of Taxonomic Similarity; Systematic Zoology, 10, 2.
36. Sokal R. R. (1963): The Principles and Practice of Numerical Taxonomy; Taxon, 12, 5.
37. Stanković S. (1962): Ekologija životinja; Beograd.
38. Stossich M. (1877): Sulla geologia e zoologia dell' isola di Pelagosa; Bollettino della Soc. adriatica di scienze nat., pp 184—192.
39. Sturany R. (1915): Mollusca (Beiträge zur Naturegeschichte der Scoglien und kleineren Inseln Süddalmatiens 19.); Denkschr. d. k. Akad. Viss. in Wien, mat. — naturw. Kl., 92.
40. Waddington C. H. (1955): The Resistance to the Evolutionary Change; Nature, 175, 4445.

## S U M M A R Y

1. A relative absence of the agents which are normally present in the system of factors regulating the size of populations leads inevitably to an increasing population density whenever given species inhabits a strictly limited area. Such a situation offers a selective advantage to the lower general methabolic requirements of smaller individuals. Knowing that »... the intensity of the individual metabolism... per unity of the body weight is higher in smaller forms« (Stanković 1962), we must assume that the total pressure of the whole population on food sources in the biotope is growing up as its biomass undergoes certain parcellization. This contributes too to the imbalance in the population size — food sources relation, which is to be considered as the chief reason why the individuals of smaller size are favoured by the natural selection.
2. In connection with the above mentioned system of microevolutionary processes, it can be said that the populations of the species *Eobania vermiculata* inhabiting small islands exhibit (by rule) a trend of diminuation of the average individual size.
3. The degree of the morphological divergence of the populations living on small islands (compared to the original forms from the neighbouring mainland) is usually correlated with the age and the size of the island. These factors are operating in the microevolutionary systems of *Eobania vermiculata* populations mainly by their effect on the population density — food sources balance.
4. A coincidence of the anthropogene disturbance of the habitat and some microevolutionary patterns in *Eobania vermiculata* populations has been established. The anthropogene disturbance of the habitat (as far as *Eobania vermiculata* is concerned) is resulting — according to our findings — into an artificial reduction of the population density, followed by corresponding repercussions concerning the trend of microevolution.
5. It has been observed that significant differences in the average size of individuals between populations are not dependent on the whorls number, which remains constant.
6. The activity of the predators on *Eobania vermiculata* seems to be rather sporadic. It can not be considered that they play an important role in the microevolution of this species.

7. The success of the species in the given habitat is not to be measured by the presence of any particular character in the population. The so called ecological rule of correlation between the average individual size and the »habitat convenience degree« (Sacchi, 1954) is found to be in disagreement with the real situation.
8. A degree of anthropogene disturbance of the habitat seems to influence the variability of populations in regard to the percentage of the dark coloured individuals in a population. However, our evidence is not sufficient to make clear the way by which the natural selection operates on the superficial shell coloration of *Eobania vermiculata*.
9. The activity of external factors alone can not be assumed as a final examined microevolutionary patterns. Genetical differences between populations represent by all means a significant and sometimes even directive agent of the biological destiny of given forms.
10. A tipical examples of »real nanism«, population of the *Eobania vermiculata* on Palagruža (Pelagosa) and Sušac (Cazza) constitute a geographically and morphologically well defined subspecies *Eobania vermiculata pelagosana* Stossich. Another case of real nanism has been discovered on the small rocky island Kamen (close to the northwest shore of Vis), which was classified as a separate subspecies *Eobania vermiculata kamenensis* ssp. n. Despite a considerable general similarity the two subspecies are remarkably different in many morphological characters.
11. A rather different type of nanism (»clinical nanism«) has been noticed on several small islands near Hvar (Lessina), Korčula (Curzola), Vis (Lissa) and Lastovo (Lagosta). A diminished individual size is to be found in the populations on the mainland too, as well as on larger islands close to the continental shore, but only in populations inhabiting artificially planted spots (parks and squares).
12. The populations of *Eobania vermiculata* on different geographical entities differ from one another much more following the direction mainland — inner islands — outer islands, than the direction northeast — southwest. Certains characters vary continuously in both directions.
13. With the exception of the park populations, all populations of *Eobania vermiculata* on larger inner islands (Šolta, Brač, Hvar, Korčula) belong to the Continental morphological type. It should be pointed out however that the populations of this type are not uniform among themselves.

14. Among the outer islands, Lastovo is distinguished by a specific and almost completely uniform population of *Eobania vermiculata*. There is every reason to believe that the »Lastovo« morphological type of this species represent a comparatively stable variety (from the viewpoint of speed of the microevolutionary changing).
15. *Eobania vermiculata* populations on Vis are far more heterogeneous. Vis and the neighbouring islands are inhabited by populations which belong to all morphological types found in the area of this investigation. There is little doubt that they exhibit a considerable degree of microevolutionary plasticity.
16. The examined coastal zone of the Continent is divided into three parts by the river beds of Cetina and Neretva. These parts do not differ significantly in majority of the qualities of their *Eobania vermiculata* populations.

FUKAREK PAVLE

Šumarski fakultet, Sarajevo

## Vrišt (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.) na jugozapadnoj granici svoje rasprostranjenosti

DIE — BESENHEIDE — CALLUNA VULGARIS (L.) HULL. — AN DER SÜDWESTLICHEN GRENZE IHRER VERBREITUNG

### U V O D

U pregledu dendroflore Bosne i Hercegovine (1959) omaškom nam je izostao vrišt (*Calluna vulgaris* (L.) Hull), vanredna značajna vrsta polugrmova zapadnih i sjevernih predjela Evrope i naših sjeverozapadnih područja. Ova omaška ne može se opravdati time što bi ova vrsta bila u Bosni rijetka, kao što je, na primjer, u susjednoj Srbiji, gdje se nalazi samo na nekoliko lokaliteta u sjeverozapadnim predjelima, ili što je ne bi uopšte bilo, kao, na primjer, u Crnoj Gori, na Kosmetu i u Makedoniji, gdje nalazimo mjesto nje vrstu *Bruckenthalia spiculifolia* Rchb. Omaška je nastala prosto kao omaška i zbog toga je treba što prije ispraviti. I ne samo zbog toga što bi se time samo popunio pregled do danas poznatih vrsta drveća, grmlja, drvenastih povijuša i polugrmlja na području Bosne i Hercegovine nego još više zbog toga što vrišt svojom prisutnošću ili odsutnošću daje nekim predjelima i staništima vanredno značajno biljnogeografsko i ekološko obilježje.

Prije svega, treba priznati da mi vrištu i njegovim nalazištima u našoj zemlji nismo do sada obraćali naročitu pažnju, smatrajući ga običnom i čestom vrstom u svim predjelima. Pregledajući dostupačnu botaničku i drugu literaturu o našim predjelima možemo se uvjeriti u tu činjenicu, a još više ako pregledamo naše botaničke zbirke i u njima nađemo sabrane primjerke vrišta sa neobično malog broja lokaliteta. U botaničkoj literaturi naći ćemo najčešće samo uopštene podatke o ovoj vrsti, u najbolju ruku prepisane iz nekog stranog (zapadnoevropskog) udžbenika.

Tek u novije vrijeme, kada smo ustanovili da nam je vrišt i vrlo značajan indikator šumskih staništa i karakteristična vrsta nekih vanredno interesantnih šumskih zajednica, obratili smo mu veću pažnju. Tom prilikom smo utvrdili ne samo da se krajnja južna granica dopiranja ove vrste na Balkanskom poluotoku nalazi negdje na području naše Republike nego i činjenicu da se vrišt tu može naći samo na ograničenom prostoru. O tome treba da nam kaže nešto više ovaj referat.

## OPŠTI PODACI O RASPROSTRANJENOSTI VRIŠTA

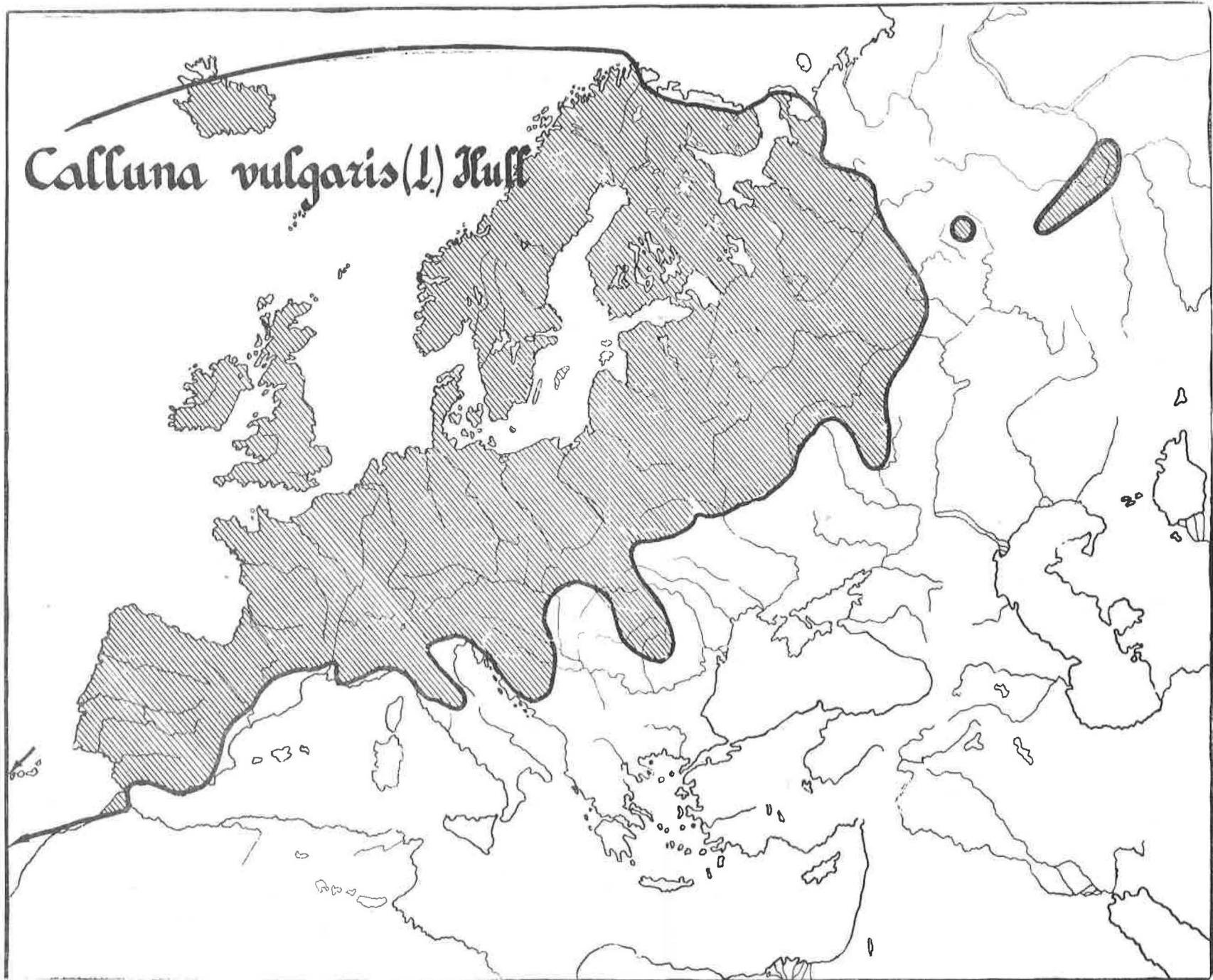
Vrišt (*Calluna vulgaris* (L.) Hull; syn.: *C. erica* DC., *C. sagittae-folia* S. F. Gray., *C. atlantica* Seem., *Erica vulgaris* S., *E. glabra* Gilib.) je vrlo široko rasprostranjena vrsta u Evropi i Aziji, a dopire i do rubova sjeverozapadne Afrike na Azorske otoke, a prelazi i u sjeverozapadne oblasti sjeverne Amerike. Na sjeveru širi se na cijelom području Islanda osim njegovog krajnjeg sjevera, dopire do najsjevernije tačke našeg kontinenta u Skandinaviji, te preko tundri i tajgi na sjeveru evropskog dijela Sovjetskog Saveza silazi do južne granice oblasti mješovitih šuma četinara i lišćara. Na istok dopire sve do  $40^{\circ}$  istočne dužine, a u manjim izdvojenim nalazištima doseže u sliv rijeke Kame te još istočnije i u zapadni Sibir. Na zapadu Evrope ta vrsta svojim arealom zahvaća gotovo cijelo područje Pirinejskog poluostrva, cijelu Francusku, Veliku Britaniju, Njemačku, Poljsku, Dansku i druge zemlje. Na jugu silazi do u sjeverne dijelove Apeninskog poluotoka. (Vidi kartu 1).

H. Meusel (1942) uvrštava vrišt među evropsko-atlantske svoje sa »evropsko-boreomeridionalnim do borealnim areal karakterom« i sa »atlantsko-sarmatskom tendencijom širenja areala«. Karta rasprostranjenosti (karta 58a) ilustruje ovakav »karakter« i ovakvu »tendenciju« areala vrišta a H. Meusel (l. c. page 247) još posebno ističe da se ovdje radi o vrsti sa »oceanskim karakterom areala«, koja iz atlantskog područja »daleko izbacuje svoje zrake na istok«. Međutim, vrišt »na zapadu naseljava sva moguća staništa: vrištine, šume, stijene i tresetišta (močvare), dok su mu »krajnja nalazišta u južnoj Evropi naprotiv znatno više vezana za visoka tresetišta«. H. Meusel (l. c. pag. 370) ističe nadalje da nam »slika areala vrišta postaje jasnija tek onda kada se dovede u vezu sa arealima i ostalih atlantskih i subatlantskih erikacija«. Međutim, »iako ova vrsta zadire daleko na istok, ona se u poređenju gledano priključuje srodnim evropsko-atlantskim biljkama«, jer »u jakoj raspršenosti njene pojave, množini i rasporedu u istočnoj Evropi i u zapadnom Sibiru dolazi jasno do izražaja njen atlantski karakter i pokraj daleko prebačene kontinentalne granice«.

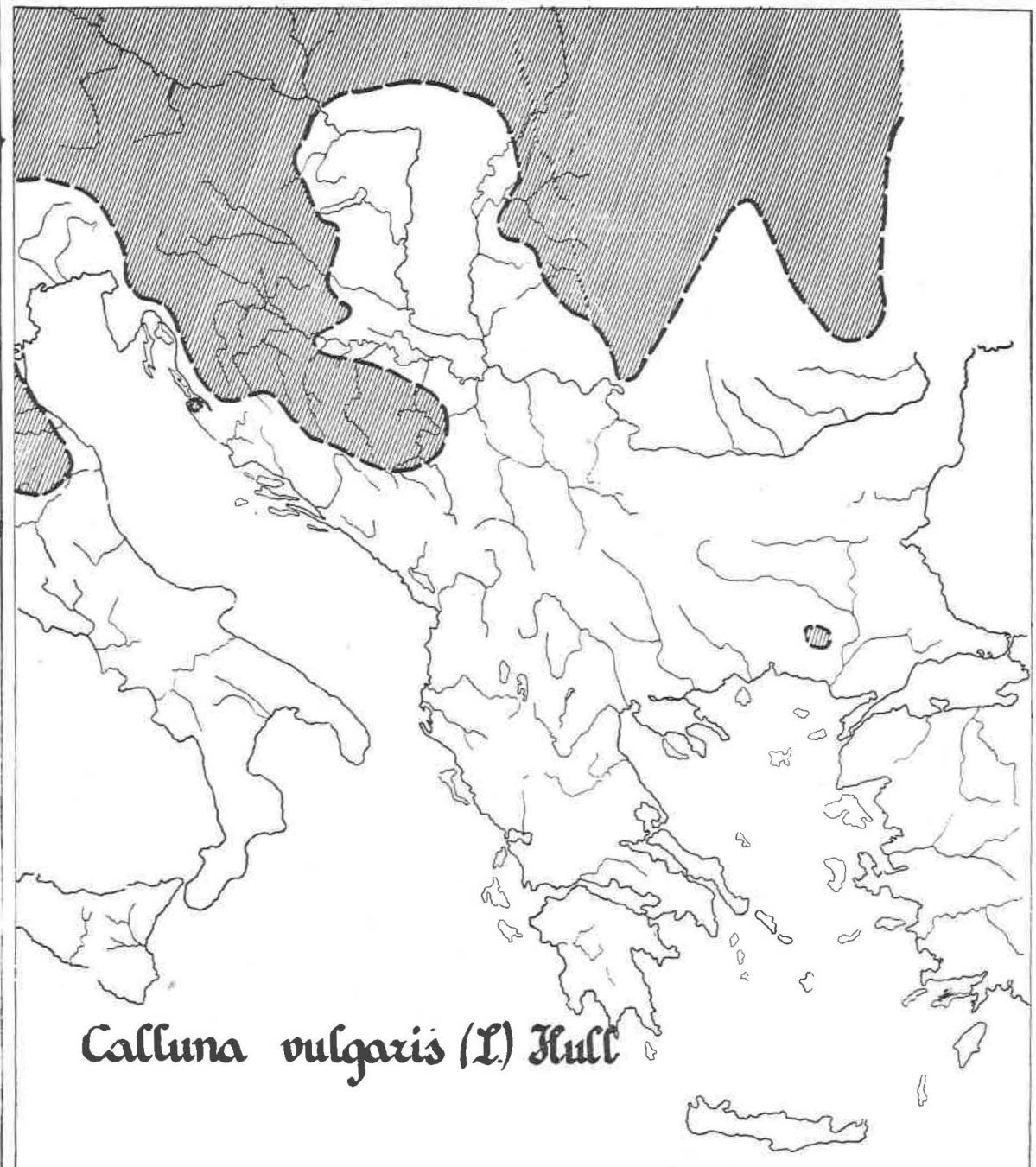
Mnogo interesantniji od podataka o krajnjim granicama do kojih dopire vrišt na sjeveroistoku Evrope i u zapadnoj Aziji za nas su po-



# *Calluna vulgaris (L.) Hull*



Karta 1 Rasprostranjenost vrišta u Evropi prema Meuselu (1943)



*Calluna vulgaris* (L.) Hull

Karta 2 Jugoistočna granica dopiranja vrišta na Balkanskem poluotoku.

daci o njegovoј rasprostranjenosti u srednjoј Evropi, posebno na području Alpi i Karpata.

U Austriji vrišt je obična vrsta za koju je nepotrebno, a možda i nemoguće, dati podatke o svim, pa i najznačajnijim nalazištima. Zbog toga piše botaničar E. Janchen (1958) da tu raste »od nizina do pojasa klekovine bora, a mjestimično i iznad ovoga«. Svugdje je tu ova vrsta vrlo obilna (»sehr häufig«) i odlikuje se time što izbjegava vapno (»kalkmeidend«), za razliku od običnog vrijesa ili crnuše (*Erica carnea* L.), koja je rasprostranjena »obilno do vrlo obilno«, a ne raste u Burgenlandu i voli vapno (»kalkliebend«). Kao poseban razvojni tip vegetacije u Austriji, opisuje E. Aichinger (1956) posebne »*Calluna*-vrištine« područja Karavanki.

Prema starijim podacima mađarskih šumara L. FEKETE-a i T. BLATTNY-a (1914), vrišt prelazi na istoku austrijsku granicu pa ga nalazimo i u Mađarskoj na području oko Šopornja (»Leitha und Rosalia Gebirge«), ali je tu prilično rijedak. Južnije od Šopornja, uz granicu Austrije, on je dosta čest na području nekadašnjeg okruga Zala dopire do blizu današnje granice Jugoslavije na rijeci Dravi. Ovdje mu je na istoku najistaknutije nalazište kod mjesta Keszthely) na osnovu citiranih podataka L. FEKETE-a i T. BLATTNY-a). U brojnim radovima botaničara I. O. HORVAT-a koji se odnose na floru i vegetaciju Mećek-gorja kod Pečuha nismo mogli naći ni jedan podatak o vrištu na tom području.

Na sličan način kao u Austriji, vrišt je rasprostranjen i u Čehoslovačkoj. Tu on, prema navodima botaničara J. DOSTAL-a (1950), raste »na pašnjacima, u svijetlim šumama, na osunčanim stijenama, na pjeskuljama i u tresetištima od nizina do alpskog pojasa, u cijeloj državi obilno, često u velikim grupama biljaka (»ve velkých porostech«), naročito na vrlo lošim zemljишtim«.

U današnjoj Rumuniji, prema šumarima L. FEKETE-u i T. BLATTNY-u (1914), poznat je u području sjeverozapadnih i centralnih Karpata, gdje se javlja mjestimično u velikom mnoštvu i prostoru. Tu se penje i na više nadmorske visine (preko 2.000 m), ali (na južnim padinama sjevernih Karpata) silazi i dosta nisko (do oko 250 m).

Južnije od sjeveroistočnih Karpata vrišt je znatno rjeđi, ali raste još tu i tamo na više mjesta. U okolini Brašova nađen je na planinama Butseg, te zapadnije, kod Deve, uz rijeku Moriš, pritoku Tise.

Nešto sjevernije nalaze se njegova nalazišta na Bihar-gorju, sjeverno od Kluža, a to su takođe isturena nalazišta u pravcu Panonije. Za područja južnih Karpata postoje samo malobrojni navodi o njegovim nalazištima, jer tu »preuzima njegovu ulogu vrsta *Bruckenthalia spiculifolia*«. Vrlo izolovana nalazišta spominju se u blizini Medadije, sjeverno od Turn-Severina, te najjužnije i najniže stanište u današnjoj Rumuniji — »dolina Kriveci kod Oršave na Dunavu na visini od oko 120—150 m«.

Ako detaljnije razmotrimo ove podatke, onda možemo utvrditi da areal vrišta u širokom polukrugu obuhvata Panonsku nizinu. Nalazimo ga tu samo na višim brdima i planinama, dok ravnicu i nizine izbjegava. U južnijim predjelima postaje sve rjeđi a na istoku ne spušta se sa Karpata duboko u nizine Podunavlja.

## RASPROSTRANJENOST VRIŠTA U SJEVEROZAPADNIM PREDJELIMA JUGOSLAVIJE

Preko sjeverne Italije, Austrije i krajnje zapadnih predjela Mađarske srednjoevropski areal vrišta prelazi i na područje naše zemlje. Na području Slovenije, isto tako kao i u Austriji, vrišt je obična i široko rasprostranjena vrsta, za koju botaničar E. MAYER (1952) navodi samo da je »razširjena in pogosta po vsem ozemlju«, jednako tako kao i crnuša (*Erica carnea* L.), koja je ipak, za razliku od vrišta, »redka u Prekmurju«.

U Hrvatskoj i Slavoniji vrišt je zabilježen na više mjesta, osobito u zapadnim krajevima Banije, Like i Korduna.

J. SCHLOSSER i L. VUKOTINOVIĆ (1869) navode da je vrišt u Hrvatskoj vrsta koja raste »*in sylvis*, *pascuis sylvaticis pratisque siccis sterilibius solo arenoso totius Croatiae, praesertim montanae*«, dakle, obična vrsta za koju ne treba navoditi posebno i nalazišta, dok su nalazišta u Sloveniji već nešto drugo, pa se ona kao rijetka i posebno navode. To su nalazišta kod Drenovca, Sela i Duzluka, koja je već zabilježio botaničar A. KANITZ i koja su od tih najstarijih vremena, preko podataka koje nalazimo kod šumara L. FEKETE-a i T. BLATTNY-a, ostala do danas kao jedina poznata u tom panonskom prostoru.

U okolici Zagreba i Karlovca, te dalje zapadno i jugozapadno širi se areal vrišta sve do padina Velebita, gdje postaje vanredno česta vrsta koja raste u velikom mnoštvu primjeraka u tzv. ličkim vrištinama. Poznamo ga i sa Risnjaka, Kleka kod Ogulina i iz okoline Josipdola.

Na Velebitu vrišt je nađen na mnogo mjesta. Tako ga botaničar A. DEGEN (1937) navodi sa Senjskog bila (Francikovac) i sjevernog Velebita (dolina Bakovac kod Stepančića, Crna greda i Jezero kod Pazarišta, Mali Oblaj kod Krša, Velinac, Groblje i dolina Ježine kod Brušana, u Takalica-doli između Brušana i Oštaria), iz južnog Velebita (Sadikovac, Goli vrh iznad Brušana, na podnožju Babina vrha, kod Paklenice, Dobnice, na Glavici i kod Raduča, u dolini Krušnice potoka kod Sv. Roka), te oko rijeke Gacke između Otočca i Gospića.

Posebno je značajno i nalazište vrišta u sjevernoj Dalmaciji. Botaničar R. VISIANI (1852) navodi vrišt »*in pascuis circa Nona et ad pedem montis Velebit ad Paklenica*«. Sa tog nalazišta postoji i vjerdostojan herbarski primjerak u zbirci Zemaljskog muzeja u Sarajevu, koji je našao L. ADAMOVIĆ, sa oznakom »*In sylvis circa Nona prope Zara, Junio, 1888*«.

Vrišt se na području Like i Krbave širi sve do bosanske granice i prelazi preko nje na područje Bosanske krajine. A. DEGEN (l. c.) ga tu navodi na brojnim nalazištima, kao što su, na primjer, između Kosinja i Kaluđerovca, na Murkoveu kod Kaluđerovca, Pazarište



Karta 3 Lokaliteti nalazišta vrišta u Bosni i Hercegovini.

kod Smiljana, na Crnom vrelu kod Trnova, između Trnovca, Potkraja i Brušana, na Rizvanuši kod Brušana, između Oštare i Brušana, oko Gospića, kod Troselja, između Čitluka i Divosela, kod Bilaja, Novosela, Počitelja, Medaka, u Rodajci, na Ziru kod Raduča i Sv. Roka. U Krbavi su mu nalazišta na Mrzlinu, kod Kozernice i na brdu Tu-suci kod Ploča.

## RASPROSTRANJENOST VRIŠTA U BOSNI I HERCEGOVINI

Iz predjela Like i Krbave, iz područja poznatih ličkih vriština, vrišt, kao i sve ostalo, prelazi na područje sjeverozapadne Bosne i tu se širi dalje prema istoku. Na osnovu svih do sada prikupljenih podataka proizilazi da se upravo u Bosni i Hercegovini nalazi najjužnija tačka do koje je dosegao vrišt u današnjem svom prostiranju. Da bismo dobili što potpunije informacije o ovom pitanju, a uočili i one praznine u poznavanju areala vrišta koje treba dopuniti, mi ćemo izložiti sve ono što smo do danas saznali o ovoj vrsti i njenom pojavljivanju u Bosni i Hercegovini.

Najstariji nalazi vrišta u Bosni su primjeri koje je nekadašnji pruski konzul O. BLAU našao, »u klancu Bistričkog potoka, pojedinačno« i »između Han Hreše i Sumbulovca«, sve to u okolini Sarajeva — kako to nalazimo zabilježeno u G. BECK-a (1887). Tu je takođe zabilježeno nalazište »na Hrbnjini« kod Kalinovika, koje je otkrio botaničar K. VANDAS. Kasnije botaničar G. BECK (1898) navodi za Bosnu još nekoliko nalazišta, i to na Trebeviću i kod Kovačića (prema F. FIALI) u neposrednoj blizini Sarajeva, zatim kod Mokrog i na Romaniji planini, te jedno nalazište negdje u okolini Čajnića (prema vlastitom nalazu).

Botaničar S. MURBECK (1891) našao je vrišt »samo u Bosni«, i to kao običnu vrstu na planinama Vranici i Štitu, »kao i uopšte na području škriljevaca Fojnice«, na primjer, oko Mukačina Hana, Majdane, Zimija, Fojnice i Merđanića.

I botaničar K. MALY u svojim radovima (1928, 1938) navodi nalazišta vrišta u okolini Sarajeva, gdje je navodno »raširen na pješčaniku, tako na sjevernoj i južnoj strani Trebevića, zatim kod Klo-kota blizu Busovače«, te na više mesta na Ravnoj planini kod Pala, gdje stvara »skupine grmova prostrte poput čilima«, odnosno posebne zajednice nazvane »*Callunetum*«.

Kao što je to čest slučaj i kod drugih običnih i čestih vrsta biljaka nekih predjela, podatke o vrištu u našim krajevima naći ćemo prisane i uz neke druge značajnije ili interesantnije vrste. Tako botaničar K. MALY (1928) navodi vrišt zajedno sa paprati *Botrychium lunaria* (L.) Sw., i to na brdu Motki kod Vogošće, nedaleko Sarajeva, zatim zajedno sa vrstom *Arnica montana* L. na hercegovačkoj strani prevoja planine Ivan, na 1.220 m nadmorske visine.

U okolini Sarajeva vrišt je takođe vrlo čest na južnim padinama Obera iznad Slatine, gdje raste na većim površinama. Našli smo ga i u šikarama ispod sela Donji Močioci i, ne baš rijetko na visoravni oko sela Barca i Mrkojevića iznad Grdonja te na Pašinom brdu. Od Pašina brda nalazi se dalje istočno i dopire preko Hreše i Sumbulovca do pod padine Romanije kod Mokrog. Naročito je čest tamo gdje se širi i obična breza u sastojinama, pa ga tako možemo naći na velikom prostoru staništa nastalih iza gole sječe ili požara šume iznad pod-

loge verfenskih škriljaca i pješčara — na prostoru istočno od planine Ozrena sve do Knežine, Žeravica i Pjenovca.

Na ovom prostoru vrlo je čest u malim uvalama gdje se na površini pojavljuju sitnozrni verfensi pješčari. Mjestimično izgleda u prvi mah da ovdje raste i na krečnjacima, ali kada pobliže osmotrimo, vidimo da su ti krečnjaci prekriveni materijalom raspadnutih pješčara, ili su pješčari i krečnjaci tako mozaično položeni da jedni prihvataju druge. Zbog toga nije nikako čudo što se ovdje uz crni grab (*Ostrya carpinifolia* Scop.) koji raste iz krečnjačke pukotine — na udaljanosti od nekoliko metara širi grm vrišta.

V. STEFANOVIĆ (1961) navodi vrišt u sastojini cretne breze na lokalitetu Triješanj kod Mokrog. Isto tako, V. STEFANOVIĆ i B. POPOVIĆ (1961) navode vrišt u inicijalnoj fazi razvoja šume bijelog bora i smrče na kiselim smeđim zemljjištima (verfenskih pješčara i glinaca) na području istočne i jugoistočne Bosne.

Vrišt je u Bosni najbrojnije i najšire rasprostranjen na širem području planine Vranice, na Berberuši i Jasikovici i drugim brdima kod Kiseljaka, Kreševa, Fojnice i Lepenice. Ovdje je karakteristična vrsta posebnih šumskih zajednica hrasta, kitnjaka i breze, koje su opisali B. FABIJANIĆ, P. FUKAREK i V. STEFANOVIĆ (u radu koji je u štampi). On takođe pokriva velike površine nižih padina šumskog područja Krušćice kod Viteza.

U bosansko-hercegovačkom herbaru Zemaljskog muzeja u Sarajevu ima svega oko dvadesetak sabranih primjeraka vrišta, i to nam samo dokazuje da botaničari nisu baš naročitu pažnju obratili ovoj vrsti u Bosni i Hercegovini. Tu, osim već ranije navedenih primjeraka sa planina u okolini Sarajeva (Trebević — Ravna planina — Jahorina) i iz okolice Fojnice, imamo vrlo vrijedne primjerke sakupljene na lokalitetima Ivankovac kod Želeća (460—740 m u hrastovim šumama), između Smolina i Visoke glave kod Blatnice (860 m u šumskim livadama), iz doline Kamence uz rijeku Gostović (tlo serpentin!) u dolini Ljubine i na Markovom brdu blizu Žepča (tlo serpentin!). Sve prednje primjerke, kao i one sa Trebevića — Jahorine sabrao je K. MALY. Iz šire okolice Sarajeva imamo tu primjerke sa Velike Lupoglave (leg. FUKAREK 1940) i Vrbice iznad Zovika (leg. H. RITER, 1935) kod Pazarića te sa padina Šuplje stijene u predjelu Kondžilo kod Visokog (leg. S. PLAVŠIĆ).

Osim sa područja u okolini Pazarića, u herbaru Šumarskog fakulteta u Sarajevu nalazi se jedan primjerak vrišta sa hercegovačkog nalazišta u šumi hrasta sladuna kod Seonice kraj Jablaničkog jezera, kao i primjeri iz vriština Gvozna na južnim padinama Treskavice.

Za nas je od posebnog interesa sjeverna i zapadna odnosno južna granica do koje dopire vrišt u svojoj današnjoj (recentnoj) rasprostranjenosti u Bosni i Hercegovini.

Kao što smo već istakli, vrišt sa područja svoje široke rasprostranjenosti u Lici prelazi na područje sjeverozapadne Bosne. Tu ga nalazimo sjeverno od Bihaća na većem broju nalazišta oko Ličkog

Petrovog Sela i dalje sjevernije do rijeke Korane. Južno od Bihaća nalazišta vrišta nisu poimenično poznata, ali da ih tamo ima sve do Kulen-Vakufa, sasvim je očigledno. Istočno od planine Grmeča vrišt je prilično široko rasprostranjen u šumama oko Sanskog Mosta. Tu ga možemo naći u hrastovim šumama, u vrištinama i bujadnicama iznad škriljevaca i pješačara na vrlo širokom prostoru istočnije od Lušci-Palanke, južnije od Prijedora pa sve do blizu Banje Luke.

Iz materijala koji se nalaze u zbirci Zemaljskog muzeja u Sarajevu možemo utvrditi da vrišta ima i na padinama planine Sitnice, sjeverno od Ključa (leg. E. HOFMAN, 1889) i u Podrašničkom polju, zapadno od Mrkonjić-Grada (leg. H. RITER-STUDNIČKA, 1958). U Podrašničkom polju nađena je cretna breza (H. RITER-STUDNIČKA, 1959), a primjerici vrišta koji su nađeni kod Nikina Broda su vjerojatno na najzapadnijem svom nalazištu u ovim širinama Bosne i Hercegovine.

Južnije od ovih nalazišta vrišt se može naći tek na padinama planina zapadno od Bugojna. Tu smo ga našli oko Koprivnice i na planinskim livadama Stožera, a iz bilježaka M. GLIŠIĆ-a proizlazi da ga ima i »u borovim šumama Škrta-Nišan kod Bugojna, kraj stare ceste Bugojno—Kupres pod Kupreškim vratima i sjeverozapadno od sela Prusac«.

Sva ova navedena nalazišta koja su nam do sada poznata indiciraju vjerovatno zapadnu granicu do koje se prostire vrišt u Bosni.

U Hercegovini vrišt je poznat sa južnih padina planine Bitovnje i Ivan-sedla. Tu smo ga našli u šumi hrasta sladuna kod Seonice, a M. WRABER-a (1958) navodi vrišt u grupi »slučajno prisutnih vrsta« zajednice kestenovih šuma (što je naročito značajno) samo sa jednog nalazišta i to za »brda Sijerkovače iznad Seonice nad dolinom Neretvice«. Ovo je svakako i do danas najjužnije poznato nalazište vrišta u zapadnom dijelu Balkanskog poluotoka. Zajedno sa nalazištima na pješčarima u izvorištu rijeke Rakitnice, sjeveroistočno od Konjica, to su i jedina nalazišta vrišta poznata do danas iz Hercegovine.

Kad smo već došli do kestenovih šuma, onda treba istaknuti da je vrišt u ovim šumama na području Bosne i Hercegovine vrlo rijedak. Iako bi se očekivalo da na kiselom supstratu, na kojem se šire kestenove šume u Bosanskoj krajini (oko Cazina i Velike Kladuše), oko Srebrenice u istočnoj Bosni i oko Konjica u Hercegovini raste vrišt kao bujad i druge acidofilne vrste u velikom mnoštvu, mi iz studije M. WRABER-a o kestenovim šumama Bosne i Hercegovine (l. c.) dolazimo do suprotnog zaključka. U širokom području kestenovih šuma sjeverozapadne Bosne nije zabilježen ni jedan jedini nalaz vrišta. Isti taj slučaj je i sa kestenovim šumama oko Srebrenice, za koje nam M. GLIŠIĆ (u pismu) još i posebno ističe ovu zanimljivu činjenicu. On je tu vrišt, doduše, našao na jednom lokalitetu, ali izvan područja i šuma pitomog kestena. Zbog toga je rijedak nalaz vrišta u šumama pitomog kestena i hrasta sladuna kod Seonice sjeverozapadno od Konjica zanimljiv i vrijedan daljeg proučavanja.

I sjeverna granica do koje je rasprostranjen vrišt u Bosni je od većeg interesa. Ona je tu dio granice koju ova vrsta zauzima prema prostoru široke Panonske nizije i tako ograničava jedno osebujno područje vegetacije između suhih stepa i oborinama bogatih srednjoevropskih šuma. Nalazišta vrišta na ovom graničnom potezu nisu česta i međusobno povezana, nego su razbacana i rijetka, ograničena na neke istaknutije planine. Tako na planini Kozari postoji jedno nalazište vrišta, koje su našli Ž. SLAVNIĆ i Ž. BJELČIĆ (1963) na području između Mrakovice i Lisine. (Primjerak se nalazi u zbirci Žemaljskog muzeja u Sarajevu). Vanredno rijedak je vrišt i na planini Motajici, gdje ga nalazimo ograničenog na progale u hrastovim šumama, koje su tu posebnog (pontsko-panonskog) karaktera — sa brojnim prisustvom kasne lipe. M. GLIŠIĆ (prema pismenom saopštenju) našao je vrišt i na zapadnim padinama planine Krnин sjeverozapadno od Doboja, kao i u brezovoj šumi zapadno od Pribinića — u slivu rijeke Ukraine. Za planinu Vučjak zapadno od B. Šamca nemamo nikakvih podataka o tome da li je i tu nađen vrišt.

Od svih ovih nalazišta naročito su interesantna ona koja se nalaze na planini Majevici sjeverno od Tuzle. M. GLIŠIĆ je tu našao vrišt »na nekadašnjoj granici bijeljinskog i zvorničkog sreza, južnije od rudnika Ugljevika, na jednoj visoravni«. O ovome nalazištu dobili smo detaljnije podatke i od B. FABIJANIĆ-a, koji je proučio fitocenove šuma ove planine.

To je »Vis Goduš« na granici šumsko-gospodarskih jedinica Janja—Taona i Sapna u predjelu između Rostošnice i Sapne, te odjel 55 (Rostošnica) šumsko gospodarske jedinice Janja—Taona. Vrišt ovdje raste u sastojini bukve i obične breze na ercenskom (kvarenom) pješčaniku na sjeverozapadu odnosno sjeveru izloženoj blagoj padini.

Nadalje inž. B. FABIJANIĆ našao je vrišt u predjelu Osat južno od Srebrenice. Tu on raste u bukovim šumama na kvarcnim pješčanicima i konglomeratima u predjelu Bijele vode—Ljeskovik, zatim u Malom sasovom dolu i u Velikom sasovom dolu u nadmorskoj visini od oko 925 do 98 m, te na sjeverozapadu, odnosno sjeveru izloženoj blagoj padini.

Južnije od planine Majevice vrišt raste i oko doline rijeke Spreče kod Puračića (M. GLIŠIĆ u pismu). Odatle ga navodi i botaničarka H. RITER-STUDNIČKA (1953), i to kod sela Srpske Šikulje, na Tirilovcu i Svatovcu, južno od Lukavca. Od posebnog je interesa da se vrišt tu nalazi i na zemljишtu koja su nastala raspadanjem serpentina i magnezita, zajedno sa crnušom (*Erica carnea* L.), za koju se smatralo da raste uglavnom samo na zemljиштima bogatim kalcijem. Botaničarka H. RITER-STUDNIČKA (l. c.) opisuje tu zajednicu vrišta i crnuše (*Calluneto-Ericetum*), koju je opisao M. ONNO iz istočnih Alpi, i daje vrlo zanimljive podatke o karakteru (kemizmu) tla na kojem rastu ove dvije erikaceje u zajednici. Slučaj da se vrišt i crnuša nalaze zajedno u vrištinama ili u prizemnom sloju degradiranih borovih šuma utvrđili smo i mi na području šume crnog i

bijelog bora na sjevernim padinama planine Zvijezde, kod Gornje Vijake i Dubošćice. Isti slučaj (dakle, pravilo?) nalazimo i u hrastovim šumama na silikatnim pješčarima Kruščice i Berberuše, koje su, kao posebne zajednice, opisali B. FABIJANIĆ, P. FUKAREK i V. STEFANOVIĆ (u radu koji je u štampi).

I u višim planinskim predjelima Gole Jahorine nije rijedak slučaj da se nalazi vrišt u blizini iskrčenih i nestalih sastojina klekovine bora u kojima je nekad kao sastavni član rasla i crnuša. Vrišt i crnušu zajedno možemo naći i u klekovini bora na silikatnoj planini Vranici, ali je tu ovo združivanje vanredno rijetko — vjerovatno zbog toga što vrišt ne podnosi dobro oštru zimsku studen i nalazi zaštitu samo pod snijegom pokrivenim krošnjama krivulja.

Iz podataka M. GLIŠIĆ-a (u pismu) proizlazi da vrišta ima i istočnije u Podrinju, i to: »kod sela Sapne, blizu Zvornika sa brezom i bujadi«; »zapadno od zvorničke kule u degradiranoj hrastovoj šumi«, te i nešto južnije u okolini Srebrenice: »na oko dva i po sata hoda južnije uz rijeku koja teče zapadno od tvrđave u Srebrenici«.

Sa područja u blizini Srebrenice zabilježen je i nalaz vrste *Bruckenthalia spiculifolia* Rchb., a to se nekad smatralo i kao najzapadnije dopiranje ove istočnobalkanske vrste. Nalaz je zabilježio botaničar Ž. JURIŠIĆ prilikom jedne ekskurzije sa đacima kroz istočnu Bosnu. Ovo nalazište, međutim, nije kasnije potvrđeno, pa se s pravom smatra da je zamijenjeno sa jednim nalazištem vrišta koji je donekle sličan »brukentaliji« po izgledu i uzrastu, a posebno i po tome što raste na degradiranim »vrištinским« staništima.

Ova nalazišta vrišta u sjeveroistočnoj Bosni su od posebnog interesa i zbog toga što se približuju za Jugoslaviju krajnje istočnim nalazištima vrišta koja se nalaze u sjeverozapadnoj Srbiji.

Iz literature bilo je do nedavna poznato samo jedno jedino nalazište vrišta u Srbiji. Tu ga je navodio botaničar J. PANČIĆ (1871) na nalazištu Sakar i Podrinju. Odатle postoji i jedan herbarski primjerak u zbirci Zemaljskog muzeja u Sarajevu, ubran rukom G. ILLIĆ-a. M. GLIŠIĆ je pronašao ovdje još jedno nalazište u blizini rudnika Zajače, blizu Loznicе, a B. JOVANOVIĆ (u još neobjavljenom radu) opisuje i pridaje veliko biljnogeografsko i ekološko značenje ovim jedinim nalazištima vrišta u sjeverozapadnoj Srbiji.

U jugoistočnoj Bosni vrišt je dosta rijetka vrsta, ali je ipak nađen na nekoliko mesta u vrištinama i degradiranim hrastovim šumama na permškim pješčarima oko Goražda, Ustikoline i Čajniča. U blizini Čajniča, u slivu rijeke Janjine, vrišt raste zajedno sa brezom i bujadi po južnim padinama brežuljaka, na kojima je sjećom i pašom zatvorena hrastova šuma. Jedan primjerak sabran je i kod Metaljke, na crnogorskoj granici.

Sa područja Sandžaka za sada nisu nam još poznata određenije neka nalazišta vrišta, ali da ih tamo može i mora biti, svjedoči nalaz na Crnom vrhu između Brodareva i Plevalja. Ovdje je M. GLIŠIĆ »na samoj srpsko-crnogorskog granici« našao vrišt i smatra, s punim pravom, da mu je tu i istočna granica areala.

Na osnovu svih tih podataka izradili smo nacrt karte rasprostranjenosti vrišta u Bosni i Hercegovini. Smatramo da ovaj nacrt nije još potpun i bićemo zahvalni svakom tko na upozori na neka nova, još nepoznata nalazišta u Bosni i Hercegovini.

Iz ovog nacrta može se ipak izvesti nekoliko vrlo značajnih zaključaka, a ti su:

1. Vrišt je široko rasprostranjen u centralnoj Bosni, i to naročito na svim padinama silikatne planine Vranice i njenog podgorja.

2. Dosta je čest i na području tzv. bosanskih serpentina, ali se tu nalazi redovno na debelim slojevima rastrošenog zemljišta, otplavljenog sa matičnog supstrata.

3. On prelazi i preko vododjelnice na Ivan-planini i nalazimo ga na području Hercegovine, sjeverno od Jablaničkog jezera.

4. Na području oko rijeke Drine nalazimo vrišt tamo gdje se pružaju veće mase permskih pješčara.

5. U sjeverozapadnoj Bosni nalazimo ga mjestimice u vrištinama sjeverno i južno od Bihaća, zatim na području sjeveroistočno od Grmeča sve do blizu Banje Luke.

6. Na sjevernim bosanskim planinama vrlo je rijedak (Kozara, Motajica, Majevica).

7. Posebno su interesantna nalazišta u Podrašničkom polju, na Stožeru, u dolini Rakitnice, na Hrblini i na Gvoznu kod Kalinovika, jer vjerovatno ona indiciraju jugozapadnu granicu dopiranja (areala) vrišta na Balkanskom poluotoku.

#### RASPROSTRANJENOST VRIŠTA U PREDJELIMA JUŽNO I ISTOČNO OD BOSNE, HERCEGOVINE I SANDŽAKA

Iz obimne botaničke literature možemo jasno zaključiti da se južne granice rasprostranjenosti vrišta nalaze na području Bosne i Hercegovine. U Crnoj Gori vrišt nije još nigdje nađen, a to proizlazi i iz pregleda flore ovog područja koji je izradio češki botaničar J. ROHLENA (1942), u kojem nema vrišta.

Isto tako, vrišt nije naveden ni u najnovijem pregledu dendroflore Albanije (I. MITRUSHI, 1955).

U Srbiji vrišt je ograničen samo na rijetka nalazišta u sjevernom podrinju i na granici prema Crnoj Gori, o kojemu smo već govorili. U Pomoravlju i istočnoj Srbiji, koliko je to danas poznato, vrišt nema nigdje, a na staništima (u planinama) koja bi njemu odgovarala zamjenjuje ga vrsta *Bruckenthalia spiculifolia* Rchb. I sa područja Kosmeta nije poznato ni jedno njegovo nalazište.

U Makedoniji vrišt nije još zabilježen, a prema pismenom saopštenju prof. H. EM-a potpuno je sigurno da ga tu nema ni na jednom nalazištu. U Grčkoj, prema CH. DIAPOLIS-u (1949), vrsta *Calluna vulgaris* (L.) Hull raste »u šumama na vapnom siromašnim zemljištima« u Makedoniji i Trakiji, ali se ne zna tačno na kojim lokalitetima,

ni ko ju je tu našao, jer ju ranija vrela grčke flore ne spominju na području Makedonije. Nije isključeno da je i tu zamijenjena sa vrstom *Bruckenthalia spiculifolia* Rchb.

Podatak o rasprostranjenosti vrišta u Trakiji, međutim, osniva se na jednom vrlo starom pa možda i nepouzdanom izvoru. Botaničar A. GRISEBACH (1843) navodi ga za područje oko Carigrada (»In agro Byzantino: in umbrosis sec. Sibthorp«). Kao što se vidi, nalazište nije bilo poznato samom GRISEBACH-u, nego ga je naveo prema SIBTHORP-u, a to je vrlo sumnjivo.

I u flori Bugarske N. STOJANOV-a i B. STEFANOVA (1948) nalazimo vrišt naveden kao vrstu koja raste isključivo samo na građičnoj planini Strandži, »na suhim obešumljenim padinama«, gdje »stvara prostrane formacije samostalno ili sa vrstom *Erica arborea*«. Kao što vidimo, tu mu se pridružuje i izrazito mediteranska vrsta *Erica arborea* L., pa se s pravom možemo upitati da li se tu nalazi ista ona svojta vrišta koja je poznata iz subatlantskog i krajnje sjevernog područja Evrope, ili je zamijenjena sa nekom drugom svojom, možda i sa nekom koja predstavlja i nešto osobito značajno za šume »kolbidskog karaktera« na planini Strandži.

Na osnovu svega toga što smo izložili može se uočiti da je pitanje rasprostranjenosti vrišta u našim predjelima od posebnog biljnogeografskog značaja, a osim toga i od velikog značaja za upoznavanje prošlosti i razvijenja naše vegetacije.

#### L I T E R A T U R A

1. Beck G.: Flora von Südbosnien und der angrenzenden Hercegovina. Bd. I. Annalen d. Naturhist. Hofmuseum Wien, 1877. Pag. 143.
2. Beck G.: Flora von Südbosnien und der angr. Hercegovina. Bd. II. Annalen d. Naturhist. Hofmuseum Wien, 1898. Pag. 184.
3. Degen A.: Flora Velebitica Vol. III. Budapest, 1938.
4. Diapolis CH.: Synopsis florae Graecae (Ellenike hloris) Tom B/2 Athene, 1949. Pag. 4.
5. Fekete L. u. Blattny T.: Die Verbreitung der forstlich wichtigen Bäume und Straucher im Ungarischen Staate Bd. I. Selmebanya, 1814. Pp. 160—161, 207—281.
6. Fukarek P.: Pregled dendroflore Bosne i Hercegovine. »Narodni šumarski« XV, Sarajevo, 1960.
7. Griesbach A.: Spicilegium Florae rumelicae et bithynicae. Vol. I, Brunsvigae, 1943. Pag. 391.
8. Maly K.: Prilozi za floru Bosne i Hercegovine X. Glasnik Zemaljskog muzeja u BiH XL/1. Sarajevo 1929. Pag. 118.
9. Maly K.: Die Ravna Planina (Jahorina) bei Pale—Sarajevo. I Teil. Glasnik Zemaljskog muzeja, Sarajevo, 1938. Pag. 26.

10. Meuse l H.: Vergleichende Arealkunde Bd. I. Berlin — Zehlendorf, 1943. Pp. 246, 370. Bd. II. Map. 58-a.
11. Mitrushi I.: Druret e shkurret e Shqiperise Tirane, 1955.
12. Murbeck S.: Beiträge zur Kenntniss der Flora von Südbosnien und der Hercegovina. Lunds Universitäts Arsskrift XXII Lund, 1891. Pag. 93.
13. Stefanović V.: Nalazišta maljeve breze u podnožju planine Romanije Kod Mokrog. »Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu VI. Sarajevo, 1961. Pag. 110.
14. Riter-Studnička H.: Das Calluneto-Ericetum in Bosnien Osterreich. botan. Zeitschr Bd. 100. Heft 1/2. Wien, 1953. Pp. 80—90.
15. Riter-Studnička H.: Dalja nalazišta cretne breze (*Betula pubescens* Ehr.) na području Bosne i Hercegovine »Narodni šumar« XIII. Sarajevo, 1959. Pag. 260.
16. Stefanović V. i Popović B.: Tipovi šuma na verfenskim pješčarama i glincima istočne i jugoistočne Bosne. Ibidem. Pag. 86.
17. Pančić J.: Šumsko drveće i šiblje u Srbiji. Glasnik Srpskog učenog društva. Beograd. 1871.
18. Rohlena J.: Conspectus Flora Montenegrinae »Preslia« XX—XXI. Praha, 1942.
19. Schlosser J. i Vukotinović L.: Flora Croatica. Zagabriae, 1869.
20. Slavnić Ž. i Bjeličić Ž.: Glavna biljnogeografska obilježja sjeverozapadne Bosne. Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu. Prirodne nauke N. S. Sv. II, 1963. Pp. 44, 47.
21. Stojanov N. i Stefanov B.: Flora na Blgarija, Sofija, 1948. Pag. 876.
22. Visiani R.: Flora Dalmatica Vol. III, Lipsiae. 1852.
23. Wraber M.: Biljnosociološki prikaz kestenovih šuma Bosne i Hercegovine. Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu XI Sarajevo, 1958. Fasc. 1—2. Pag. 145.
24. Aichinger E.: Die Calluna — Heide als Vegetationsentwicklungstypen, »Angewandte Pflanzensoziologie« Heft XII. Klagenfurt, 1956. Pp. 9—74.
25. Dostal J.: Kvetena ČSR, Prirodovedecke nakladatelství Československé Botanička spletost Sazek II. Praha. 1950. Pag. 1121.
26. Janchen E.: Catalogus Flora Austriae, I. Teil. Heft 3 (Sympetalae). Izdanje: Osterreich. Akademie der Wissenschaften Wien, 1958. Pag. 456—457.
27. Mayer E.: Seznam praprotnic in cvetnic Slovenskega ozemlja. Dela SAZU Nr. 5. Razred za prirodnosci in medic. vede. Institut za biologiju Nr. 3 Ljubljana, 1952. Pag. 192.

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Besenheide ist eine Art die der Meinung zahlreicher Pflanzengeographen entsprechend ein ausgesprochenes atlantisch-subatlantisches Florenelement trotz ihres weitausstrahlenden Vorkommens in Nordwestasien ist. Im Vergleich zu den oekologisch verwandten Arten, die den Schwerpunkt ihrer Verbreitung im westeuropäischen Gebiet haben, zeigt sich die Besenheide auch als ein Formationsglied der westeuropäischen Pflanzengesellschaften die ebenso in ihrer Verbreitung eine ziemlich weite östliche Austrahlung aufweisen.

Aus den floristischen Angaben des Gebietes der Balkanländer geht hervor dass die südwestlichen Arealgrenzen dieser westeuropäischen Art gerade hier liegen und als sehr ausschlaggebende pflanzengeographische und pflanzenoekologische Grenzen zu betrachten sind.

Eine gründliche Untersuchung aller bis heute bekannt gewordener Fundorte der Besenheide haben erwiesen dass gerade in Bosnien und der Herzegovina ihre südöstlichste Ausstrahlungen begrenzt sind. Aus Montenegro und Albanien sind noch keine Angaben über Fundorte der Besenheide bekannt geworden. Für das Gebiet Makedoniens bestehen auch keine verlässlichen Angaben während die Vorhandenen auf eine Verwechslung der Art mit der oekologisch und systematisch verwandten *Bruckenthalia spiculifolia* zurückzuführen sind. Östlich des Gebietes Bosniens und der Hercegovina sind nur einzelne Fundorte in Nordwestserbien, so bei Loznica und an der Grenze des ehemaligen Sandžaks an der heutigen Landesgrenze von Montenegro, bis jetzt bekannt geworden. Im südöstlichen Gebiet Bulgariens, auf der Strandža Planina, wird die Besenheide in einer Gesellschaft mit der mediterranen *Erica arborea* angegeben was eine pflanzengeographische Merkwürdigkeit ist die eingehender Untersuchungen wert ist.

Die Verbreitung der Besenheide in Bosnien und der Hercegovina, so zu sagen an ihrer äussersten südöstlichen Grenze, ist auf der beiliegenden Karte dargestellt. Aus ihr ist ersichtlich dass diese Art der westeuropäischen Zwergstrauchheiden und zwergstrauchreichen Eichenwälder nicht weit gegen Westen, und kaum über die Wasserscheide gegen das mediterrane Gebiet der Hercegovina eingedrungen ist.

RITER-STUDNIČKA HILDA

Biološki institut Univerziteta, Sarajevo

## Biljni pokrov na serpentinima u Bosni

DIE PFLANZENDECKE AUF SERPENTIN IN BOSNIEN

### U V O D

Na određenim petrografske podlogama biljni pokrov pokazuje mnoge osobitosti u florističkom i ekološkom pogledu po kojima odstupa od onog na drugim supstratima. Spomenute osobitosti zapažene su, između ostalog, na dolomit, serpentinu, granitu i drugim nekim vulkanskim stijenama.

Najveće rasprostranjenje imaju svakako serpentini, koji zauzimaju velike površine u mnogim krajevima na svijetu. Ima ih u klimatski vrlo različitim oblastima, od arktičkih krajeva po do tropskih predjela. Istraživanju njegove flore posvećuje se mnogo pažnje, i to ne samo u biljnogeografskom pogledu, što je od posebnog interesa, nego i zbog mogućnosti ispitivanja reakcije biljaka na ekstremne uvjete ove podloge.

Prvi istraživač koji je zapazio da serpentini posebno utiču na biljni svijet bio je Gaspare Amidei di Volterra, ljekar u Toskani, koji je kao strastveni botaničar posvetio mnogo pažnje serpentinskoj flori toga kraja. Prva njegova rasprava o ovome pitanju izašla je 1841. godine. Osamnaest godina kasnije, 1859., objavio je J. Pančić svoja zapažanja o serpentinskoj flori po brdima u srednjoj Srbiji, među kojima je spomenuo i neke serpentinomorfoze, tj. morfološke osobine po kojima se istovjetne vrste na serpentinima razlikuju od onih koje rastu na drugim supstratima.

Od tih prvih početaka istraživanja flore na serpentinskoj podlozi postala su sve intenzivnija i obimnija. Ispostavilo se da biljni pokrov na različitim serpentinskim kompleksima ima mnogo zajedničkih crta bez obzira na to da li se ti kompleksi nalaze u predjelima umjerene klime ili u tropskom pojasu. Ova zajednička obilježja ogledaju se, između ostalog, u oskudnosti flore u pogledu vrsta kao i u

brojčanoj njihovoј zastupljenosti, u postojanju paleo- i neoendema vezanih za ovaj supstrat, u pojavi morfoloških osobina, po kojima se neke biljke na serpentinu razlikuju od ishodišnjih oblika, u jedničkom nastupanju acidofilnih i bazifilnih vrsta kao i flornih elemenata različitog porijekla na istim staništima, td.

Pored florističkih istraživanja mnogo se radilo i na poučavanju podloge radi upoznavanja faktora kojima se ima pripisati odlučujuća uloga pri reakciji biljaka na ovaj supstrat. U pogledu fizikalnih i kemijskih svojstava serpentini su nepovoljna staništa za razvoj biljaka. Zbog disgeogenog trošenja ovih stijena nastala su plitka, suha i jako skeletna tla. Nepovoljni uticaj povećava još njegova tamna boja, zbog čega se serpentini brzo zagrijavaju, te je biljni pokrov izložen visokim temperaturama u ljetnim danima kao i velikim kolebanjima topote.

U kemijskom pogledu ističe se serpentin prije svega visokim sadržanjem magnezija, koji u većim količinama sam po sebi djeluje otrovno na mnoge vrste, zatim je vrlo siromašan nekim važnim hranivima za biljke, kao što su dušik, fosfor, kalij i kalcij, a osim toga sadrži još neke elemente koji su otrovni, kao hrom, nikal i kobalt, i koji se nagomilavaju upravo u površinskom sloju tla, vjerovatno kao posljedica biološke akumulacije (Pelišek J. 1939).

Između mnogobrojnih radova o biljnem pokrovu na serpentinima u srednjoj Evropi naročito se ističu proučavanja F. Nováka (1926—1937), koji je proširio svoja istraživanja i na Balkansko poluostrvo. Da bi mogao da pravi upoređivanja i da bi stekao dublji uvid u problem serpentina i njegove vegetacije, on je vršio opsežna ispitivanja na Zlatiboru i na nekim drugim, manjim kompleksima u zapadnoj Srbiji. Obrada rezultata ovog njegovog rada, na žalost, nije dovršena, te se njegove publikacije završavaju sa porodicom Umbellifera. Pored toga objavio je ekološka razmatranja o problemu serpentinske flore, koju objašnjava visokim sadržajem Mg, a još više omjerom Mg : Ca. U zdravim tlima trebalo bi da ovaj iznosi 1, dok je kod serpentina znatno veći u korist Mg.

Protiv postojanja serpentinfita polemizirao je L. Lämmermayer (1927). Nakon što je serpentinske paprati *Aplenium cuneifolium* i *A. adulterinum* pronašao na drugim supstratima, podvrgavao je ostale serpentinfite, na osnovu literturnih podataka kritičnom razmatranju, te je zastupao mišljenje da vjerovatno uopće ne postoje vrste vezane za serpentin, da su postojeće razlike više uvjetovane svjetлом i drugim fizičkim svojstvima staništa, i da Mg ne može biti uzrok za postojeće razlike u flori.

Ovu prepostavku odlučno je odbio F. Markgraf, koji je istakao da, nakon upoznavanja bogate serpentinske flore na Balkanskom poluostrvu, mora da nestane svake sumnje u postojanje serpentinfita (1932). Ona se mogla pojaviti samo kod onih koji su poznavali oskudne ostatke ove flore na malim serpentinskim kompleksima u srednjoj Evropi.

U novom svjetlu pojavljuje se problem serpentina i njegove flore nakon interesantnih pokusa koje je vršio A. R. Kruckeberg (1954) sa nekim predstavnicima serpentinske flore Kalifornije, zapravo sa indiferentnim vrstama. On je skupljao sjeme od indiferentnih vrsta sa serpentinske i vapnene podloge, koje je posijao na čisti serpentin kao i na druge parcele na kojima je ovom supstratu bio dodat kalcij i druga razna hraniva u tačno odmjerenum dozama i različitim koncentracijama. Najvažniji rezultat ovih pokusa bila je svakako spoznaja da se od najvećeg uticaja za razvoj biljaka pokazalo vapno, koje je čak jače djelovalo od punog gnojenja sa NPK. I, nadalje, da postoje ekotipovi kod indiferentnih vrsta, koje su bile uzete za pokuse. Biljke sa serpentina prilagođene su ovom supstratu, dok su istovjetne vrste sa drugih podloga bile ili zakržljale ili uopće nisu uspijevale. Ova dva ekotipa reagovala su vrlo različito na dodate količine vapna. Kruckeberg i njegov saradnik Walker zaključuju na osnovu dobivenih rezultata da je vapno glavni faktor kojem se ima pripisati osobitosti serpentinske flore.

U vezi s ovim zaključkom W. Krause primjećuje da pored svih tih ubjedljivih činjenica ipak se ne bi moglo prihvatići da jedan negativan faktor, tj. pomanjkanje vapna, uslovjava veliko bogatstvo endemita na serpentinima. S druge strane postoje podzolasta tla koja ne sadrže više vapna nego serpentini a na njima se ipak nisu pojavili endemiti ili druge koje osobitosti serpentinske flore (W. Krause 1958). U istom ovom radu objavio je Krause vrlo iscrpan pregled rezultata svih dosadašnjih istraživanja i problema na polju serpentinske flore i njene podloge, ističući na kraju da se postojeće pojave svakako moraju pripisati većem broju faktora, a nikako samo jednom. Serpentinsko kamenje umnogome se razlikuje od površinskog kamenja zemlje zato što je prodrlo iz velikih dubina, te su se biljke morale prilagoditi ovim bitno različitim uslovima.

U svakom slučaju serpentinska podloga je vrlo nepovoljna za razvoj biljaka. Različite pojave koje se mogu zapaziti na staništima slične prirode proučio je H. Gams (1928), te ih je nazvao dolomitnim fenomenom (*Dolomitphänomen*). On smatra da osobitosti biljnog potkrova nastaju uglavnom zbog smanjene konkurenkcije između biljaka na ovim staništima, te su se na njima mogle održati samo vrste koje na povoljnijim lokalitetima nisu više sposobne za konkureniju.

Ekstremna staništa predstavljaju, prema tome, refugije za relikte kao i vrste različitog porijekla, a istome uzroku mogla bi se pripisati i pojava planinskih vrsta na niskim nadmorskim visinama.

Zbog vrlo interesantnih biljnogeografskih odnosa u serpentinskoj flori posvećuje se mnogo pažnje istraživanjima i na ovome polju, te su izvršena opsežna proučavanja na svim velikim nalazištima u svijetu, kao u Kanadi, Kaliforniji, na Kubi, u Japanu, Novoj Kaledoniji, kao, naravno, i u svim evropskim zemljama. Pored iscrpnih istraživanja malih kompleksa u srednjoj Evropi, obrađena su nala-

zišta u sjevernoj Italiji (Messeri, Pichi-Sermolli), kao i ona u sjevernoj Švedskoj, a rezultati su objavljeni u vidu opsežnih monografija (O. Rune 1953, R. Pichi-Sermolli 1948).

U našoj zemlji izvršeni su najobimniji i najsvestraniji radovi na Zlatiboru u zapadnoj Srbiji, koji se smatra najvećim serpentinskim nalazištem na Balkanskom poluostrvu. Ovo područje obrađeno je i sa petrografske (S. Pavlovitch 1937) i sa florističke strane (F. Novák 1926—1929), zatim je proučena vegetacija (Z. Pavlović 1951) i pedološki odnosi (M. Živković 1952), tako da ovaj kompleks pripada najbolje poznatim ne samo u Jugoslaviji već i na Balkanskom poluostrvu.

Na području Bosne rađeno je srazmjerne malo, iako ovdje postoji prilično veliki broj serpentinskih nalazišta. Ona su, međutim, raštrkana i kao veći i manji kompleksi protežu se u vidu lanca od Prijedora do Rudog u istočnoj Bosni. Zbog ove rasparčanosti, iz tehničkih razloga otežano je njihovo ispitivanje.

Na pojedine podatke o biljkama sa nekih serpentinskih nalazišta nailazimo, doduše, već od prvih početaka florističkih istraživanja u Bosni. Ali ti podaci nisu rezultat nekog sistematskog proučavanja flore na serpentinima, nego se slučajno nailazilo na pojedine kompleks. Već prema putu kojim su pojedini istraživači krenuli ukazivala se mogućnost da se nađe na ovaj ili onaj kompleks. Tako je O. Sendtner 1847. godine otkrio čuvenu serpentinofit *Halacsya sendtneri* na putu kroz Maglaj, Conrath P. je posjetio kompleks kod Banje Luke (1887), E. Formanek objavio je u svojim florističkim prilozima i neke vrste sa Borje planine iz okoline Pribinića, Teslića i Žepča (1888), G. Beck posjetio je Smolin kod Žepča (1901). K. Maly prorkstario je za vrijeme svojih mnogobrojnih ekskurzija i neka serpentinska područja, kao ona kod Višegrada, Vardišta i Rudog, zatim dolinu Krivaje duž željezničke pruge od Kamenskog do Stipina Hana, nadalje je posjetio brdo Smolin kod Žepča, kao i klasično nalazište vrste *Halacsya sendtneri* kod Maglaja. Otkrića na ovim područjima objavio je u okviru svojih florističkih radova u Prilozima za floru BiH u Glasniku Zemaljskog muzeja. Temeljito i iscrpljeno je obradio serpentinski kompleks oko sliva rijeke Gostovića, koji je u nekoliko navrata posjetio. Rezultati ovih istraživanja objavljeni su u prilozima za floru BiH 1920. i 1923. godine, u kojima su obuhvaćene skoro samo biljke sa spomenutog serpentinskog nalazišta.

U istome ovom području kasnije su W. Krause i W. Ludwig radili na proučavanju vegetacije, kojom su prilikom vršena i mnogo brojna pedološka određivanja (1957), tako da kompleks Gostovića pripada najbolje ispitanim u Bosni. Mnogi manji kompleksi, naročito u sjevernim predjelima, ostali su međutim potpuno nepoznati, dok svi ostali nisu nikada bili temeljito istraživani. Ovo vrijedi i za najveće nalazište serpentina na području Bosne, koje se prostire oko srednjeg toka Krivaje. Ovaj kompleks postao je tek posljednjih godina pristupačan uslijed izgradnje cesta za izvoz drveta.

Na problem serpentinske flore i potrebe njezinog istraživanja u Bosni upozorio me je još pok. K. Maly, kustos Zemaljskog muzeja u Sarajevu.

Nakon upoznavanja prvih malih kompleksa, i to onog kod Vrbanje i nalazišta na rubu Sprečkog polja, pokazalo se da je pedološki supstrat, tj. stepen rastrošenosti podloge i njegov dalji razvoj, od odlučujućeg uticaja na karakter biljnog pokrova. Na dubokim profilima i zakiseljenom tlu uzalud ćemo tražiti osobitosti flore na serpentinima, iako se prema geološkoj karti nalazimo na ovom supstratu. U početku nije bilo lako upoznati zakonitosti koje postoje između florističkog sastava i karaktera tla, jer takvo šarenilo na drugim podlogama ne postoji. Comber' ova reakcija vršena na samom terenu bila je od dragocjene pomoći, i laboratorijska istraživanja tla iz različitih sastojina vegetacije omogućila su da se upoznaju uzroci heterogenog rasporeda biljnog pokrova na ovoj podlozi. Nakon ovih prvih rezultata bio je jasan smjer i način daljih proučavanja. Pored istraživanja biljnog pokrova po stijenama i kamenjarima koja su svakako najinteresantnija, moraju se također vršiti istraživanja vegetacije po dubokim slojevima razvijenog tla, iako se ona u florističkom pogledu sastoji samo od svakidašnjih, banalnih elemenata. Prema tome, plan rada obuhvatio je, pored istraživanja flore po serpentinskim nalazištima u Bosni, i upoznavanje tipova vegetacije i njene razvojne dinamike, odnosno zakonitosti veze između razvoja tla i biljnog pokrova.

U tom cilju obišla sam uglavnom cijelo serpentinsko nalazište koje je na geološkoj karti označeno kao takovo, te sam u granicama svojih mogućnosti sakupila uzorke tla iz različitih vegetacijskih jedinica u svrhu određivanja mehaničkog sastava, % humusa, pH vrijednosti i svojstva adsorpcijskog kompleksa tla. Od ekoloških posmatranja bila su još predviđena mjerena relativne vlage, temperature i evaporacije, koja je trebalo izvršiti istovremeno u različitim sastojinama, jer ove vrijednosti također znatno variraju na srazmjerno malim udaljenjima, a one nam, kao i podaci o tlu, omogućuju razumijevanje šarolikosti biljnog pokrova na serpentinu.

U florističkom pogledu zadatak je proširen na utvrđivanje biljnih vrsta koje se pretežno nađu na ovom supstratu; trebalo je ispiti-vati njihovo porijeklo kao i životne oblike. Također je bilo predviđeno da se posveti posebna pažnja promjenama oblika, koja se mogu zapaziti na pojedinim vrstama na golom matičnom supstratu, tj. bilo je potrebno ustanoviti koje se serpentinomorfoze, zapažene u drugim predjelima, pojavljuju i u Bosni i na kojim vrstama. To pitanje je na našem području ostalo zanemareno.

Istraživanja biljnog pokrova na serpentinima vršila sam tokom posljednjih osam godina. Kod konačne obrade materijala surađivala sam najuže sa dr. Fran Kušanom, sveučilišnim profesorom u Zagrebu. Ta se suradnja sastojala ne samo u davanju savjeta i stalnoj pomoći pri izradi konačnog teksta ove radnje, nego i u zajedničkom udublji-

vanju u probleme vrlo zanimljivih ekoloških odnosa između serpentinske podlage i biljnog pokrova. Za tu suradnju i stalnu pomoć posebno se zahvaljujem prof. dr. F. Kušanu.

Za pomoć u pogledu literature, slanje fotokopija te za savjete i objašnjenja dugujem zahvalnost prof. dr. F. Nováku, Prag, prof. F. Markgraf, Zürich, i dr. W. Krause, Donaueschingen, koji su jedno vrijeme radili i na serpentinskoj flori Balkanskog poluostrva. Isto tako zahvaljujem poznatim istraživačima serpentinske flore prof. dr. A. R. Kruckeberg, Washington, prof. dr. R. Pichi-Sermolli, Genova, dr. Olofu Rune, Umeå, Švedska, Akademiku E. J. Nyárádiu, Cluj, i drugima.

Nadalje zahvaljujem šumarskim stručnjacima Bosne, šefovima šumskih uprava i gazdinstva, kao i lugarima na terenu koji su pokazali veliko interesovanje i razumijevanje za moj rad. Bez njihove drugarske pomoći ne bi mi bilo moguće upoznati mnoge serpentinske komplekse u zabačenim i teško pristupačnim područjima.

## SERPENTINSKA NALAZIŠTA U BOSNI

Serpentinske stijene u Bosni prvi je proučio M. Kišpatić (1897). Prema ovome istraživaču bosanska serpentinska zona proteže se u skoro neprekidnom lancu od sjeverozapada ka jugoistoku, te je samo mjestimično pokrivena mlađim naslagama. Glavni lanac, koji je prekinut u dolini Vrbasa, počinje od Kozare planine te se proteže do Kladnja i Olova. Ovdje ga nestaje, te se ponovo pojavljuje u istočnoj Bosni oko Višegrada i Rudog, odakle se nadovezuje na veliki serpentinski masiv Zlatibora u Srbiji. Zatim je Kišpatić spomenuo još sporadne lance, u koje je ubrajao Ozren i neka mala nalazišta oko Prnjavora (Kalesije) u Gornjem Sprečkom polju, kod Zvornika i nekoliko malih nalazišta na južnom obodu Majevice.

Morfološke osobine pojedinih kompleksa uveliko utiču na karakter biljnog pokrova koji se nalazi na ovim serpentinskim nalazištima, jer od prirode reljefa zavisi uglavnom debljina zemljишnog sloja koji pokriva matičnu podlogu, kao i dalji njegov pedogenetski razvoj. Na osnovu ovih svojstava mogu se serpentinska nalazišta u Bosni podijeliti u četiri skupine.

1) Prvoj skupini pripadaju nalazišta u zapadnom predjelu serpentinske zone; ona leže u brežuljkastom terenu oko Prijedora i Banje Luke, visina brda rijetko prevazilazi 300 i 400 m, njihove padine su blagog nagiba, te je matični sustrat pokriven dubokim slojem razvijenog tla. Na kompleksima ove skupine nalaze se naselja, oranice, šikare ili hrastove šume, u kojima je *Calluna vulgaris* često dominantno rasprostranjena. Osobitost serpentinske flore gotovo ne dolazi do izražaja, pošto je ova vezana za ogoličen supstrat ili za plitka, skeletna tla, tj. dok biljni pokrov još stoji u vezi sa serpentinskim podlogom.

Na goli matični sustrat nailazi se izuzetno i rijetko po južnim padinama ili po stijenama iznad potoka i rijeka, nastalim erozionim radom vode. Ogoljela mjesta po padinama brda nastala su kasnijom erozijom razvijenog, postojećeg tla, i pošto nadaleko ne postoji ogoljeli serpentini većih razmjera sa njima karakterističnim elementima flore, to ova sekundarno ogoljela mjesta mogu naseljavati samo beznačajni kserofiti okoline. I stoga, i pored ogoljelog supstrata, na ovome mjestu ćemo uzalud tražiti neke crte karakteristične za serpentinsku floru.

Prvoj skupini pripada jedno malo nalazište sjeverno od Prijedora, zatim uski, isprekidani pojas na jugu Kozare planine koji se proteže od Kozarca prema istoku. Jedno dalje nalazište javlja se između Vrbanje i Čelinca jugoistočno od Banje Luke, na koje se poslije manjeg prekida nadovezuje prvi kompleks većih razmjera. U petrografskoj literaturi on je poznat pod nazivom Skatavica i Ljubić planina, a prostire se s desne i lijeve strane nove pruge Banja Luka — Doboj između stanica Bojića, Jošavke i Snijegotine do Kulaša. Između posljednje dvije stanice prema sjeveru i južno od Prnjavora

nalazi se Ljubić planina, a na jugu nadovezuje se veliko serpentinsko područje sve do doline Male Usore, u kojoj leži mjesto Pribinići. Sjeverni predio ovog nalazišta, koji se na istoku završava približno dolinom Velike Ukraine, jeste Čavka planina, a južni dio, prema Pribiniću, Javorje. Aluvijalni nanosi u dolini Male Usore odvojili su ovaj kompleks od Borje planine, kojom se serpentini nastavljaju prema jugu. Ova planina pripada, međutim, već drugoj skupini serpentinskih nalazišta.

Prema prirodi biljnog pokrova, odnosno reljefa dotičnog kompleksa, prvoj skupini pripadaju još neka mala nalazišta istočno od Velike Ukraine, kao Orlovo brdo, Vis, te kompleks istočno od Teslića.

2) U drugu grupu uvrstili smo nalazišta prelaznog tipa. Ovima pripadaju Borje planina i Ozren, kao i područje koje u stvari povezuje ova dva kompleksa i koje se proteže jugoistočno od Teslića preko Maglaja prema Ozrenu.

Ova nalazišta već po reljefu odstupaju od prve skupine. Visine ovih brda se kreću od 800 do preko 1000 m, a planinski lanci ispresejcani su mjestimično dubokim riječnim dolinama, čije se padine strmo i naglo spuštaju prema dnu dolina. Na plitka tla i goli supstrat nailazi se češće nego u prvoj skupini, te je i serpentinska flora mjestimično lijepo razvijena, ali ipak se najveći dio ovog područja nalazi pod debelim slojem tla, što je većinom slučaj i u visinskoj zoni Borje planine. Kod druge skupine nalaze se također veliki predjeli pod oranicama i pašnjacima, i to naročito u graničnim područjima serpentinskih nalazišta. Od šuma susrećemo najviše sastojine kitnjaka, koji su, za razliku od onih u prvoj skupini, većinom praćeni crnušom.

Grupi prelaznog tipa pripada još u stvari južni predio Javorja kod Pribinića, pošto njegove ogoljele padine koje se naglo spuštaju u dolinu Male Usore, nose izrazite crte serpentinske flore, i pored toga što tamošnje sastojine crnog bora potiču najvećim dijelom od kultura.

Serpentinsko nalazište Borje planine ograničava na sjeveru Mala Usora, zapravo njeni aluvijalni nanosi, na jugu opet Velika Usora, a ista ova rijeka i dalje njena pritoka Penava stvaraju i granicu ovog nalazišta prema zapadu. Najveći vrh, Runjavica, sa 1.077 m, nalazi se na zapadnom kraju Borje planine, dok je najveći vrh u centralnom dijelu Tajen (1.007 m). Odavde se teren postepeno spušta prema istoku. Istočno od Usore serpentini se nastavljaju uskom trakom koja se kod Maglaja ponešto proširuje, te se kod naselja Mosurića produžuje prema Bosni. Na lijevoj obali ove rijeke serpentini izgrađuju brdo Kobiljaču (490 m) i Moševački Šiljak (417 m), na čijem podnožju se nalazi klasično nalazište vrste *Halacsya sendtneri*. Na desnoj obali serpentini se nastavljaju područjem oko Brusnice i Rakovac potoka prema istoku. Ovdje dostižu najveće visine brdima Čerkez (600 m) i Čolopek (550 m), odakle se dalje protežu prema Ozrenu.

Granice serpentinskog nalazišta oko Ozrena stvaraju brežuljci koji se nalaze po obodu Sprečkog polja od Bosanskog Suhog polja.

prema jugu te se završava prilično ravnom linijom južno od Kraljice i brda Gradišnik iznad Manastira. Dalje prema istoku, serpentini se još jednom pojavljuju na rubu Sprečkog polja izgrađujući dva mala kompleksa kod Puračića. Visina ovih brda kreće se od 200 do 350 m, blago valoviti reljef omogućio je razvoj debelog sloja tla koji je pokriven vegetacijom vriština koje se iskorišćavaju kao pašnjaci. Sa visinskim pojasmom Ozrena ove brežuljke povezuje Gostilj (774 m), dominantno brdo ovog predjela, koji se u pravcu jugoistoka nadovezuje na Veliku Ostravicu, najveći vrh Ozren planine (917 m).

Po morfološkim osobinama, Ozren se već približuje reljefu, karakterističnim za serpentinska područja. On se ne sastoji iz jedne složene cjeline, već od nekoliko lanaca koji su odvojeni duboko usjećenim riječnim dolinama.

3) Trećoj skupini pripada nalazište koje se sjeverozapadno od Žepča proteže prema Borje planini kao i predjeli oko srednjeg toka Gostović potoka i Krivaje. Na ovim kompleksima, a posebno na području oko srednjeg toka Krivaje (Konjuh planina u širem smislu) došle su sve osobitosti serpentinske flore do punog izražaja. Ovo je uveliko uvjetovano divljim reljefom ovog predjela. Cijelo područje sastoji se samo od preko 1.000 m visokih planinskih lanaca i duboko usjećenih riječnih dolina, padine su vrlo strme, skeletne, te je sam reljef zaštitio ovo područje od većih zahvata čovjekove djelatnosti. Tek u najnovije vrijeme, korišćenjem šuma, izgrađene su ceste, te je područje oko Konjuha postalo lakše pristupačno.

Značajno je da su sva naselja, kao Olovo, Vozuće, Kladanj, te Magulica, Dištica, Jelaške itd. van serpentina. Oni se nalaze najvećim dijelom na pješčarima, škriljcima, mjestimično i na krečnjacima oko serpentinskih kompleksa, ali se češće pojavljuju i u vidu ostrva i unutar samih serpentinskih masiva, kao posljednja tri naselja. Svojim blagim reljefom ove podloge odmah odskaču od divljih predjela serpentina.

Serpentinski kompleks oko Žepča nadovezuje se na Borje planinu. On počinjeistočno od potoka Blatnice, te se proteže u složenom području do rijeke Bosne, gdje se završava na predjelu između Žepča i Želeća.

Visine na ovom području penju se preko 1.000 m; Smolin, koji je postao čuven u serpentinskoj literaturi zbog Beckovog opisa, ima 1.143 m, Veliki Vis 1.265 m, a Manjača 1.360 m. Visina Matinske Visi, najvećeg brda na sjeveroistočnom predjelu, iznosi 946 m. Pored šuma kitnjaka i bukve, te sastojina bukve i jеле, na ovom području rastu i prostrane, tipične šume crnog bora sa crnušom, naročito od doline Ljubne prema Matinskom Visu. Prostrane goleti razvijene su zapadno od samog Žepča, na Boljaku, u dolini Ograjnog potoka, na Markovom brdu, prema Želeću itd.

Veliko nalazište oko Konjuha počinje na južnom obodu doline Spreče i Turije, odakle se teren postepeno diže prema Svatovcu i Vi-

jencu (600 m), zatim je isprekidan bazenom oko Banovića — Litve, iza kojeg se serpentini ponovno pojavljuju na jugu, te se naglo penju, izgradujući Zelembaj, Razvalu i druge planine koje se produžuju do samog Konjuha (1.328 m). Ovaj serpentinski kompleks obuhvaća cijeli sliv rijeke Ribnice, Maoče, Župeljeve i drugih, koje su duboko usjekle svoja korita u serpentinski masiv do samih njihovih ušča u rijeku Krivaju. Na zapadu ovaj kompleks prelazi u širokom pojasu Krivaju te zahvata sliv Lužnice i Sadavice, koje u sastavu čine Gostović potok. Srednjim tokom ove rijeke protežu se serpentini do Velež planine. Na lijevoj obali Gostovića pojavljuju se serpentini još prema zapadu, ali ovdje su već često prekinuti vagnencima, kao, na primjer, na Rapte planini, i u dolini Trbušnice, te serpentini postepeno isčezavaju.

Najistaknutije brdo na području Gostovića je Velež (913 m) zbog markantnog svog reljefa i djelomično golih padina, dok su ostala brda, iako znatno viša, manje tipična za serpentinsku vegetaciju. Borove šume ovog područja ne mogu se ni izdaleka mjeriti sa onima na Konjuhu niti je podloga igdje ogoličena u takvoj mjeri kao na padinama oko srednjeg sliva Krivaje.

Sa Konjuhom, u stvari, prestaje serpentinska zona u pravom smislu riječi. Istočno od Konjuha javlja se mali broj serpentinskih nalazišta neznatnih razmjera po jugozapadnom obodu Majevice planine. Nešto većih razmjera je kompleks kod Prnjavora (Kalesija) u Gornjem Sprečkom polju. On se proteže do brda Vis (452 m) u pravcu juga do naselja Jelovo Brdo, međutim, najvećim je dijelom zatrpan debelim slojem razvijenog tla, te je serpentinski karakter u njegovoj flori došao do izražaja jedino na južnim skeletnim padinama brda Vis. Po florističkom sastavu, ovaj kompleks bliži je nalazištima u istočnoj Bosni negoli Konjuhu dok mali broj ogoljelih padina oko Zvornika ne nosi više obilježja flore tipične za ovaj supstrat. Ovaj kompleks je potpuno izoliran od svih drugih serpentinskih područja, a sastoji se od svega nekoliko malih, raštrkanih nalazišta sjeverno i zapadno od Zvornika.

4) Četvrtoj skupini pripadaju serpentinska nalazišta oko Višegrada i Rudog u istočnoj Bosni. Ovi kompleksi povezani su neposredno sa serpentinskim nalazištima u zapadnoj Srbiji, te je prirodno da su florističke osobitosti ovih predjela velikim dijelom zastupljene i u istočnoj Bosni. Postojeće razlike manje se ispoljavaju u florističkom sastavu, već više po tipu vegetacije, što je uslovljeno morfološkim osobinama ovih kompleksa. Prostrane visoravni sa blago valovitim terenom, kakve su razvijene na Zlatiboru, nedostaju na nalazištima u Bosni, zbog čega ne postoje ni biljne zajednice koje izgrađuju pašnjake na spomenutoj planini.

U istočnoj Bosni izbiju serpentini na površinu sjeverno od Višegrada, prvo u malim raštrkanim nalazištima s desne i lijeve obale Drine, zatim u dolini Rzava do Dobruna, odnosno do Vardišta. Od

ovih nalazišta najistaknutija su brda Panos (650 m) na desnoj obali, i Varda (760 m) na lijevoj obali Drine. Jedno veće nalazište počinje kod naselja Pijavice na jugu Višegrada. Ono obuhvaća cijelo područje Drinsko oko potoka Kruševice, zatim se nastavlja prema jugu do rijeke Lima. Prateći ovu rijeku prema istoku, proteže se do Rudog i dalje prema Varda planini, te se malim prekidom oko Bijelih Brda nastavlja do granice Bosne prelazeći u masiv Zlatibor.

Grubo skeletne goleti zauzimaju najveće površine u istočnoj Bosni, a općenito na ovome području vladaju znatno kserotermniji uslovi.

### K l i m a

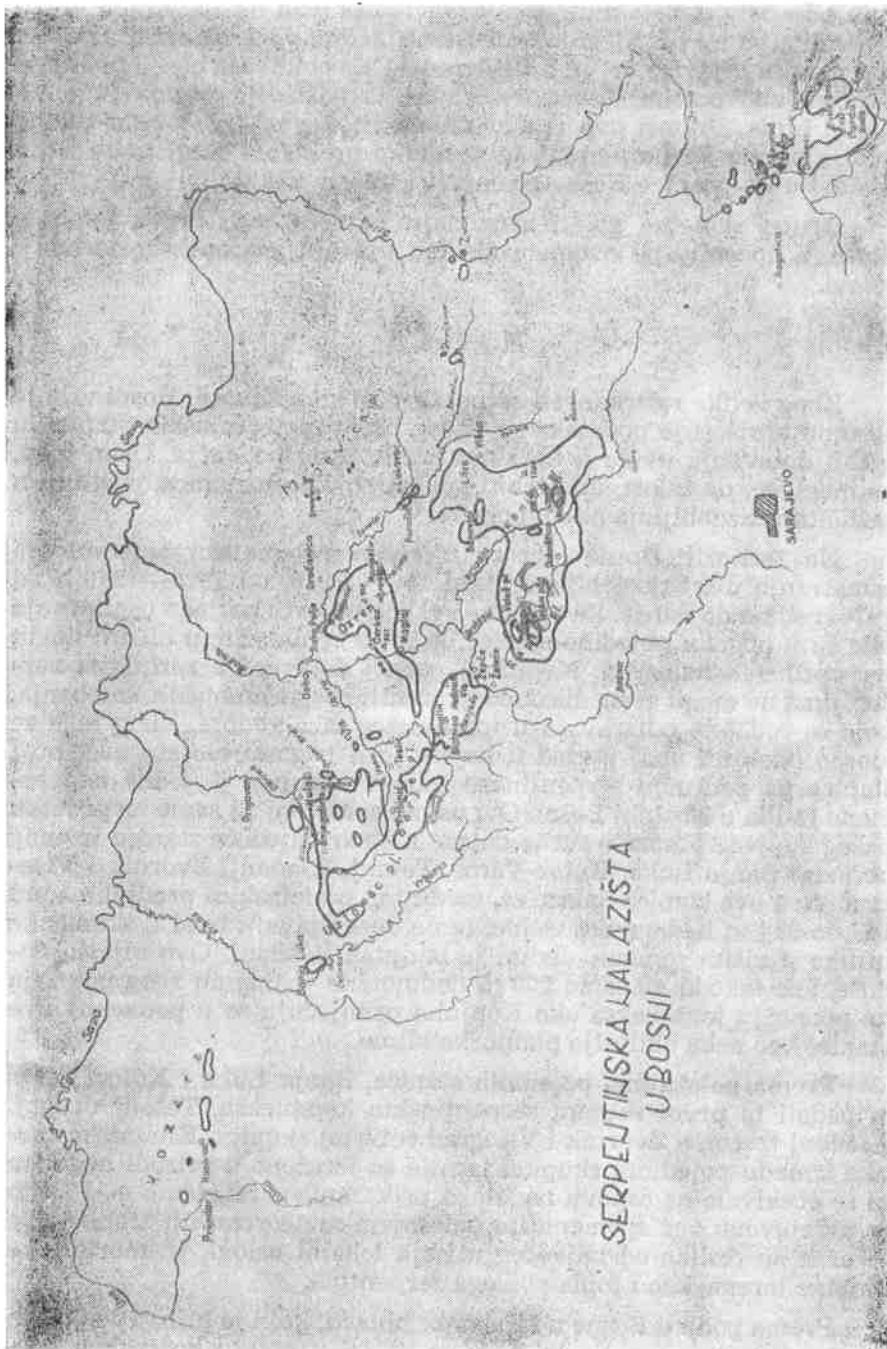
Zbog velike raštrkanosti serpentinskih kompleksa u Bosni vrlo je otežano korišćenje podataka sa većeg broja meteoroloških stanica u svrhu dobivanja uvida u karakter klime ovog područja. Osim toga, ne mogu se, na žalost, upotrebiti podaci pojedinih stanica, pošto su u različitim razdobljima bile u pogonu.

Na teritoriji Bosne bila su izvršena sistematska meteorološka osmatranja u tri razdoblja, i to od 1901—1910, od 1925—1940. i od 1974. godine do danas. Za vrijeme svakog od ovih perioda osmatranja bile su u pogonu pojedine stanice, koje su se nalazile u blizini nekih serpentinskih nalazišta. Međutim, podaci dobiveni u različitim razdobljima ne mogu se međusobno uporediti zbog klimatskih kolebanja, koja se redovno odigravaju u toku dužeg niza godina. Zbog toga se morao odabrati onaj period u kojem je u pogonu bio što veći broj stanica na području serpentinske zone, i u kojem je jedna istovremeno radila u istočnoj Bosni. Ovi uslovi ostvareni su samo na početku našeg stoljeća. Za naše svrhe dolaze u obzir slijedeće stanice iz onog perioda: Banja Luka, Kotor Varoš, Tešanj, Kladanj, Zvornik i Višegrad. Sve ove stanice nalaze se, međutim, u nizinskim predjelima, od 163 do 344 m nadmorske visine, te ne dozvoljavaju uvid u klimatske prilike u višim zonama. Jedini je izuzetak Kladanj. Ovo mjesto dođuše, leži takođe na samo 560 m nadmorske visine, ali zbog položaja na podnožju kompleksa oko Konjuha primjećuju se u podacima ove stanice već neka obilježja planinske klime.

Prema položajima pojedinih stanica, Banja Luka i Kotor Varoš pripadali bi prvoj skupini serpentinskih kompleksa, Tešanj drugoj, Kladanj trećoj, a Zvornik i Višegrad četvrtoj skupini. Klimatske razlike između pojedinih skupina jasnije su izražene u prirodi nego što bi se očekivalo na osnovu podataka prikazanih u tabelama I—IV, što je uvjetovano već spomenutim položajem meteoroloških stanica. Na stvarne su prilike od najvećeg uticaja lokalni uslovi, tj. morfološke osobine terena, kao i topla podloga serpentina.

Prema podjeli Bosne u klimatske oblasti, koju je prihvatio J. Möscheles (1918), serpentinska zona se nalazi u pojusu bosanskog bre-

SERPEUTIJSKA UJALAZIŠTA  
UBOŠNI



žuljkastog područja, kao i na najnižim položajima oblasti srednjih bosanskih planina. Na ovome području vlada umjereno kontinentalna klima sa dosta oštrim zimama i toplim ljetima, a najveće količine oborina otpadaju na vrijeme vegetacije. Prema općim karakteristikama, klima ovog područja prilično je izjednačena, pošto se serpentinska zona prostire paralelno sa visokim planinama vododjelnice tako da upliv s mora kao i sa kopna dolazi otprilike u jednakoj mjeri do izražaja. Međutim, ipak se primjećuje postepeno povećanje zimskih, kao i ljetnih temperatura, kao i smanjenje oborina idući od zapada ka istoku. Ova pojava se, međutim, ne ispoljava u klimatskom karakteru prve tri skupine serpentinskih kompleksa, pošto su oni u pravcu prema istoku izgrađeni od sve većih i većih planina. Upliv orografskih prilika jasno dolazi do izražaja kada upoređujemo vrijednosti pojedinih klimatskih elemenata sa stanicom Kotor Varoš, Tešanj i Kladanj. Tek na krajnjem istoku, oko Višegrada, naglo je ostvarena promjena u klimatskim prilikama, koja se nije mogla primijetiti na prelaznom području prema istoku zbog već spomenutih orografskih odnosa i pošto ne postoji serpentinski kompleksi od Kladnja pa sve do Višegrada.

Pored navedenih zajedničkih crta u klimi općeg karaktera mogu se uočiti i neke razlike između pojedinih skupina serpentinskih kompleksa, kako proizlazi iz priloženih tabela.

Najhladniji mjesec u svim stanicama jeste januar, a najtoplij i. Jedino kod Višegrada ostvaren je temperaturni maksimum u augustu. Udaljavanjem od Posavine i približavanjem planinskim predjelima dolazi do izražaja postepeno opadanje temperature, i to kod srednjih vrijednosti svih mjeseci, kao i kod absolutnih minimalnih temperatura od Banje Luke pa do Kladnja. Negativne temperature postoje kod svih stanic u januaru, kako proizlazi iz tabele broj I, jedino Kladanj ima čak tri mjeseca sa negativnim vrijednostima. Srednja absolutna maksimalna temperatura ne pokazuje istu pravilnost koja postoji kod hladnih temperatura, ali stanice u istočnoj Bosni ipak imaju najveće maksimalne temperature.

Kasni mrazevi mogu štetno djelovati na vegetaciju. O njima ne postoje posebna zapažanja, međutim, iz tabele o rasporedu mjesечnih absolutnih minimalnih temperatura proizlazi da su negativne temperature zabilježene na svim stanicama (1918) do aprila, te se do ovoga mjeseca još mogu očekivati kasni mrazevi. Kod svih stаница prve tri skupine zabilježene su oborine preko 1.000 m godišnje, dok su, u skladu sa općim opadanjem oborina prema istoku, u Zvorniku i Višgradu, znatno manje. Prema količini oborina mogu se uočiti dva maksimuma: jedan, i to glavni, u junu mjesecu, a drugi, sporedni, u oktobru, što odgovara klimatskim prilikama u Posavini.

**Tabela broj I**

Mjesto Lokalität	Srednje mjeseca i godisnje temperature u °C Mittlere Monats = und Jahrestemperaturen in °C												God. Jahr	Srednji apsolutni Mittleres absolutes min.	max.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Banja Luka	—1.4	1.3	6.6	10.9	16.0	19.2	20.8	20.3	16.1	11.6	5.3	3.0	10.8	—14.8	33.6
Kotor Varoš	—1.7	1.0	5.8	9.9	15.2	18.2	20.2	19.9	15.2	11.1	4.7	2.8	10.2	—17.7	34.7
Tešanj	—2.0	0.3	5.1	9.4	14.2	17.8	19.6	19.6	14.9	10.0	4.3	2.3	9.6	—18.3	34.5
Kladanj	—4.5	—1.6	2.8	7.0	12.5	15.6	17.5	17.3	12.7	8.2	1.9	—0.4	7.4	—22.9	32.9
Zvornik	—0.3	1.9	6.5	10.7	15.7	18.8	20.9	20.5	16.0	12.0	5.5	3.2	10.9	—13.5	35.1
Višegrad	—2.5	0.9	6.4	11.1	16.1	18.8	20.8	20.9	16.9	11.6	4.9	2.1	10.7	—16.4	36.6

Tabela broj II

Mjesto Lokalität	Nadmorska visina Meereshöhe	Mjesečne i godišnje oborine u mm Monats — und Jahresniederschläge in MM										God. Jahr		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Banja Luka	163	64	63	74	117	103	124	85	82	105	110	92	82	1101
Kotor Varoš	250	64	60	71	108	95	132	113	80	114	114	96	85	1132
Tešanj	238	75	68	83	89	120	144	80	61	85	104	80	80	1069
Kladanj	560	72	68	82	119	122	191	92	70	89	129	99	86	1219
Zvornik	179	59	48	60	89	79	124	79	60	65	85	69	69	885
Višegrad	344	52	43	59	46	52	76	60	48	49	65	46	664	

Opći raspored oborina preko cijele godine povoljan je za razvoj vegetacije. Kako proizlazi iz tabele broj III, u kojoj su prikazane procentualne vrijednosti radi jednostavnijeg pregleda, maksimum oborina otpada na ljeto, tj. na vrijeme kada su najpotrebnije za vegetaciju, a ukoliko su nešto veće u proljeće, kao kod Tešnja i Banje Luke, radi se, u stvari, o neznatnim razlikama. Najveće količine oborina zabilježene su u Kladnju.

U tabeli broj IV prikazan je broj dana u godini sa raznim oborinama. Prema ovim podacima ne podudara se ranije primjećena zakonitost u pogledu povećanja oborina od prve do treće skupine i naglo opadanje prema četvrtoj, već je broj dana sa snijegom, kod Banje Luke, na primjer, isti kao kod Kladnja.

**Tabela III. RASPODJELA OBORINA U % — VERTEILUNG DER NIEDERSCHLÄGE IN %**

Mjesto Lokalität	zima Winter	proljeće Frühling	ljeto Sommer	jesen Herbst
Banja Luka	19.0	26.7	26.4	27.9
Kotor Varoš	18.5	24.2	28.7	28.6
Tešanj	20.8	27.3	26.7	25.2
Kladanj	18.5	26.5	29.0	26.0
Zvornik	19.8	25.7	29.8	24.7
Višegrad	21.2	23.7	27.7	27.4

Najmanji broj dana sa snijegom i kišom postoji kod četvrte skupine, dok u tome pogledu takođe ne postoje neke pravilnosti između ostalih stanica.

Međutim, kod broja dana sa izdašnjim oborinama, tj. onim od najmanje 1 mm, ostvarena je opet ranije primjećena pravilnost sa izuzetkom Banje Luke.

Magla može biti od velike važnosti za biljni pokrov, pošto povećava vlagu u zraku. U našim stanicama broj dana sa maglom nije velik, a ukoliko ih ima, odnose se uglavnom na jesenski i zimski period. Ovo vrijedi i za Višegrad gdje je broj dana s maglom prilično velik, ali pošto otpadaju na jesen i zimu, ne može ih vegetacija ni u ovom kraju iskoristiti. Jedino je u Kladnju zabilježeno 11,4 dana s maglom u junu mjesecu, na kojem području je svakako magla najmanje potrebna.

Vrijednosti o relativnoj vlazi u zraku prikazane su takođe samo sa jedne stanice u dotičnoj oblasti. U našem slučaju date su one iz Banje Luke. Ove vrijednosti su prilično visoke, te se kreću u doba vegetacije između 73—81%.

Tabela broj IV.

Mjesto Lokalität	Broj dana u godini sa Anzahl der Tage im Jahre mit			
	oborinama Niederschlägen	oborinama od najmanje 1 mm Niederschlägen von wenigstens 1 mm	snijemom Schnee	maglom Nebel
Banja Luka	147.6	122.7	35.5	n. o.
Kotor Varoš	131.7	117.2	30.6	72.7
Tešanj	143.7	124.1	30.7	45.3
Kladanj	127.9	127.6	35.9	108.2
Zvornik	105.3	102.7	19.5	33.4
Višegrad	105.7	96.7	18.1	113.6

Za strujanje vjetra nemamo mnogo podataka, jer su prikazani podaci za pojedine klimatske oblasti uzeti samo sa po jedne stanice. Za naše područje bili su izabrani podaci iz Modriča. Prema njima, za vrijeme vegetacije pušu vjetrovi sa zapada, što znači da vlažne struje dopiru s mora; broj dana sa zapadnjakom iznosi 48,1 dan za vrijeme vegetacije, tj. od aprila do septembra. Na drugom je mjestu vjetar s istoka. On puše u istom razdoblju 22,2 dana. Sve su ostale vazdušne struje iz drugih krajeva od sporedne važnosti.

Na osnovu iznesenih podataka možemo zaključiti da je klima na većini serpentinskih nalazišta u Bosni srednjoevropskog karaktera. Kod prve tri skupine serpentinskih kompleksa dolazi do izražaja i blizina Posavine, i to prvenstveno s obzirom na količinu oborina. Veća se kontinentalnost klime ispoljava na kompleksima u istočnoj Bosni. Na razlike u klimatskim prilikama koje postoje između pojedinih serpentinskih terena utječe uglavnom lokalne prilike.

#### Geološko-petrografske podaci

Bosanska serpentinska zona pripada jednoj karici u lancu ultrabazičnih, eruptivnih stijena koje se proteže od Zagrebačke gore kroz cijelo Balkansko poluostrvo do Eubeje u Grčkoj. Osim već spomenutih nalazišta u Bosni, ovome lancu pripadaju prostrani kompleksi u Srbiji, Makedoniji, Albaniji i u Grčkoj.

Najveći masivi izgrađeni od ovih stijena nalaze se u Jugoslaviji. Tako planina Zlatibor u zapadnoj Srbiji, zajedno sa okolnim područjima, kojem pripada Šargan, te predjeli oko sliva Uvca i Jablanice, sačinjavaju sa nalazišta u istočnoj Bosni jednu složenu cjelinu, koja predstavlja, osim Urala, najveći masiv ultrabazičnih stijena u Evropi. Ukupna njegova površina iznosi 1.300 km<sup>2</sup>.

O geološkoj starosti ovog lanca mišljenja su podijeljena. Jedni smatraju da su svi njegovi masivi iste starosti, dok drugi zastupaju mišljenje da su nalazišta na sjeveru najstarija te da potječu iz prekarbonskih vremena, dok su ona na krajnjem jugu, kao najmlađa, nastala u kredi.

U usporedbi sa drugim eruptivnim stijenama, ultrabazične imaju vrlo malo SiO<sub>2</sub>. Zbog toga su i izdvojene u posebnu skupinu. Uglavnom su izgrađene od olivina i piroksena. Olivin se rijetko javlja u čistom, svježem stanju: on je u slaboj ili jačoj mjeri serpentiniziran, u procesu koji se ponekad odvijao do kraja, tj. do obrazovanja serpentinita. U petrografiji nazvane su spomenute stijene peridotitima. Pošto ovi biljnome pokrovu pružaju slična staništa kao i serpentini, obuhvaćeni su u ekologiji zajedničkim nazivom »serpentini«. Prema tome bi bilo pravilnije da se govori o peridotitima i peridotitskoj flori.

Prema odnosu glavnih sastojaka, tj. olivina, rompskih i monoklinskih piroksena, razlikuju se tri skupine koje izgrađuju peridotite:

1) dunit, tj. »svjež« peridotit, u kojem se olivin javlja kao glavni sastojak;

2) harzburgit, kada se olivinu pridružuje rompski piroksen, i lercolit, kada se pored spomenutih sastojaka javlja još monoklinski piroksen.

Rasprostranjenost i razdiobu skupina unutar peridotitskih masiva nije moguće utvrditi, jer bi za to bila potrebna dugotrajna i opsežna laboratorijska istraživanja iz vrlo guste mreže posmatranja.

Pod uticajem hidrotermalnih procesa koji su se odvijali u prošlosti, peridotiti su slabije ili jače serpentinisani, dok su čisti serpentiniti rijetki. Prema istraživanjima na Zlatiboru (S. Pavlovitch 1937), serpentiniti su raštrkani po cijelom području, dok su, prema J. Pamiću i F. Trubelji, na Ozrenu češće zastupljeni na rubnim dijelovima masiva, gdje ultrabazične stijene dolaze u dodir sa drugim formacijama (1962).

Trošenjem se peridotiti raspadaju u grubi, skeletni detritus, a serpentiniti u lističave pločice. Kada ove stijene ne podliježu jačoj eroziji te ostaju duže vremena izložene atmosferilijama, onda komponenta željeza na njihovoј površini prelazi u limonit. Ovaj proces, koji je nazvan rubrifikacijom, zahvaća površinski dio stijene do 5—6 cm dubine, tako da vremenom može doći do potpunog raspadanja površinskog dijela. Kao krajnji proizvod nastaju žuta, odnosno crvena tla, koja je M. A. Lavroix opisao sa Pirineja (cit. S. Pavlovitch 1937).

Tabela broj V.

	KOZARA			MAGLAJ			OZREN	
	lercolit	lercolit	serpentinit	serpentinizirani harchburgit	lercolit	dunit	harchburgit	lercolit
Jovača otok	Vrelo potok	Lubina potok	Krivaja potok	Selište		Velika Ostravica		Jadrina potok
SiO <sub>2</sub>	39.12	40.57	38,57	39.80	39.92	37.19	43.84	42.32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.66	2.25	0,35	1.35	1.45	0.08	1.50	1.60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.65	3.17	5,67	5.29	5.49	5.46	3.15	2.79
FeO	5.62	5.34	3,96	3.51	3.15	—	6.45	5.92
MgO	37.55	35.78	37,85	39.67	37.39	44.70	42.59	42.46
CaO	1.50	0.02	0.51	1.50	2.37	0.41	1,29	1.48
K <sub>2</sub> O	—	—	0.01	—	0.09	tr	0.08	tr
Na <sub>2</sub> O	0.03	0.16	0.08	—	0.11	0.52	0,40	0.24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—
NiO	tr	0.02	tr	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.26	0.38	0.05	—	—	0.05	0.23	0.21
TiO <sub>2</sub>	tr	0.37	0.28	tr	0.03	—	tr	tr
MnO	0.19	0.09	0.09	0.07	0.07	0.18	0.12	0.11

Tabela, broj VI.

	K O N J U H		V I Š E G R A D		V A R D I Š T E		R U D O		prosječne vrijednosti iz raznih krajeva svijeta
	Lisac	Zečji Vrat	Dobrum	harchburgit	B. Jagodina	serpentinit	leroclit	Rudo	Sirova Gl.
		leroclit							
SiO <sub>2</sub>	40.83	40.91	39.13	39.64	36.90	40.08	41.22	40.49	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.95	2.85	0.72	2.36	1.41	4.16	2.37	1.77	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.50	2.83	3.85	3.36	2.96	2.16	1.72	6.01	
FeO	5.68	5.64	5.14	4.38	3.19	5.87	6.97	4.84	
MgO	38.02	37.13	39.91	38.09	37.35	36.46	36.21	37.36	
CaO	4.04	2.71	0.27	2.31	0.12	3.28	3.52	0.74	
K <sub>2</sub> O	—	0.19	0.01	—	0.17	0.11	0.11	0.10	
Na <sub>2</sub> O	0.30	0.41	0.28	0.13	0.97	0.63	0.27	0.15	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	tr	—	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	0.02
NiO	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	0.25	0.16	0.23	ca 0,3	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.28	0.28	0.24	0.19	0.20	0.20	0.22	0.5	
TiO <sub>2</sub>	tr	0.16	tr	0.08	n. o.	tr	0.12	0.65	
MnO	0.10	0.10	0.20	0.22	0.11	0.16	0.15	0.22	

Po kemijskom sastavu, peridotiti se sastoje uglavnom iz silicija, magnezija i željeza, dok se svi ostali elementi javljaju u neznatnim količinama. Za razvoj biljnog pokrova ova je činjenica od velike važnosti, jer upravo nedostaju mnogi biogeni elementi, ili su oni zastupljeni u nedovoljnim količinama.

Općenito je poznato da su peridotiti vrlo jednoličnog kemijskog sastava, što proizlazi i iz tabele broj V i VI, u kojima su prikazni rezultati analiza uzoraka iz svih skupina u koje smo podijelili bosansku serpentinsku zonu i koje se mogu uporediti sa srednjim vrijednostima dobivenim od uzoraka sa mnogih serpentinskih nalazišta u evropskim i vanevropskim zemljama. Ove su prikazane u zadnjoj rubrici na tabeli broj VI (prema Krauseu, 1958). Spomenuta jednoličnost u kemijskom sastavu ukazuje i na jednoličnost same peridotitske magme.

Uspoređivanjem podataka svježih peridotita sa serpentinitima proizlazi da je kod posljednjih procenat  $\text{SiO}_2$  ponešto manji. Količina Mg ostaje uglavnom nepromijenjena, dok je CaO znatno smanjen, što potvrđuju i mikroskopska istraživanja, prema kojima se proces serpentinizacije, pored hidratacije olivina, sastoji u destrukciji kalcijskih piroksena.

Kemijski sastav matične stijene jeste jedan od razloga za postojanje osobitosti flore na serpentinima, i to zbog siromaštva na glavnim hranivima (NPK), kao i zbog srazmјernog bogatstva na metalima Cr, Ni i kobaltu, koja djeluju u većim koncentracijama otroвно na biljke. Prilikom trošenja stijena količina ovih metala se najčešće povećava u površinskom sloju nastalog tla, što je slučaj i s ostalim spajevima, o čemu će kasnije biti govora. Kod navedenih analiza kobalt nije određen, ali je poznato da je ovaj metal uvijek vezan sa niklom. U tlu koje je nastalo od serpentina ovaj je element zastupljen u deseterostruko većoj koncentraciji nego u normalnom, zdravom tlu koje potječe od drugih podloga.

U zdravim tlima nalazi se nikl s oko 0,004%, dok u serpentinskem s oko 0,07% (W. Krause, l. c.). U uzorcima sa navedenih bosanskih nalazišta ovaj metal nije uvijek bio određen, međutim, na osnovu stečenog iskustva poznato je da se njegov sadržaj kreće od 0,1% na niže (prema usmenom saopštenju dra F. Trubelje).

Iz navedenih analitičkih podataka proizlazi još i vrlo nepovoljan omjer Ca prema Mg, koji u zdravim tlima, treba da iznosi oko 1. Neki istraživači upravo u ovom nepovoljnem omjeru vide glavni uzrok za mnoge pojave u flori na serpentinima.

Nadalje se još ističe razmјerno visoki sadržaj CaO kod lercolita iz okoline Rudog. Isti je slučaj kod svih uzoraka sa Zlatibora koji ovdje nisu navedeni; sadržaj na CaO se kod njih kreće od 3,47—3,74%. Na serpentinskim kompleksima u istočnoj Bosni raste veliki broj biljnih vrsta, kojih nema na ostalim kompleksima u Bosni. Povećani sadržaj CaO je pored biljnogeografskih odnosa vjerovatno jedan od razloga za ovu pojavu.

## Pedološki podaci

Kakvo će se tlo razviti iz serpentinske podlage, u mnogome zavisi od klime koja vlada u dotičnim područjima. U humidnim krajevima umjerene zone kemijski sastav tla bitno se ne razlikuje od matične stijene, dok se u tropskim predjelima, na primjer, iz serpentina razvijaju lateriti. Kod ovih je magnezij skoro u potpunosti iščezao, dok se komponenta seskvioksida povećala, tako da se serpentinski lateriti u stvari ne razlikuju od onih koji su proizašli iz drugih matičnih stijena.

U našim se predjelima pedogenetski procesi odvijaju po prvome tipu, da su u nastalom tlima do izvjesne mjere zastupljene kemijske osobine matičnog supstrata.

Prilikom razvoja tla na serpentinima zapaženo je da se općenito sadržaj pojedinih elemenata povećava, što bi bilo povoljno kada bi se to povećanje odnosilo samo na hranljive elemente. Međutim, isto se tako povećava i sadržaj elemenata koji djeluju otrovno na biljke. Jedini izuzetak čini Mg, koji je u nastalom tlu redovno manje zastupljen negoli u matičnoj stijeni. Razlike između ovih vrijednosti dao je R. Pichi-Sermolli (1948). Po njemu one iznose kako slijedi:

Matična stijena	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO
Muttersubstrat:	38,7	0,58	3,19	7,26	trag	36,44
u nastalom tlu: im entstandenen						
Boden:	42,05	0,73	14,12		trag	32,39

Na osnovu analitičkih podataka raznih tipova tla iz Maoče na Krivaji (M. Čirić 1962) i matičnog supstrata (F. Trubelja 1959) ove razlike iznose kod uzoraka sa područja Konjuha kako slijedi:

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO
Matična stijena Muttersubstrat	40.8	2.9	2.66	5.66	3.4	37.6
Nastalo tlo: Im entwickelten Boden						
Ranker						
Rendzina auf Serpentin	52.8	8.0	18.0		4.3	15.2
Smeđe tlo Braunerde	51.6	5.3	15.4		3.4	21.2
Parapodsol parapodzol	61.0	6.5	15.2		1.2	9.7

Navedeni podaci predstavljaju srednje vrijednosti od nekoliko analiziranih uzoraka; ona iz matične stijene odnose se na srednje vrijednosti sa Konjuha (tabela VI). Podaci za smeđe tlo predstavljaju prosjek od pet, a za parapodzol od dva uzorka. Jedino za rankera postoje podaci od jednog jedinog, gore navedenog uzorka. Iz ovih vrijednosti proizlazi da se komponenta  $\text{SiO}_2$  povećava prilikom tvorbe tla, i to naročito kod deficitnog tipa. Količina aluminija i željeza takođe se povećala.  $\text{CaO}$  veća je samo kod rankera, što je vjerovatno nastalo pod uticajem biološke akumulacije, ukoliko se rezultati ovog jednog uzorka mogu upotpuniti. Jedino se  $\text{Mg}$  smanjio, i to najviše kod parapodzola.

Postepenim razvojem tla i stvaranjem humusa postaju i fizikalni uslovi na serpentinama znatno blaži. Podloga se manje zagrijava i ne podliježe više tako ekstremnim kolebanjima temperatura kao kod gole serpentinske stijene. Uporedo sa trošenjem stijene i obogaćivanjem podloge sitnom zemljom odvijaju se, međutim, i procesi ispiranja baza: tlo postaje sve kiselije. Pri tome je zanimljivo da se na podatke o ovoj pojavi mnogo češće nailazi u botaničkoj literaturi negoli u pedološkoj. Istraživačima biljnog pokrova na serpentinima palo je u oči da se acidofilni i bazifilni elementi često pojavljuju zajedno na jednom te istom staništu. Ova pojava zapažena je u Češkoj (K. Domin 1924). U Austriji naročito joj je posvetio pažnje L. Lämmermayer (1926), a u Švajcarskoj J. Braun-Blanquet i W. Lüdi (1928, 1937). Braun-Blanquet ističe da tvorbom tla na serpentinima nastaje rendzina, koja nosi, u suprotnosti od matičnog supstrata, acidofilni biljni pokrov. Pravilno objašnjenje za ovu pojavu dao je W. Lüdi. On izričito govori o brzom zakiseljavanju na rastrošenim serpentinima, koji se u daleko manjoj mjeri odupiru ispiranju baza od dolomita i vapnenca. On spominje da se pionirska vegetacija na ova tri supstrata bitno ne razlikuje, ali da na serpentinima brzo ustupa svoje mesto acidofilnoj vegetaciji klimaksa, dok se na podlogama bogatim vapnom održava beskrajno dugo.

Da serpentini lako podliježu opodzoljavanju, potvrđio je A. Stebut (1930) prilikom svojih ispitivanja u istočnoj Srbiji.

Tla na serpentinima iscrpno su istražena na Zlatiboru, gdje su ustanovljeni sljedeći tipovi tla: zabarena, tresetna i polutresetna tla pored potoka u dolinama, podzolasta u uvalama, po ravnom terenu ili na padinama blagog nagiba, zatim smeđa tla po strmim, prisojnim stranama i planinske crnice od 1.000 m pa na više (M. Živković 1952).

Po nekim određenim svojstvima, ova tla se razlikuju od istovjetnih tipova kada su se razvila na drugim podlogama, i to: po manjoj debljini profila i slabije izraženim morfološkim osobinama, po znatno većem sadržaju čestica stijena u cijelome profilu, kao i po većem sadržaju humusa. Sve su ove osobine uslovljene velikim dijelom disgeogenim svojstvom podloge, toplim i suhim uvjetima na serpentinima, te znatnom erozijom, kao posljedicama koje se odražavaju u

svim tipovima tala i po određenom stepenu naplavljivanja ili erodiranosti.

Nastali tipovi tala stoje u nazujoj vezi sa orografskim prilikama terena, te se mogu smatrati prvenstveno rezultatima podloge i reljefa, a naravno i klime. Iz ovoga razloga je prirodno da ćemo na serpentinskim kompleksima u Bosni nailaziti na iste tipove tala kao i na Zlatiboru. Koji će tipovi dominirati u pojedinim našim skupinama, u prvoj redu je funkcija reljefa. Na nalazištima u Bosni nedostaju jedino hidrogeni tipovi tala, pošto ovdje nedostaje i tip blago nagnutih širokih dolina u kojima se potoci prema ušćima sve više razlijevaju po prostranim obalama. U Bosni su ove tvorevine rijetke, kao što su rijetka i zabarena mjesta neznatnih prostranstava, na koja se mjestimično nailazi u uvalicama po brdima ili pored potoka.

U svrhu upoznavanja osobina podloge, a s time i uzroka za postojanje šarenila biljnog pokrova na serpentinu, skupljeni su uzorci tla iz svih biljnih zajednica na ovom supstratu. Analitički podaci, dobiveni laboratorijskim istraživanjima, prikazani su na tabelama broj VII—X. Ukoliko dubina slojeva nije posebno naznačena, uzorci potječu iz površinskih slojeva, i to kod skeletnih tala u ovisnosti o stepenu rastrošenosti podloge, od 0—10 pa do najviše 15 cm. Kod smedih tala, kao i kod serpentinskih rendzina, potječe od 0—20 cm, a najviše 30 cm dubine. U većim dubinama pokazala se uvijek ista slika: idući prema dubini, podloga postaje bogatija bazama, kiselost se smanjuje, a čestice matične stijene javljaju se u sve većoj količini. Ovo vrijedi i za podzolasta tla, samo što je kod njih profil razvijen u većoj debljinici.

### Skeletna tla

Najveće površine na serpentinima u Bosni svakako zauzimaju plitka skeletna, nerazvijena tla, i to naročito u trećoj i četvrtoj skupini nalazišta, koje pripadaju ujedno i najvećim kompleksima u Bosni. Ovome tipu pripadaju površine otvorenih sipara sa nevezanim, krupnjim i sitnjim detritusom stijena, koje naročito podliježu eroziji. Zatim skeletne padine koje su sastavljene od velikih, čvršće povezanih blokova stijena, koje se nalaze većinom pod vegetacijom crnog bora, te kamenjari, koji su većinom ogoličeni djelovanjem čovjeka i stoke. Oni su pokriveni niskom vegetacijom, najčešće majčinom dušicom, koja zaštićuje sitnu zemlju između kamenja od otpoplavljanja.

Fizikalno trošenje stijena na serpentinima odvija se prema G. Hiessleitneru (1951) naročito onda kada podloga nije zaštićena vegetacijom, te je izložena neposredno djelovanjem sunca i atmosferilijama. Onda su kolebanja temperatura između dana i noći posebno intenzivna, jer je zagrijavanje potpomognuto još tamnom bojom stijene. Mjereći u ljetnim danima temperature na površini stijena, ustanovila sam da one iznose 50 pa i 60° C. Jaka dezagregacija stijena doprinijela je pored riječne erozije, bez svake sumnje, u mnogo-

Tabela broj VII.

## ŠKELETTNA TLA — ŠKELETTTBÖDEŃ

Lokalitet	pH u H <sub>2</sub> O	n- K-Cl	S	T-S	T	Vu%/ v	Hu- mus u %	Sadržina čestica: u %			Teksturna oznaka
								> 2	2-0.2	0.2- 0.02	
Ozren, dolina Ja- drine	6.80	6.05	17.5	2.08	19.58	89.37	9.19	33.34	48.88	12.97	25.95
Ozren, Jazovac potok	6.80	6.00	27.5	1.24	28.74	95.68	1.86	n. o.	40.10	11.66	27.09
Višegrad, Džermanica	7.00	5.90	25.7	0.85	26.55	96.79	5.62	42.03	39.64	41.62	11.06
Stipin Han Krivača	7.40	6.60	26.3	1.69	27.99	93.96	5.48	n. o.	24.56	40.05	19.68
Macča sipar	7.10	6.20	31.4	1.24	32.64	96.20	11.22	n. o.	28.10	21.28	29.37

gim predjelima stvaranju karakterističnog reljefa na serpentinu, koji se odlikuje oštrim grebenima i uskim, duboko usječenim dolinama sa strmim padinama.

Neki podaci o fizičkim i kemijskim osobinama ovih tala navedeni su u tabeli broj VII. Uzorak iz doline Jadrine potječe sa skeletne padine na kojoj se pored manjih grupa stijena nalazi sitno rastrošena zemlja. Ogoljeli supstrati na Ozrenu općento su vrlo rijetki. Uzorak iz Jazovac potoka potječe od sekundarnog ogoljelog matičnog supstrata malih razmjera. Pošto se ovaj predio nalazi na rubu ozrenskog kompleksa prema Sprečkom polju, a stijena se raspada u listoliki, pločasti detritus, radi se po svoj prilici o jače serpentiniziranoj stijeni. Uzorak sa Džermanice kod Višegrada potječe sa padine pokriveno grubim detritisom tamno obojene stijene. Razlika prema gore opisanim uzorcima ogleda se u većem stepenu zasićenosti bazama adsorpcijskog kompleksa tla, što je u skladu sa manjim stepenom rastrošenosti podlage. Ovo svojstvo proizlazi više na manjem sadržaju čestica sa promjerom ispod 0,002 mm (tj. koloidne gline) negoli na sadržaju krupnih čestica pjesaka, kojih ima čak i više kod prva dva uzorka. Uzorak iz Stipina Hana na Krivajama potječe sa vrlo skeletne padine, obrasle rijetkom sastojinom crnog bora. U sloju niskog rašča dominiraju gramineje i zeljaste biljke. Sastojine ovog tipa redovito su razvijene na strmim, jugu izloženim padinama. Između grubog detritusa i većih blokova stijena nalazi se dosta sitne zemlje, te je i razvoj vegetacije dalje odmakao.

Kod svih navedenih uzoraka sa skeletnih tala može se primijetiti početak ispiranja baza, proces koji se prema tome odvija od samog početka trošenja matične stijene. Ovo se ne može zapaziti kod dolomita, kada se ovaj nalazi u istovjetnome stadiju trošenja, pa čak ni kasnije.

Uzorak iz Maoče na Krivajama uzet je sa sipara, koji pokriva najveći dio padine brda. Površinski dio matičnog supstrata jako je rubrifiran i izgleda da se tla takve prirode brže raspadaju u sitnu zemlju, tj. u čestice ispod 2 mm promjera. Nakon odstranjivanja grubog, skeletnog dijela nailazi se stvarno na znatno veći udio sitno dispergiranog tla nego što je to slučaj kod nerubrifiranih, ogoljelih profila.

Prema Hiessleitneru (1. c.) odvija se kemijsko trošenje na serpentinima hidratacijom i oksidacijom. Dvovaljano željezo prelazi u blizini površine u trovaljano, tj. u hidratisani željezni oksid svijetlosmeđe do crvenkaste boje, koje trošenjem prelazi u tla odgovarajuće boje. Na taj način nastaju plitka, smeđa tla.

### Smeđa, šumska tla

Smeđa, šumska tla pripadaju gajnjaca, tj. grupi tala sa A—(B)—C profilom unutar koje tip na serpentinu zauzima posebno mjesto budući da se u ekološkom pogledu razlikuje od drugih tala ove grupe (Ćirić 1962 b). Smeđa tla su plitka do srednje duboka i u cijelome se profilu javljaju čestice matične stijene. Kod plitkih tala koja su još u neposrednom dodiru sa podlogom, reakcija je neutralna ili

Tabela broj VIII.

## SMEĐA ŠUMSKA ŠLA — BRÄUNE WALDBÖDEN

Lokalitet	pH u H <sub>2</sub> O	n- K-CL	S	T-S	T	Vu%/ %	Hu- mus u %	Sadržina čestica tla			Teksturna oznaka
								2-0.2	0.2- 0.02	<0.002	
Maoča, Rujiše	7.00	6.30	37.7	0.78	38.48	97.97	11.83	34.39	29.21	26.67	9.73
Maoča, Potentillo albae Quercetum	7.10	6.00	28.8	1.82	30.62	94.05	9.60	19.42	30.38	30.16	20.04
Zepče, Ograjni potok, Pot. albae Quercetum	6.71	5.85	17.5	3.45	20.95	83.41	12.38	40.78	11.83	35.09	12.30
Teslić, Dolovi, Potentillo albae Quercetum	6.32	5.39	21.0	4.75	25.75	81.55	9.90	46.21	10.81	20.34	22.64
Ozren, Bojište, Potentillo albae Quercetum	6.00	5.10	17.5	5.85	23.35	74.96	13.65	4.20	47.88	24.74	23.18
Teslić, Crna Rijeka, Erico Quaretum	5.25	4.10	15.0	7.8	22.80	65.78	6.28	33.42	8.86	35.27	22.45

Tabela broj IX.

## PODZOLASTA TLA PODSOLIERTE BÖDEN

Lokalitet	pH u		S	T-S	T	Vu%	Hu-mus u %	Sadržina čestica u % 2-0.2	0.2- 0.02	0.02- 0.002	<0.00; Teksturna oznaka
	H <sub>2</sub> O	n-K-CL									
Ozren, Gradišnik, vri- ština 0-10 cm	5.02	4.00	5.0	6.5	11.50	43.48	5.79	13.78	18.47	45.80	21.95 praškasta ilovača
—..— 10-15 cm	5.00	3.87	5.7	7.0	12.70	44.88	3.07	10.14	19.55	49.36	20.95 praškasta ilovača
Ozren, Kravavac Fage- tum montanum	5.76	4.93	12.2	7.22	22.42	54.41	9.28	16.92	22.75	44.00	16.33 praškasta ilovača
Orlovič, Žepče Quer- ceto callunetum	5.40	4.80	6.5	6.24	12.74	51.02	6.12	3.12	31.38	51.04	14.46 praškasta ilovača
Ozren, Gostilj Gent- sto-callunetum	5.70	4.50	7.9	4.29	12.19	64.81	6.36	4.46	27.29	51.42	16.83 praškasta ilovača
Rudo, Sirova Glava, Fagetum montanum	5.80	4.60	9.2	8.32	17.52	52.51	8.06	4.09	47.50	39.32	9.09 ilovača
Careva Cuprija-Kri- vata, Fagetum mon- tanum	4.60	3.60	4.3	18.33	22.63	19.00	12.74	5.70	39.30	31.37	23.63 ilovača

slabo kisela, kao što je i stepen zasićenosti bazama dosta visok. Analitički podaci sa uzoraka ovog tipa proizlaze iz tabele broj VIII. Na našim kompleksima ona su vrlo rasprostranjena, naročito u istočnoj Bosni. U većini slučajeva obrasla su hrastom kitnjakom kržljavog, slabog razvoja, a njega na ovoj podlozi često prati ruj, *Cotinus coggygria*.

Daljim razvojem tla, kao i nagomilavanjem humusa, prvobitna se svojstva postepeno mijenjaju. Ovaj razvoj može se pratiti i na vrijednostima naših uzoraka u spomenutoj tabeli, a daljim ispiranjem baza nastaje deficitni tip tla.

#### Podzolasta tla

Na dubljim profilima koji se nalaze na blago nagnutim padinama ili ravnijim terenima, gdje se tlo nagomilalo erozijom ili se moglo nesmetano razvijati, primjećuje se već po sastavu flore da je na njima došlo do zakiseljavanja. Na staništima takve prirode iščezle su sve osobitosti, tipične za biljni pokrov na serpentinima. Njihovo mjesto zauzimaju acidofilne zajednice redovitog florističkog sastava. U tabeli broj IX navedeni su analitički podaci sa podzolastih tala. Odmakli proces zakiseljavanja proizlazi iz podataka pH vrijednosti, kao i iz opadanja stepena zasićenosti bazama adsorpcijskog kompleksa. Boja podzolastih tala u površinskom sloju većinom je svjetlosiva ili blijedožuta (oker).

Na podnožju brda, zahvaljujući eroziji, podzolasta tla su dostigla prilične dubine, ali po blažim padinama ona su takođe plitka. Već u dubini od 30-40 cm smanjuje se kiselost i povećava se sadržaj na bazama, uporedno sa sve većom pojmom detritusa matične stijene u dubini.

Vegetacijski pokrov sastoji se od bukovih šuma ili vriština. Iščezavanjem bukve sa ovih mjeseta razvijaju se vrištine. Na mnogim kompleksima, naročito na onima iz prve skupine, zajednice *Genisto-Callunetum croaticum* proizlaze neposredno iz rijetkih sastojina hrastove šume, u kojima je biljka *Calluna vulgaris* već bila dominantno zastupljena u sloju niskog rašča.

#### Crnice

Humusne crnice javljaju se na Zlatiboru iznad 1.000 m nadmorske visine, zbog čega su тамо bile pribrojane planinskim crnicama. Na području Bosne ustanovljene su i u nižim predjelima (500—700 m) kao primarni razvojni stadij na serpentinima (Ćirić M. 1961). Prema najnovijoj literaturi pribrajuju se humusnim silikatnim tlima (ranker) odnosno serpentinskim rendzinama (Pelišek J. — V. Novak 1940). Tako ih je nazvao i Branu-Blanquet (1928).

Postanak ovih tala vezan je prvenstveno za kserofilne sastojine trave koje se razvijaju pod suhim i toplim uvjetima. Mikrobiološka aktivnost je zato smanjena, zbog čega dolazi do nagomilavanja humusa. Ova tla su takođe plitka i često ne prelaze debljinu korijenovog

Tabela broj X. HUMUSNA SILIKAATNA TLA (RANKER) HUMUSSLIKATBÖDEN — RENDZINEN AUF SERPENTIN

Lokalitet	pH u			S	T-S	T	Vu%	Hu-mus u %	Sadržina čestica u %			Teksturna oznaka
	H <sub>2</sub> O	n-K-CL							2-0.2	0.2-	<0.02	
Ozren, Jajačko brdo, Pterideto Pinetum	6.00	5.00	12.60	4.31	16.91	74.51	10.92	1.66	60.53	24.87	12.94	pjeskovita ilovača
Careva Čuprija, Fa-getum abietetosum	6.70	5.60	33.0	4.23	37.23	88.63	15.52	6.40	46.54	23.00	24.06	ilovača
Žepče, dolina Ljubne, Pinetum silvestris-nigrae typicum	6.50	5.90	29.2	3.25	35.41	23.83	12.47	12.02	39.15	34.42	14.37	ilovača
Ozren, Brezici Pine-tum silvestris-nigrae	6.00	5.20	16.5	4.62	21.12	78.13	7.09	13.27	28.03	46.90	11.80	ilovača
Rudo, Varda Pinetum silvestris-nigrae	6.20	4.90	27.6	7.48	35.08	78.68	15.15	20.55	37.74	30.78	10.93	ilovača
Ozren, Bojište Pine-tum silv. nigrae typicum	6.10	5.20	21.0	5.85	26.85	78.21	15.44	24.80	36.71	24.55	13.94	pjeskovita ilovaca
Maoča-Krivaja Pine-tum silv. n. seslerie-tosum rigidae	7.20	5.50	32.8	2.47	35.27	93.00	14.01	23.71	51.10	17.95	7.24	pjeskovita ilovaca

sloja zeljaste vegetacije. Odstranjivanjem busenja trava odstranjuje se često cijeli humusni sloj od jedno 20 cm debljine. Takav je sloj gusto isprepleten žilama, a skeletna podloga serpentina dolazi na vidjelo. U višim položajima ove crnice dostižu i veću debljinu od 20—30 cm i više, ali i u ovome sloju često su zastupljene čestice serpentina.

Analitički podaci dobiveni od uzoraka nekih naših crnica prikazani su na tabeli broj X. Razlike koje proizlaze pri upoređivanju naših podataka sa onim od zlatiborskih crnica odnose se, u stvari, samo na frakciju čestica sa promjerom od 2—0,2 mm kod granulometrijskog sastava, koja je kod naših uzoraka često znatno veća. Do ovih razlika došlo je vjerovtno zbog toga što pedolozi odabiraju tipično razvijena tla za svoja proučavanja, dok je za ekološke svrhe potrebno upoznati tlo kao podlogu za biljni svijet bez obzira na dostignuti stepen u pedogenetskom razvoju.

Kod ovih crnica je ustanovljeno da je biološkom akumulacijom u humusnom sloju došlo do znatnog obogaćivanja adsorpcijskog kompleksa sa Ca-ionom, te da je odnos Ca: Mg daleko povoljniji nego u svim drugim tlima na serpentinu. Kod drugih tipova tala takođe je zapažena ova pojava, ali ni u jednom od njih nije tako izrazita kao kod crnica.

Prema analitičkim podacima sa Zlatibora zastupljen je Ca-ion u humusnom sloju čak u većoj mjeri od magnezijevog, što međutim, nije slučaj kod istog tipa zemljišta u Bosni sa područja Krivaje.

Vrlo je vjerovatno da je do ovog većeg obogaćivanja kalcijem došlo zbog većeg sadržaja ovog elementa u matičnoj stijeni (tabela broj VI).

Primjera radi navedene su pojedine vrijednosti spomenutih analiza, od kojih prve četiri potječu sa Zlatibora, a peta od jednog uzorka iz Maoče (prema Čiriću, 1962).

#### Adsorbovane baze u mg/ekv.:

Ca	Mg	Odnos Ca : Mg
13,31	13,00	1,02
16,37	13,42	1,22
25,25	9,16	2,72
11,06	14,87	0,74
4,6	15,1	0,30

#### Raspored tala

Budući da su tipovi tla na serpentinu prvenstveno uvjetovani orografskim prilikama samog terena, to će i u pojedinim skupinama serpentinskih nalazišta u Bosni biti pretežno zastupljeni oni tipovi tala, koji se mogu očekivati na osnovu dotičnog reljefa, što je i razumljivo, jer je spomenuta podjela bila upravo izvršena na osnovu morfoloških osobina pojedinih kompleksa.

U prvoj skupini serpentinske zone koja leži u blago valovitom terenu sjeverne Bosne, dominiraju podzolasta tla. U ovim je predjelima i zajednica *Genisto-Callunetum croaticum* najčešće zastupljena. U drugoj skupini prelaznog tipa, kojemu pripadaju Borje planina i Ozren, nailazimo pretežno na smeda tla. Proces zakiseljavanja je kod njih, međutim, dalje odmakao, što se vidi po blijedim bojama u površinskom sloju kao i po vegetaciji, koja je u mnogim predjelima još izrazito acidofilna. U trećoj skupini serpentinskih nalazišta parapodzolasta tla su postala rijetka. Smeda tla intenzivnije su obojena, grubljeni su mehaničkog sastava i znatno plića. Ogoljeli površine zauzimaju velika prostranstva, kao što su i humusna silikatna tla vrlo česta.

U četvrtoj skupini dominiraju ogoljeli površine. Samo se one ponešto razlikuju od onih u prethodnim skupinama. Padine se sastoje od krupnih blokova kamenja, manjeg su nagiba te se čini kao da je erozija bila manje izrazita u prošlosti nego kod treće skupine. Ona kao da je tek u novije vrijeme, devastacijom šuma uzela više maha. Nerubrificiranih, tamno obojenih stijena ovdje gotovo nema, zbog čega se najčešće nailazi na žuto do crvenkasto obojeno tlo. Ovo vrijedi za okolinu Rudog, za gole padine Varde i za cijelo područje istočno od Bijelog Brda do rijeke Uvca na granici prema Srbiji. Ostaci vegetacije sastoje se većinom od hrastove šume, koje tu često prati ruj. Mnoge padine obrasle su isključivo ovim grmom koji ih pokriva svojim jednoličnim i monotonim sastojinama do samog podnožja.

## F L O R A

### RAŠČLANJENJE FLORE NA SERPENTINSKIM KOMPLEKSIMA

#### *Broj vrsta i porodica*

Prilikom određivanja broja biljnih vrsta koje su ustanovljene na serpentinskim kompleksima nailazimo na izvjesne poteškoće. One nastaju zbog toga što pri tom određivanju treba uzimati u obzir samo one vrste koje su značajne za serpentinsku podlogu, odnosno one čija je nazočnost uvjetovana tom podlogom. Samo bi se tada moglo govoriti o serpentinskoj flori u pravom smislu riječi.

Na serpentinima, kao uostalom i na svim drugim podlogama koje pripadaju ekstremnim staništima, osobitosti flore dolaze do izražaja samo na golom supstratu, na stijenama ili na grubo rastrošenom, skeletnom detritusu, tj. na supstratima na kojima osobine matične stijene mogu neposredno utjecati na biljni svijet. Razvojem vegetacije i nagomilavanjem humusa, što se sve odvija usporedo, veza se sa matičnim supstratom sve više gubi, životni uvjeti postaju blaži i povoljniji. Postepeno se naseljavaju mezofilne vrste koje vremenom u potpunosti potisnu prvotnu, pionirsку vegetaciju. Time nestaju i

serpentinofiti, serpentinomorfoze, kao i sve osobitosti vegetacije koja je svojstvena serpentinima. Ove su još samo zastupljene u kserofilnim šumama, kao, na primjer, u sastojinama crnog bora i u hrastovim šumama rijetkog sklopa, a koje su razvijene na kamenom tlu, zbog čega, u stvari, i one pripadaju pionirskoj vegetaciji ogoljelog supstrata.

Mezofilne su šume, razvijene na serpentinskim nalazištima, srednjoevropskog tipa. One su predstavljene zajednicama reda *Fagetalia*, i to šumom hrasta kitnjaka i običnog graba, brdskom bukovom šumom i šumom bukve i jеле. Posljednjim se sastojinama na odgovarajućim mjestima pridružuje ponekad i smrča. Uspoređivanjem ovih sastojina s istovjetnim tipovima šuma na drugim podlogama uočavamo da postoje određene razlike u sastavu biljnog pokrova koji je tipičan i za jednu i za drugu podlogu, o čemu će biti govora u vegetacijskom dijelu. Ove se razlike više ogledaju u nedostatku ili dominiranju pojedinih vrsta, a ne u postojanju svojti koje su u bilo kojem stepenu vezane za serpentinsku podlogu.

Iako kod mezofilnog tipa vegetacije više ne postoje osobitosti serpentinske flore, ipak smo za određivanje broja biljnih vrsta kao i drugih analitičkih podataka uzeli u obzir i one vrste koje ulaze u sastav skupina mezofilne vegetacije. Ali se pri tome ukazala potreba da se izvrši podjela ovih vrsta u dvije velike skupine, i to u one koje se javljaju na golom matičnom supstratu, i u skupinu zastupljenu na razvijenom, humusom bogatom tlu. U protivnom, ne bi se dobila vjerna slika o karakteristici serpentinske flore, što posebno vrijedi za podatke dobivene pri daljnjoj njenoj analizi, tj. kod određivanja životnih oblika, biljnogeografskih odnosa itd.

Ove su dvije glavne skupine još i dalje razvrstane u niže kategorije, i to u skupinu na golom matičnom supstratu na vrste koje su u većoj ili manjoj mjeri vezane za serpentin i u indiferentne vrste koje se u jednakoj mjeri javljaju i na drugim supstratima. Skupina mezofilnih biljaka razvrstana je, dalje, prema potrebi na skupinu vrsta zastupljenu u mezofilnim šumama i na skupinu koja naseljava otvorenu zajednicu *Genisto-Callunetum croaticum*. Prvoj skupini pripadaju, prema tome, stanovnici stijena i kamenjara, ali i pratioci borovih šuma, a jednim dijelom i hrastovih sastojina ukoliko su one razvijene na skeletnom tlu.

Skupina manje važnih vrsta obuhvaćena je kategorijom »slučajnih vrsta«. One su bez važnosti za floru serpentina, te se na ovoj podlozi javljaju samo iznimno i rijetko. Većinom su ograničene na jedan jedini ili na manji broj kompleksa. Ove vrste, samo po sebi, nisu značajne za serpentinsku floru, ali one ipak dolaze do izražaja u florističkom sastavu dotičnih područja, zbog čega su obuhvaćene samo brojčano. Međutim, one nisu uzete u obzir za obradu daljih analitičkih podataka. U ovu su skupinu uvrštene, na primjer, *Euphorbia*

*exigua*, *Anemone hepatica*, *Reseda phyteuma*, *Sambucus ebulus*, *Eupatorium cannabinum*, *Capsella bursa pastoris*, *Trifolium rubens*, *Helleborus odorus* itd. Njihov broj iznosi ukupno 173. vrste.

Pri određivanju biljnih vrsta na serpentinskim kompleksima nije uzeto u obzir nekih 60 vrsta. Pojava tih vrsta je uslovljena očito nekim drugim faktorima, kao što je to slučaj kod biljaka koje prate čovjeka i stoku, ili kod vodene vegetacije. Ove vrste su većinom ograničene na pojedine komplekse. Tako nisu bili unijeti u popis vrsta korovi, kao, na primjer, *Ranunculus sardous*, *Aristolochia clematitis*, zatim neke vrste na aluvijalnim nanosima koje često potječu iz drugih, neserpentinskih područja kao, na primjer, *Euphorbia villosa*, *E. salicifolia*, nadalje, na primjer, *Bellis perennis* i *Poa annua*, koje se pojavljuju u šumama kao posljedica ispaše, ili *Malva neglecta* i *Chenopodium bonus Henricus* po plandištima, zatim *Urtica dioica* i *Chelidonium majus* koji se pojavljuju oko ljudskih naselja, te neke vrste pored potoka i rijeka ili u zamočvarenim predjelima, kao *Epilobium roseum*, *E. hirsutum*, *Galega officinalis*, *Ranunculus repens*, *Blysmus compressus*, *Gentiana pneumonanthe* i druge.

Teže je bilo odrediti koje bi od rijetkih biljaka trebalo uzeti u obzir, jer su neke, iako vrlo rijetke na serpentinitima, iz drugih nekih razloga značajne, kao, na primjer, *Acer monspessulanum*, *Aristolochia rotunda*, *Oryzopsis miliacea*, *Polygonatum majus*, *Ruscus aculeatus*, koje su značajne kao indikatori kserotermnih prilika na serpentinitima. Neke su opet vrste rijetki elementi u šumama, kao, na primjer, *Daphne laureola*, *Ruscus hypoglossum*, *Ilex aquifolium*, ali su značajne kao indikatori klimatskih prilika u dotičnim sastojinama. S druge strane, ove su vrste isto tako rijetke i u šumama na vapnenčima. Neke su opet vrste važne kao relikti u šumskim sastojinama, kao *Betula pubescens* i *Goodyera repens*. Iz spomenutih razloga većina je ovih rijetkih elemenata uzeta u obzir pri daljoj analizi flore. Kao što je već rečeno, uvijek će se uzeti o obzir i mezofilne sastojine, i to one od zajednica šume hrasta kitnjaka i običnog graba do mijesane šume bukve i jele, odnosno do vriština i bujadnica. te će se uspoređivati podaci dobiveni sa golog matičnog supstrata s onima iz mezofilnih tipova šuma, jer upravo prilikom uspoređivanja ovih vrijednosti zapažaju se jasno sva karakteristična obilježja pri razvoju vegetacije.

S izuzetkom vrsta koje očito nisu povezane sa prirodnom podlogom, ustanovili smo na području Bosne na serpentinskim nalazištima ukupno 583 vrste. Njih smo uvrstili u kategorije, prikazane u niže navedenoj tabeli.

Tabela broj XI

		Broj vrsta	Broj vrsta u %	Odnos ukupnog broja vrsta u %	
		Artenzahl	Artenzahl in %	Verhältnis der gesamten Artenzahl in %	
Vrste na golum matičnom supstratu Arten auf Rohboden	Vrste koje su vezane za serpentin An Serpentin gebundene Arten	37	13.03	9.02	
	Indiferentne vrste Indifferente Arten	247	86.97	60.25	69.27
Ukupno Insgesamt		284	100%		
Vrste na razvijenom tlu Arten auf entwickelten Boden	Vrste u mezo-filnim šumama Arten der mesophilen Wälder	104	82.54	25.37	
	vrste na vrištinama Arten in den Heiden	22	17.46	5.36	30.73
Ukupno Insgesamt		126	100%	100%	
Slučajne vrste Zufällige Arten		173			

Kada uporedimo odnos svih vrsta koje rastu na serpentinima u Bosni, onda vidimo da je bogatstvo vrsta daleko veće na skeletnom supstratu nego na razvijenom tlu, iako su тамо životni uvjeti povoljniji. Njihov odnos iznosi okruglo 70% : 30%. Broj vrsta koji je u manjoj ili većoj mjeri vezan za serpentin, iznosi okruglo 10%, dok najveći broj ipak pripada indiferentnim vrstama sa 60%.

Pitanjem brojčanog odnosa među biljnim porodicama koje nasejavaju serpentine bavio se naročito O. Rune. On je istakao da su u zemljama sjeverne Evrope najbrojnije zastupani predstavnici porodice *Caryophyllaceae*, što je i slučaj u serpentinskim oblastima istoč-

ne Kanade. U centralnoj i južnoj Evropi važnost porodice *Caryophyllaceae* zaostaje znatno iza porodica *Papilionaceae* i *Compositae*. Njihovi rodovi i vrste imaju glavni udio u florističkom sastavu na serpentinima.

Pri određivanju porodica kojima pripadaju biljne vrste na serpentinima u Bosni, ove su takođe prikazane odvojeno u odnosu na vrste koje naseljavaju goli matični supstrat i razvijeno tlo. Prema tome, brojčano stanje porodica iznosi:

*Na golom matičnom supstratu:*

Sve vrste koje su značajne za ogoljeli supstrat pripadaju 41 porodici. Od toga je najbrojnije zastupljeno pet porodica i to

1) <i>Compositae</i>	zastupljene sa 45 vrsta ili 16,25%
2) <i>Caryophyllaceae</i>	zastupljene sa 27 vrsta ili 9,75%
3) <i>Papilionaceae</i>	zastupljene sa 23 vrste ili 8,30%
4) <i>Scrophulariaceae</i>	zastupljene sa 22 vrste ili 7,94%
5) <i>Gramineae</i>	zastupljene sa 21 vrsta ili 7,58%

Sa 3—5% zastupljeno je sedam porodica, i to (sve porodice nabrojane su uvijek prema procentualnoj vrijednosti njihove zastupljenosti): *Cruciferae* sa 5%, *Rosaceae* sa 4,69%. Sa 1—2% vrsta zastupljeno je šest porodica, i to *Crassulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Rubiaceae*, *Campanulaceae*, *Cyperaceae* i *Polygonaceae*, a sa ispod 1% zastupljene su 23 porodice.

Prema tome, za područje Bosne pokazalo se da su u njemu *Compositae* stvarno najbrojnije zastupljene, dok *Caryophyllaceae* zauzimaju odmah drugo mjesto, iako na terenu fizionomski ne dolaze tako do izražaja. *Papilionaceae* su tek na trećem mjestu. *Gramineae* i *Scrophulariaceae* skoro su u jednakoj mjeri zastupljene kao i *Papilionaceae*. Ostale porodice, s izuzetkom porodica *Cruciferae* i *Rosaceae* javljaju se u znatno manjoj mjeri. Najveći broj vrsta koje su vezane za serpentin i na kojima se javlja najveći broj serpentinomorfoza, ne pripada, međutim, kompozitama, već ovdje, kao i na dalekom sjeveru, porodici *Caryophyllaceae* (sa 5 vrsta manje ili više vezanih za supstrat i sa četiri serpentinomorfoza). Drugo mjesto pripada porodici *Scrophulariaceae*, također sa pet vrsta manje ili više vezanih za serpentin i sa tri serpentinomorfoze. Zatim slijede *Rosaceae* sa četiri stalne vrste i sa dvije serpentinomorfoze. Po tri stalne vrste javljaju se u porodicama *Cruciferae*, *Compositae*, *Papilionaceae* i *Polyplodiaceae*. *Polygonaceae* i *Cistaceae* imaju po jednog serpentinofita, iako su po zastupljenosti na zadnjem mjestu.

Odnos rodova unutar najbrojnijih porodica:

- 1) *Compositae* su zastupane sa 26 rodova, od kojih je rod *Centaura* sa šest vrsta najbrojniji. Zatim slijedi *Hieracium* sa četiri;

- 2) Caryophyllaceae imaju 17 rodova: najbronije su vrste roda *Silene* (osam vrsta), rod *Dianthus* je zastupan sa četiri.
- 3) Papilionaceae: od 11 rodova najbrojnije je *Trifolium* sa šest vrsta i *Cytisus* sa četiri.
- 4) Scrophulariaceae imaju ukupno deset rodova od kojih je najbrojniji *Verbascum* sa šest vrsta.
- 5) Gramineae. Od 13 rodova najbrojnija je *Festuca* sa šest vrsta. Rodovi ostalih porodica javljaju se najviše sa jednom do tri vrste.

#### *Brojčano stanje porodica i rodova u sastojinama mezofilnih šuma*

Vrste koje su značajne za mezofilne šume na serpentinskim kompleksima, kao i za vrištine što nastaju nakon potiskivanja šuma na podzolastim terenima, ubrajaju se ukupno u 44 porodice. Prema broju vrsta koje im pripadaju najbogatije su slijedeće porodice:

1) Gramineae	imaju 15 vrsta ili 10,79%
2) Compositae	imaju 12 vrsta ili 8,63%
3) Rosaceae	imaju 10 vrsta ili 7,19%
4) Papilionaceae	imaju 7 vrsta ili 5,04%
5) Umbelliferae	imaju 7 vrsta ili 5,04%

Samo tri porodice imaju 3—5% vrsta, i to Scrophulariaceae, Polypodiaceae i Rubiaceae, od 1—3% svega 21 porodica, a ispod 1% ukupno 15 porodica.

Upoređujući ovo stanje s onim na skeletnoj podlozi, pada prije svega u oči da su Gramineae, koje su bile na zadnjem mjestu, došle na prvo. Odmah iza njih, na drugo mjesto dolaze Compositae, iako je njihov procentualni iznos za polovinu manje nego što je bio na matičnom supstratu. Udio porodice Papilionaceae, odnosno njena važnost u ukupnom sastavu flore, još se najmanje izmijenio, iako je i kod nje procentualni iznos opao za 3%. Udio porodica Rosaceae i Umbelliferae znatno je porastao pod mezofilnim prilikama: one su zauzele mjesto porodica Scrophulariaceae i Caryophyllaceae, od kojih je naročito posljednja porodica potisnuta sasvim u pozadinu, tako da je potpuno izgubila značenje koje je imala u pionirskoj vegetaciji. Sa sigurnošću se može predpostaviti da se ovo ima pripisati posebnim fiziološkim osobinama koje su ustanovljene u novije vrijeme kod ove porodice. Radovi H. Kinzela i njegovih prethodnika, u prvome redu Iljina, dokazali su da predstavnici ove porodice pripadaju kalcifobnim biljkama, tj. da mogu doduše uspijevati i na vapnenom tlu, ali da im je Ca potreban u vrlo malim količinama. U staničnom soku ovih biljaka nalazi se oksalna kiselina ili soli ove kiseline, i kada kalcij dospije u ove biljke, on se čak staloži u njihovom staničnom soku (H. Kinzel 1963).

Odnos rodova unutar najbrojnije zastupanih porodica u mezofilnim šumama jeste slijedeći:

- 1) *Gramineae* su zastupane sa 12 rodova, od kojih samo *Festuca*, *Melica* i *Poa* imaju po dvije vrste.
- 2) *Compositae*. Od deset rodova imaju *Hieracium* i *Carlina* po dvije vrste.
- 3) *Rosaceae*: od devet rodova zastupan je samo *Sorbus* sa dvije vrste.
- 4) *Papilionaceae*. Od dva roda zastupan je *Lathyrus* sa četiri i *Genista* sa dvije vrste.
- 5) *Umbelliferae* su zastupane sa pet rodova, od kojih je samo *Peucedanum* predstavljen sa tri vrste.

Upoređujući ove odnose u pogledu brojčane zastupanosti porodica i vrsta, pada u oči da su porodice *Caryophyllaceae* i *Scrophulariaceae*, kojima pripadaju pretežno kserofilne vrste, ustupile svoje mjesto porodicama koje sadrže uglavnom vrste sa mezofilnim zahtjevima, da su *Gramineae* došle na prvo mjesto, i to na osnovu mezofilnih vrsta trava, dok su kserofilni predstavnici — vrste roda *Festuca* — znatno opali. Isto tako potisnuti su kod *Compositae* kserofilni predstavnici iz roda *Centaurea*. Jedino se iz povećane zastupljenosti porodica *Umbelliferae* ne bi ništa moglo zaključiti, budući da su one pretežno stanovnici suhih staništa.

**Tabela broj XII**

Porodice Familien	Na golom sup-stratu		U mezofilnim šumama In mesophilen Wäldern		Vrste u % Arten in %			
	Auf Rohboden		vrste Arten	rodovi Gattun- gen	vrste Arten	rodovi Gattun- gen	na golom supstra- tu Auf Roh- boden	u mezo- filn. šum. in meso- philien Wäldern
	vrste Arten	rodovi Gattun- gen						
<i>Compositae</i>	45	26			12	10	16.25	8.63
<i>Caryophyllaceae</i>	27		17		2	2	9.75	1.43
<i>Papilionaceae</i>	23		11		7	2	8.30	5.04
<i>Scrophulariaceae</i>	22		10		6	3	7.94	4.32
<i>Gramineae</i>	21		13		15	12	7.58	10.79
<i>Rosaceae</i>	13		5		10	9	4.69	7.19
<i>Umbelliferae</i>	9		7		7	5	3.25	5.04

Prema rečenom proizlazi, da na golum serpentinima postoji veća količina vrsta kao i veće kolebanje brojčanog stanja vrsta unutar porodice. Ovi su odnosi više izjednačeni kod mezofilnih šuma, ali ukupni je broj porodica kod njih nešto veći: 44 porodice naprava 41 kod skeletnih tala. Spomenuti odnosi rodova i vrsta kod brojčano najjače zastupljenih rodova prikazan je u tabeli broj XII na pregleđan način.

### ŽIVOTNI SPEKTAR

Kako je poznato, životni se uslovi na pojedinim staništima ogledaju u životnom spektru biljnih vrsta koje se na njima nalaze. Zbog toga je u svrhu dobivanja boljeg uvida u prilike na serpentinskim kompleksima i prikazan spomenuti spektar u niže navedenoj tabeli. U njemu su obuhvaćene, kao i do sada, sve vrste koje su značajne za dotočne tipove vegetacije na serpentinima.

Tabela broj XIII

	P	CH	H	G	T
Vrste na golum tlu Arten auf Rohboden	3.06	18.72	52.28	8.16	17.34
Vrste u mezofilnim šumama Arten in mesophilen Wäldern	20.25	11.39	55.70	8.86	3.80
Vrste na vrištinama Arten in den Heiden	—	23.80	61.90	—	14.28

Iz ovog spektra proizlazi da je udio hemikriptofita najveći kod svih tipova vegetacije, ali se ipak jasno vidi njihov porast prema mezofilijim, tj. izjednačenijim uvjetima života. Uporedo s tim primjećuje se znatno opadanje hamefita kao predstavnika vrsta koje su prilagođene nepovoljnim i vrlo kolebljivim prilikama. Odnos geofita na golum supstratu prema onim u mezofilnim šumama prilično je jednak, i to zahvaljujući srazmjerno velikom broju rizomatnih geofita u listopadnim šumama. Broj terofita znatno opada prema šumama mezofilnog tipa, dok na otvorenim sastojinama postaje ponovo veći.

Prema tipovima unutar pojedinih životnih oblika, na koje se oni dalje mogu raščlaniti, zastupani su od hemikriptofita pretežno *hemikryptophyta scaposa*, i to kod svih vegetacijskih grupa; na drugom mjestu nalaze se *hemikryptophyta rosulata*, dok su *hemikryptophyta laxa* na trećem mjestu. Od hamefita najčešća su *chamaephyta suffrutescentia*, i to u pionirskoj vegetaciji kao i kod mezofilnih šuma, dok su *chamaephyta succulenta* samo kod pionirske vegetacije zastupane u većem broju.

## BILJNOGEOGRAFSKI ODNOŠI

Za utvrđivanje biljnogeografskih odnosa serpentinske flore, od čega se do izvjesne mjeru može očekivati rješavanje problema njezinog porijekla, poslužila sam se podjelom flornih područja prema Oberdorferu (E. Oberdorfer 1962). Ta je podjela mnogo jednostavnija, a time i preglednija od one prema Meuselu te je i prema načinu raščlanjivanja biljnih elemenata prikladnija za prilike na serpentinima.

Oberdorfer je uvrstio pojedine biljne vrste na osnovu težišta njihove rasprostranjenosti u prirodna vegetacijska područja. Na taj način dolaze do izvjesne mjeru i ekološki zahtjevi pojedinih elemenata do izražaja. Pojedinim vegetacijskim područjima pripadaju između ostalog vrste sa težištem rasprostranjenosti u submediteranskim listopadnim šumama (*Quercetalia pubescens*), u mediteranskim šumama i šikarama zimzelenog hrasta (*Quercetalia ilicis*), zatim u evropskim listopadnim šumama sa težištem rasprostranjenosti na vlažnijem zapadu ili suvljem istoku.

Vrste planinskih predjela ili pretplaninskog pojasa podijeljene su u vrste s općim rasprostranjenjem u tome pojusu i u vrste koje su zastupane više u istočnim ili u zapadnim predjelima evropskih planina. Na isti su način raščlanjene kontinentalne vrste u skupine koje su više zastupane u umjerenim predjelima, kao i u stepskim, tj. ekstremnim područjima itd.

Rezultati biljnogeografske analize prikazani su u priloženoj tabeli broj XIV. Prilikom obrade ovih podataka pokazalo se da najveći broj vrsta koje naseljavaju matični supstrat potječe iz submediteranskog, odnosno toplog pojasa pojedinih vegetacijskih područja. Procentualni odnos ovih vrsta koji iznosi ukupno 74% naprava 26% iz hladnijih zona, naveden je u posebnoj rubrici radi bolje preglednosti. Na isti način navedene su u posebnoj rubrici i sve vrste koje potječu iz hladnijih područja, tj. iz borealnog pojasa četinarskih šuma ili iz predalpinske zone evropskih planina itd. Udio ovih elemenata znatno je veći u mezofilnim šumama; oni tu iznose 57%.

Uspoređivanjem ovih skupina u rubrikama za pojedina florna područja jasno uočavamo dominantnu zastupljenost termofilnih vrsta u vegetaciji skeletnih tala, dok se vrste iz hladnijih zona pojavljuju u znatno većem broju u mezofilnim šumama, koje su izgrađene od vrsta koje imaju težište rasprostranjenosti u listopadnim šumama zapadne Evrope, kao i u subatlantskom njenom predjelu. Od vrsta iz istočne Evrope dolaze samo elementi iz njenog umjerenog pojasa.

Nestajanje kserofilnih elemenata na račun mezofilnih vrsta još je očiglednije pri zadnjem stepenu razvoja vegetacije, kod zajednice *Genisto-Callunetum croaticum*. I kod njih je, doduše, udio vrsta iz toplog pojasa velik, ali tu se radi o eurazijskim elementima sa te-

Žištem rasprostranjenja u listopadnim šumama zapadne Evrope, kao i u subatlantskoj zoni. Florni elementi naših vriština sastoje se prema tome od vrsta koje imaju istovjetne ekološke zahtjeve.

Analizom porijekla vrsta koje sačinjavaju vegetaciju na golom substratu — ukoliko se to može ustanoviti na osnovu današnjeg težišta rasprostranjenja biljaka — može se utvrditi da vegetacija golog supstrata potječe iz toplog, odnosno submediteranskog pojasa jugoistočne Evrope. Na ovo ukazuje veliki udio vrsta sa težištem rasprostranjenja u istočnim krajevima submediteranskog pojasa, zatim znatan broj pontsko-mediteranskih vrsta, kao i bogatstvo endemnih vrsta.

Analiza flornih elemenata sa dolomitnih područja Bosne i Hercegovine pokazala je da se tamo radi o ostacima jedne daleko više rasprostranjene tercijarne, cirkummediteranske flore, dok analiza serpentinske flore ukazuje na to da su tu u pitanju ostaci jedne stare, ali autohtne flore koja je ograničena za Balkansko poluostrvo. Na to upućuje veliki broj paleoendema i endema sa težištem rasprostranjenja u Bosni, Srbiji i Albaniji, pri čemu se neki protežu dalje do Grčke ili Bugarske. Nijedan od značajnijih elemenata serpentinske flore nije ustanovljen na nekom udaljenijem mjestu, daleko izvan glavnog areala, kao na primjer na obalama Crnog mora, u Maloj Aziji ili po ostrvima Sredozemnog mora, kao što je to slučaj kod mnogih značajnijih vrsta dolomitne flore. Primjer rasprostranjenja kao kod vrste *Cardamine plumieri*, čiji se areal proteže sa znatnim prekidima od zapadnog kraja Alpa u Francuskoj preko Apenina do Balkanskog poluostrva, a koji je kod biljaka na dolomitima tako čest, na serpentinitima je izuzetak. Većina njihovih značajnih elemenata strogo je vezana za Balkansko poluostrvo.

Iz ove bi se činjenice moglo zaključiti da je serpentinska flora mlađeg porijekla i da je možda zato bogata plastičnim, polimorfnim oblicima. Ovo se, međutim, ipak ne bi moglo prihvatići u cijelosti već i zbog toga što se i u serpentinskoj flori nalazi priličan broj starih, reliktnih vrsta. Ove su i na međusobno vrlo udaljenim mjestima uviјek zastupane u svom tipičnom obliku, kao na primjer *Halacsya sendtneri*, dok se polimorfija, odnosno serpentinomorfoze, stvarno pojavljuju većinom na mlađim svojtama, tj. kod rodova čije su vrste brojčano vrlo jako zastupane u današnjoj flori Evrope, kao na primjer kod rodova *Silene*, *Dianthus*, *Stachys*, *Sedum* itd.

#### Klasifikacija serpentinofta i serpentinomorfoze

Biljke koje su u manjoj ili većoj mjeri vezane za serpentin mogu se raščlaniti u skupine koje su isključivo ili pretežno vezane za serpentinskou podlogu, u reliktnе svojte i u serpentinomorfoze. Pri ovom raščlanjivanju služila sam se klasifikacijama Olofa Rune (O.

Tabela broj XIV

		EURAZIJA (pojas listopad- nih šuma) Eurasien (Laub- waldregion)		EVROPSKE PLANINE Europäische Gebirge		KONTINEN- TALNI TALNI POJAS		SUBME- DIT- SKI POJAS		EUROPE- SKI POJAS		UKUPNO SKI POJAS		UKUPNO Insgesamt			
		is- toč- na	za- pad- na	EVROPA	Ost	West	Europa	predplanin- ski pojas	zapa- dno- čnih Alpa	Voralpen- regio der West  Ost	Alpen	stepe i polupustinja umjereni pojasi arktiski pojasi	geomasivne Regije umjereni pojasi arktičke Regije	istocna Evropa Gesamtes Gebiet	Osteuropa Gesamtes Gebiet	EUROPE- SKI POJAS	UKUPNO Insgesamt
	Težište raspros- tranjenja Verbrei- tungs- schwer- punkt																
		4.6	4.1	6.9	2.5	3.1	—	4.2	5.2	3.2	4.2	6.1	12.3	13.4	4.2	74.0	
		iz hladnijih zona	2.1	3.3	1.4	1.4	0.4	0.4	0.4	0.4	3.2	0.7	12.3	—	—	—	26.1
	Aus kälte- ren Zonen																
Ukupno	Insgesamt	6.7	7.4	8.3	3.9	3.5	0.4	4.6	5.6	6.4	4.9	18.4	12.3	13.4	4.2	100.0	

Genistetum - Callunetum croaticum		Mezofiline sume Mesophille Walde		Submediteranski pojas Submediterrane Gebiet		iz hladnijih zona Aus kalten Zonen		Ukupno Insgesamt		Submediteranski pojas Submediterrane Gebiet		iz hladnijih zona Aus kalten Zonen		Ukupno Insgesamt	
2.9	10.6	—	1.9	—	—	6.7	—	1.0	12.5	—	2.8	3.9	—	42.4	
3.8	16.3	3.9	5.8	4.8	—	13.5	—	—	7.7	1.9	—	—	—	57.1	
6.7	26.9	3.9	7.7	4.8	—	20.2	—	1.0	20.2	1.9	2.8	3.9	—	100.0	
—	13.7	—	—	—	—	—	—	—	31.9	—	—	4.5	—	50.1	
—	31.8	4.5	—	—	—	—	—	—	4.5	9.1	—	—	—	49.4	
—	45.5	4.5	—	—	—	—	—	—	4.5	41.0	—	—	4.5	—	100.0

Rune 1953) i R. Pichi-Sermollia (1948), koje sam kombinovala prema potrebama prikaza flore na bosanski mserpentinima. Tako na primjer nisam se koristila Runovim serpentinskim ubikvistima, jer ih je teško odvojiti od indiferentnih vrsta s jedne, kao i od biljaka koje pretežno rastu na serpentinima s druge strane. Veća vezanost ove ili one svoje često je samo lokalnog značenja. Tako na primjer Rune ubraja u serpentinske ubikviste vrstu *Molinia coerulaea*, jer smatra da se ova vrsta u nekim zemljama javlja pretežno na serpentinu. Kao dokaz navodi između ostalog i Bosnu, citirajući Conratha (1887), koji je ovu vrstu zabilježio za kompleks Vrbanja kod Banje Luke. Na serpentinima u Bosni, međutim, vrlo je česta *Molinia altissima* Lk., i to kao biljka pored potoka i rijeka koja prati njihov tok po obalama do određene visine (slika 20), ali se nikada ne javlja na suhim mjestima. Vjerovatno je u gornjem slučaju u pitanju *M. altissima*, jer Conrath kao stanište navodi »... in Rinnalen«. Međutim, kada bi i bila u pitanju *Molinia coerulea*, ne bi se ona nikako mogla ubrojiti u vrste koje se u Bosni pretežno javljaju na serpentinima. Općenito »pretežna pojava« neke vrste na serpentinima često vrijedi samo za jedno određeno područje.

Razlozi iz kojih su neke biljke vezane za podlogu serpentina, mogu biti vrlo različiti. Kod serpentinomorfoza je očito da je podloga neposredno utjecala na promjenu oblika biljke pa je i razumljivo da su one kao takve vezane za supstrat. Ovi su oblici mogli postati i naslijedni, te se onda mogu pojaviti i na podlogama drugog karaktera, a da pri tome ne promijene, bar ne bitno, svoj oblik. Ovo se može češće primijetiti na graničnim područjima serpentina, gdje serpentifiti prelaze ponekad na susjedni supstrat drugog karaktera, na primjer *Stachys recta* subsp. *baldacci* var. *chrysopaea* i *Euphorbia gregersenii*. Pojava mnogih vrsta na serpentinima, izdvojeno od njihovih prirodnih areala, može se uglavnom protumačiti fizikalnim, uglavnom termičnim uvjetima na serpentinima, a manje kemijskim. Takav je slučaj kod mediteranskih biljaka koje su u unutrašnjosti zemlje u manjoj ili većoj mjeri vezane za serpentine, kao na primjer *Prunus mahaleb*, *Acer monspessulanum*, *Medicago prostrata*, *Centaurea stoebe* subsp. *micranthos*, *Tragus racemosus*, *Helichrysum italicum* i druge. Nekim svojstama opet očito pogoduje nedostatak kalcija, kao što je to slučaj kod vrste *Asplenium septentrionale*, *Scleranthus perennis*, *Rubus hirtus*, *Viscaria vulgaris*, *Pteridium aquilinum* i *Genista pilosa*. Mnoge biljke rastu, napokon, na serpentinima i zbog toga što je na ovim nepovoljnim staništima u velikoj mjeri otklonjena konkurenca (H. Gams 1928). Na njima se mogu održati svoje koje inače ne stoje više u ravnoteži sa današnjim uvjetima svoje sredine. Ovoj skupini pripadaju stari relikti kao i svoje koje se na dotičnom području nalaze na granici svog areala. Uzrok njihove vezanosti za serpentin jeste u stvari isti kao kod reliktnih vrsta, jer, na granici areala, one se više ne nalaze pod optimalnim uvjetima, te se mogu održavati samo na lokalitetima sa smanjenom konkurenjom. Sma-

tra se da je na ovaj način došlo do vezanosti starih relikata za određene supstrate, nakon što je nestajanjem povoljnih uvjeta za dotične svoje nestao i njihov pravi areal rasprostranjenja. Ovoj pojavi može se zapravo pripisati i spuštanje planinskih vrsta u niže položaje, što je zapaženo na većini serpentinskih kompleksa na svijetu. Te se biljke tu u stvari nalaze van svog prirodnog areala, iako ne po horizontalnom već po vertikalnom rasprostranjenju.

Nadalje, na serpentinima se može češće posmatrati zanimljiva pojava da su neke svoje, inače stanovnici vapnenaca, u nekim područjima vezane za serpentin. Na ovu pojavu upozorio je između ostalih i N. Košanin (1914). Na području Bosne ona postaje naročito upadna ako uporedimo biljni pokrov u istočnoj Bosni s onim na drugim kompleksima u centralnim predjelima ovog područja. Kompleksi u istočnoj Bosni prilično odstupaju u florističkom pogledu od ostalih nalazišta, što je u prvome redu uvjetovano geografskim položajem ovog područja, koje je prirodno više povezano sa flornim područjem centralnog dijela Balkanskog poluostrva nego s ilirskim flornim područjem. Tome se položaju ima pripisati i pojava mnogih elemenata koji se nalaze na zapadnom rubu svog areala (*Stachys scardica*, *Veronica scardica*, *Echium rubrum*). Općenito suvje, kontinentalne prilike i znatno toplige ljeto imaju opet za poslijedicu veći udio mediteranskih elemenata, na primer *Helichrysum italicum*. Pored toga, na ovim kompleksima raste određeni broj biljaka kojih nema na serpentinima centralne Bosne, iako njihov areal obuhvaća između ostalog i cijelu Bosnu. Njima pripada, na primjer, *Geranium sanguineum*, *Herniaria incana*, *Minuartia bosniaca*, *Scorzonera austriaca*, *Trifolium dalmaticum*, *Xeranthemum foetidum*, *Aethionema saxatile*, *Artemisia lobelia var. canescens*, *Berteroa incana*, *Bupleurum karglii*, *Bupleurum veronense*, *Carpinus orientalis* i druge). Vrsta *Teucrium chamaedrys* zastupana je doduše pojedinačno i na drugim serpentinskim nalazištima, kao na primer kod Žepča, Banje Luke i Maglaja, ali se tamo po načinu nastupanja više javlja kao unesena biljka koja raste pored puteva, željezničkih pruga itd., dok je u istočnoj Bosni sastavni elemenat tamošnje flore. Ova pojava dolazi možda najjače do izražaja kod svoje *Cerastium lanigerum* var. *dollineri* koja se javlja odmah na dolomitiziranom vapnencu kod Magllice, na području koje se u vidu ostrva nalazi opkoljeno od velikog serpentinskog masiva, raširenog oko srednjeg toka Krivaje, na kojem ove vrste nigdje nema. Poznajući samo ovo nalazište, moglo bi se doći do uvjerenja da se kod ove vrste radi o svojti koja strogo izbjegava podlogu serpentina. U istočnoj Bosni ova je svojta, međutim, često zastupana na cijelom području oko Rudog. Isto tako ustavljena je na serpentinskim nalazištima u zapadnoj Srbiji (Z. Pavlović 1955). Nije isključeno da je razlog za ovu pojavu veći sadržaj kalcija u serpentinima istočne Bosne kao što je to bilo rečeno u poglavljju o petrografском sastavu. Ovu pretpostavku potkrepljuju rezultati Kruckebergovih pokusa koji su dokazali da je za bolje uspi-

jevanje neserpentinskih biljaka na ovome supstratu bilo dovoljno dodavanje kalcija, dok su svi ostali uvjeti, fizički kao i kemijski, ostali nepromijenjeni. (A. R. Kruckeberg 1954). Isti je autor nadalje svojim pokusima na serpentinima u Kaliforniji dokazao postojanje fizioloških ekotipova. On je sjeme »bodenavag species«, tj. indiferentnih, istovjetnih vrsta, koje je potjecalo od biljaka s vapnenaca i serpentina, posjao na serpentinsku podlogu. Tom se prilikom pokazalo da su biljke koju su potjecale sa vapneca daleko slabije uspijevale na serpentinima od onih koje su potjecale sa ove podloge. Morfološki se ove dvije rase nisu razlikovale. Iz ovih se nekoliko primjera vidi kako su pitanja oko postanka i sastava serpentinske flore vrlo složena.

Razvrstavanje pojedinih vrsta u odgovarajuće kategorije otežava još i činjenica da su mnogi navodi o staništima, odnosno o podlozi za pojedine vrste u literaturi netačni ili ih uopće nema. Tako je na primjer F. Novák (1928) dokazao da su podaci o pojavi nekih tipičnih serpentinofita na podlogama drugog karaktera netačni (L. Lämmermayer 1927). To se odnosi, između ostalog, i na pojavu vrste *Halacsya sendtneri* na dioritu kod Renca u okolini Skadra, te na laporu kod Mokre Gore, zatim na svoje *Asplenium cuneifolium* i *A. adulterinum* na granulitu i mikaistu. Pobližim ispitivanjem užeg staništa, tj. tla oko samog korijenja (Wurzelort), ustanovio je Novák da spomenute paprati stvarno rastu na serpentinu, što je i kemijska analiza materijala oko korijenja potvrdila. Blokovi kamenja drugog petrografskega sastava, koji su se nalazili oko serpentinskih paprati, dospjeli su erozijom na njihovo stanište, što je pri površnom posmatranju dalo povoda sa zabunu. U drugim slučajevima radilo se kod podataka za supstrate drugog sastava, tj. o dunitu i magnezitu. Dunit je napokon samo jedna vrsta peridotita, a magnezit nastaje većinom trošenjem serpentina, te se ova dva supstrata po kemijskom sastavu skoro ne razlikuju od serpentina, zbog čega takav primjer ne bi mogao služiti kao dokaz o vezanosti ili nevezanosti pojedinih vrsta za određeni tip podlage. Takav se strogi kriterij uopće ne može postaviti u prirodi, jer je činjenica da se živa bića do izvjesne mjere mogu prilagoditi okolini. Time dolazi i do postanka ekotipova kao što su dokazali Kruckebergovi pokusi. U tome slučaju se radi o svjetlama koje se ipak razlikuju od biljaka sa drugih podloga. Osim toga, ukoliko serpentinske vrste u graničnim područjima raznošenjem sjenjenja i prelaze na drugi supstrat, na kojem se jedno vrijeme mogu i održavati, to još nije rečeno da će tamo moći stalno uspijevati i normalno se razmnožavati.

Na Gubaru kod Peći nailazila sam, na primjer, na grm vrste *Forsythia europaea*, tog tipičnog serpentinofita, na vapnenu i to ne-daleko od njegovog glavnog nalazišta na serpentinskom kamenjaru. Na ovoj se biljci uopće nisu mogli primijetiti plodovi, dok su primjeri na serpentinu bili prepuni zrelih plodova. Na serpentinu je ta vrsta pokrivala cijelu padinu u složenoj formaciji, dok su sami grmovi bili dva puta veći od biljke na vapnu. O daljoj sudbini ovog

grma na vapnencu ne treba komentara. Iz ovog primjera jasno proizlazi da se na osnovu pojedinačnih pojava serpentinofita na drugim podlogama još ne može osporiti njihova vezanost za supstrat.

Prema svemu što je u prethodnom rečeno, ne može se svrstavanje pojedinih serpentinofita u određene kategorije smatrati definitivnom klasifikacijom.

#### A. RELIKTNI SERPENTINOFITI

Biljke uvrštene u ovu kategoriju i u drugim su područjima strogo vezane za serpentin, te je i njihov areal, budući da prati serpentinska nalazišta, mozaičan. Ove su svoje geografski izolirane od srodnika te pripadaju starim tercijernim biljkama, odnosno paleoendemima koji se danas javljaju samo na serpentinima kao refugijskim nalazištima. One su vezane za goli supstrat. Predstavnici ove kategorije su sljedeće svoje:

##### 1) *Halacsya sendtneri* (Boiss.) Dörfel.

Ova je vrsta rasprostranjena na serpentinima Bosne, Srbije i Albanije. Otkrivena je u Bosni 1847. godine kod Maglaja. Kasnije je pronađena na teritoriji Bosne još i u području Gostovića (K. Maly 1920), kao i u dolini Župeljeve (Fukarek in Riter 1953). Nalazišta u Srbiji i Albaniji objavio je K. Maly (1907). Otada je pronađena ta vrsta u Srbiji još na području Ozrena kod Pribaja (Z. Pavlović 1955). Na teritoriju Bosne uspjelo mi je pronaći u toku vlastitih istraživanja preko 20 novih nalazišta ove vrste. Na osnovu toga može se zaključiti da je težište rasprostranjenja ove vrste svakako u Bosni. Pronalaženjem nalazišta na području oko Pribinića njezin se je areal proširio i prema sjeveru i zapadu. Interesantna su izolirana nalazišta koja su daleko odmakla od glavnih serpentinskih kompleksa, kao na primjer ono na Visu kod Prnjavora u zvorničkom kotaru. Najčešće je zastupana *Halacsya* svakako na području oko Konjuha na Krivajama, gdje je mjestimično skoro nemoguće nabratati pojedina nalazišta. Uglavnom raste na padinama koje su izložene jugu i jugozapadu. Vezana je za goli supstrat.

##### 2) *Potentilla visianii* Panč.

U sistematskom pogledu ova je vrsta izolirana i bez bližih srodnika, te se pribraja paleoendemima. Areal joj je sličan prethodnoj vrsti. Ograničena je na serpentinska područja u Bosni, Srbiji i Albaniji. Njen je areal pomaknut prema istoku te počinje tek na kompleksima u istočnoj Bosni, oko Višegrada i Rudog. Tu se njezina nalazišta nadovezuju na ona u zapadnoj Srbiji. I za ovu vrstu su pronađena isto tako nova nalazišta, kao na primjer ona u okolini Bos.

Jagodine u dolini Rzava, na Gojavi kod Rudog, na Džermanici kod Višegrada te na nekoliko mjeseta na Vardi planini kod Rudog. I ova je vrsta vezana za tople padine i gole supstrate.

3) *Fumana bonapartei* Maire et Petitm.

Ubraja se među paleoendeme (Horvat I. 1949). Geografska rasprostranjenost slična je prethodnoj vrsti s tom razlikom da se još dalje prostire prema jugu, te se javlja od serpentinskih nalazišta u istočnoj Bosni preko Srbije, Albanije do sjeverne Grčke. Na svim nalazištima vezana je za serpentin. Jedino njezini autori, Maire et Petitmengin, spominju da su je našli na škriljcima u Tesaliji. Budući da na ovim ostalim nalazištima raste isključivo na serpentinu, smatralo se kasnije da se možda i u Tesaliji nalazi na serpentinu, i da je podatak za spomenutu podlogu zasnovan na netačnom osmatranju (F. Novák 1928). Ovo je vrlo lako moguće, budući da se serpentini na Balkanskom poluostrvu protežu preko Tesalije prema Eubeji. Osim toga, ovu vrstu je našao C. N. Goulimi na serpentinu na brdu Vourinos u Tesaliji (1960). Na svojim nalazištima zastupana je ova vrsta u vegetaciji kamenjara, i to vrlo obilno, dok su prve dvije vrste češće na stijenama.

4) *Haplophyllum boissierianum* Vis. et Panč.

Ova biljka, koju je L. Adamović (1909) ubrojio među stare endeme, bila je poznata samo sa područja Zlatibora, zbog čega su je i smatrali lokalnim endemom. N. Košanin (1939) pronašao je, međutim, ovu vrstu na predplaninskim kamenjarima brda Maja Rauns (Maja Runěš) u sjevernoj Albaniji. Budući da ova vrsta raste u područjima blizu granice Bosne, očekivao je K. Maly da će se vjerovatno pronaći i na serpentinskih kompleksima istočne Bosne (K. Maly in P. Aschersson i O. Graebner 1915). Stvarno mi je uspjelo da je tamo pronađem, i to u okolini Marić Luka u dolini Uvca kao i na Vardi kod Rudog, i tu u pojasu od 400 do otprilike 850 m nadmorske visine.

Ona raste rijetko i pojedinačno, zbog čega i daje apsolutno dojam da se radi o jednoj vrsti koja je u nestajanju. Javlja se na kamenjarima koji su, međutim, u većem stepenu obrasli vegetacijom nego što je to inače slučaj kod reliktnih serpentinofita.

5) *Gypsophila spergulaefolia* Gris. f. *serbica* Vis. et Panč.

Areal se ove svoje proteže od Bosne preko Srbije i Albanije do Epira. Vrlo je lako moguće da je i sama vrsta vezana za serpentin, ali o tome nedostaju tačni podaci. Za oblik f. *serbica*, koji je rasprostranjen u Bosni, Srbiji i Albaniji, vezanost za serpentinski supstrat sa sigurnošću je ustanovljena. Ova je forma na teritoriji Bosne prvi put bila pronađena na kompleksu između Vrbanje i Čelinca kod Banje Luke (P. Conrath 1887), a kasnije utvrđena je na prilično veli-

kom broju nalazišta. Naročito je često rasprostranjena na kompleksima sjeverne Bosne, manje je zastupana u dolini Krivaje, dok za istočnu Bosnu ne postoji do danas ni jedno poznato nalazište. U sjevernoj Bosni (Borje planina i okolina Pribinića, oko Zrgova kod Maglaja i na drugim mjestima) raste i na razvijenom tlu, te nije tako striktno vezana za goli matični supstrat kao što su to drugi serpentinoftiti. Ali i pored toga ova je svojta vezana za serpentinske komplekse.

Na ove paleoendeme nadovezuju se biljke koje su doduše zabilježene samo na serpentinskoj podlozi, ali za koje se ne može reći da pripadaju starim, reliktnim vrstama, budući da nisu geografski izolovane od srodnih svojti, iako bi prema definiciji O. Runea pripadale tipičnim, odnosno isključivim serpentinoftitima. Neke od ovih vrsta spominje I. Horvat (1949) među primjerima za neoendemne vrste. Strogo uzevši, pripadale bi ovoj skupini i posljednje dvije vrste, ali pošto ih je L. Adamović (1909) ubrojio među tercijarne relikte, a na području Bosne stvarno predstavljaju izolovane vrste, navela sam ih na kraju, kao prelaz prema slijedećoj skupini.

#### B. TIPIČNI (ISKLJUČIVI) SERPENTINOFITI

##### 1) *Scrophularia tristis* K. Maly.

Na temelju prvotnog opisa navedena je ova biljka u dijelu *Prodromus florae peninsulae balcanicae* (Hayek 1931) kao forma od vrste *S. canina*. K. Maly je upozorio, međutim, na činjenicu da je ova vrsta dvogodišnja a ne trajnica, kao što je to *Scrophularia canina*, te da se po svoj prilici radi o serpentinskoj formi vrste *Scrophularia hoppei* (Maly K. 1932).

Tko je vidi u prirodi, neće je zamijeniti vrstom *S. canina* i pored svih postojećih sličnosti. U ekološkom pogledu vrlo je specifičnih zahtjeva. Ona raste kao pionirska vrsta na nemirnoj podlozi serpentinskih sipara i nikada je nisam do sada mogla primijetiti na staništima drugog sastava. Vezana je za serpentine u Bosni i u zapadnoj Srbiji.

##### 2) *Sesleria latifolia* (Adam.) Degen var. *serpentinica* Deyl.

Ova je svojta vezana na golu podlogu serpentina. U šume ne zlazi, jedino raste ponekad u borovim sastojinama rijetkog sklopa. Geografski areal vrste prostire se po sjevernoj Srbiji i Bugarskoj, a u Bosni je zastupana spomenutim varijetetom, koji je vezan na serpentin. K. Maly je otkrio ovu biljku u području Gostovića na Veležu i kod Podzaruđa u dolini Tribije — lijeve pritoke Krivaje. Prilikom monografske obrade roda, objavio je M. Deyl (1946) ovaj varijetet sa napomenom da je njegova klasifikacija samo privremena, jer da postoji i veliko srodstvo ove svojte sa vrstom *S. robusta*. Dr. J. Ujhelyi,

koji se u Mađarskoj bavi citološkim i eksperimentalnim proučavanjem spornih svojstava roda *Sesleria*, ljubazno mi je saopćio (in litt. 29. IX 1959) da serpentinski varijetet stvarno pripada vrsti *S. latifolia* i da se disjunktni areal ove vrste može pripisati serpentinskoj podlozi. Ja sam ovu biljku našla na prilično velikom broju nalazišta, poglavito na kompleksu Žepča i Krivaje, gdje mjestimično pokriva cijele padine.

### 3) *Linaria concolor* Gris. f. *rubioides* (Vis. et Panč.) Maly

Pribrajajući je starim endemima, Adamović (1909) uzima ovu svojtu kao samostalnu vrstu *L. rubioides*. Kasnije je izdvojena kao forma vrste *L. concolor*. Iz podataka u literaturi ne vidi se jasno da li je vrsta *L. concolor* vezana na serpentin ili pak samo njen oblik f. *rubioides*. Prema Fritschu (1918), nađena je ova vrsta i na vapnenčima, što bi se, prema Nováku, trebalo tek potvrditi (1928). Za var. *rubioides* ističe spomenuti autor da je poznata za serpentinska nalazišta u istočnoj Bosni i u zapadnoj Srbiji. Ova je svojta stvarno vezana na serpentin, što potvrđuje i način njene pojave na serpentinskim kompleksima: na kamenjarima i siparima raste vrlo obilno, dok je na susjednim vapnencima nema. Ipak je pronađena i na ovoj podlozi, i to na dva lokaliteta na Tara planini (Z. Pavlović 1951), međutim, izgleda da se ovdje ipak radi samo o izuzetku.

### 4) *Potentilla rupestris* L. var. *mollis* (Panč.) A. et G.

Ovaj je varijetet bio poznat samo sa serpentinskog kompleksa Zlatibora, zbog čega se i smatralo da se možda radi samo o lokalnoj formi. Isto tako je sporno da li se radi o serpentinomorfozi ili ne. Z. Pavlović je našla ovu svojtu na Ozren planini kod Pribroja, a ja u Bosni, i to na Varda planini kod Rudog, na nekoliko međusobno došta udaljenih nalazišta. Time je poznati areal ove svojte ipak prilično proširen. Na Vardi raste na većim nadmorskim visinama (od 800 do 1200 m otprilike), nije vezan za tople padine kao većina ostalih serpentinofita, ali s obzirom da je isključivo vezan za gole serpentinske stijene, jasno je da se radi o starom obliku koji je zastupan na staništima refugiskog karaktera.

### 5) *Polygonum albanicum* Jav.

Ovu je vrstu pronašao Javorčka na podnožju Škelzena u općini Tropoja u sjevernoj Albaniji, zbog čega je dugo vremena smatrana endemnom vrstom Albanije. 1957. godine našli su W. Krause i W. Ludwig ovu vrstu na području Gostovića pored željezničke pruge. Spomenuti autori ističu da se iz ove okolnosti još ne mora zaključiti da je ta biljka tamo unesena, tim više što su je našli još na jednom mjestu u poplavnom području rijeke Gostovića. Ja sam ustanovila

da je ima na velikom broju nalazišta, i to na kompleksima koji su međusobno vrlo udaljeni, kao na Visu kod Prnjavora, u području Krijavae i Gostovića, na kompleksu oko Žepča, i, što je najinteresantnije, na serpentinskim kompleksima u sjeverozapadnoj Bosni, kao na primjer kod Vrbanje, u dolini Ukrine i na Borje planini, tj. na područjima koja inače baš ne obiluju serpentinoftima. Ova činjenica isključuje svaku sumnju u autohtnost ove vrste na teritoriji Bosne. Štaviše, izgleda da je u Bosni bio centar razvića, dok se u Albaniji nalazi prije na granici svoga areala. Osim srazmjerne velike rasprostranjenosti u Bosni, u prilog tome govori i njena polimorfnost u pogledu boje perigona kao i svojstvo površine sjemenki. Boja perigona je bijela do zelenkasta za vrijeme cvata, dok kod nekih svojti postaje za vrijeme zrenja plodova crvena. Površina sjemenja je kod nekih populacija skoro glatka, a kod drugih je snabdjevana sitnim brazdicama. Interesantna je bicentrična disjunkcija ove vrste, koje u Srbiji, izgleda, nema. Na kompleksima u istočnoj Bosni nisam je mogla ustanoviti. Tamo sam našla jedino *Polygonum pulchellum*. Ni je spomenuta ni za zapadnu Srbiju (F. Novák 1927).

#### 6) *Euphorbia gregersenii* K. Maly

Ovaj je neoendem iz grupe *Euphorbia polychroma* pronašao K. Maly na području Gostovića, međutim, njegov areal obuhvaća i neke dalje serpentinske komplekse. Ustanovila sam da se nalazi na Svatovcu i na području Ozrena. Iz podataka o njegovom staništu, tj. da raste u mješovitim šumama i na livadama, moglo bi se zaključiti da je zastupan na humusnim, šumskim kao i na podzolastim tlima (G. Beck, 1920). Prema kasnijim, detaljnijim podacima (K. Maly 1923) raste u aluvijalnim nanosima rijeka, odakle se samo mjestimično penje na brda, kao na Tajan (1260 m) i na Velež (913 m), tj. u područje vrhova (oba ova brda leže u području Gostovića). Ova vrsta raste uglavnom na nanosima rijeka, tj. na golom serpentinskem supstratu, iz čega jasno proizlazi da se radi o jednom higrofilnom serpentinoftu. Staništa na gore navedenim brdima nisu mi poznata. Na Veležu se, u području vrhova, nalazi veći broj izvora kao i vlažnih depresija, a iz šumskih ostataka Tajna proizlazi da je tip vegetacije bio mezofilnog karaktera, pogotovo na padinama koje su izložene sjeveru. Oba sam nalazišta posjetila poslije šumskih požara koji su tamo harali u prvim posljерatnim godinama, dok ih je K. Maly video prije toga. Sa sigurnošću se može pretpostaviti da su tada prilike bile mezofilnije nego danas i da je ova vrsta i po višim terenima našla na povoljne prilike. Ja sam lično ovu vrstu našla po brdima na području Svatovca, po padinama jedne male doline u kojoj je tekao potok, dakle na vlažnom lokalitetu.

7) *Potentilla opaca* Jusl. f. *malyana* (Borb.) Hayek

Ova je svojta poznata do sada samo iz Bosne i Srbije. Za Srbiju, u literaturi je navedeno da je zastupljena na Zlatiboru, Murtenici planini kod Čačka, i na Ozrenu kod Priboja. Iz literaturnih podataka proizlazi da se javlja u vrlo raznolikim sastojinama, tj. na golum matičnom supstratu, po pašnjacima i u borovim šumama (F. Novák 1928). Isto je takav slučaj i u Bosni. Ta svojta ne izostaje ni na jednom jedinom serpentinskom kompleksu, a rasprostranjena je na različitim staništima, kao na golum supstratu različitog tipa, ali je najčešće zastupana u borovim šumama. Na suncu izloženim kamenjarima dobiva vrlo usko lišće koje je tamnocrveno obojeno.

Od svih do sada spomenutih serpentinoftita, od ove svojte bi se najprije moglo očekivati da prelazi na podloge drugog sastava, i to zato što raste i na razvijenom tlu. Kod ostalih serpentinoftita ovo nije slučaj ali i pored toga nije ova svojta do sada nađena van serpentinskih kompleksa.

8) *Centaurea dubia* Sut. subs. *nigerescens* (Willd.) Hayek var. *smolinensis* (Hay.) Kušan

Ova je svojta nazvana prema brdu Smolin kod Žepča, a vezana je za serpentinska područja u Bosni. Kasnije je pronađena na većem broju nalazišta na različitim serpentinskim kompleksima, kao na području Žepča, Gostovića, Konjuha, na Svatovcu itd. Ona raste najčešće u bazifilnim borovim i svijetlim hrastovim šumama, rijedje na otvorenim kamenjarima, ali je nađena i na debelim slojevima razvijenog tla, kao na primjer kod Ljeskovice u okolini Žepča. Prema istraživanjima F. Kušana (1936), ova je svojta nastala pod utjecajem podloge kao i miješanjem sa susjednim vrstama (*C. jacea* i *C. stenolepis*), što proizlazi iz činjenice da na cijelome području raste i u prelaznim oblicima. Međutim, u serpentinskim se područjima općenito susrećemo s pojmom da karakteri mnogih vrsta nisu jasno izraženi te se približavaju srodnim vrstama, zbog čega je i njihovo određivanje vrlo otežano. Ovo je naročito slučaj kod rođova *Dianthus*, *Stachys*, *Sesleria*, kod vrste *Sedum hispanicum* itd. Na iste poteskoće naišli su W. Krause i W. Ludwig u području Gostovića: »Na našem području naišli smo na upadno mnogo polimorfnih svojti kao i na takove koje se teško mogu razgraničiti« (1957 : 86).

9) *Verbascum bosnense* K. Maly

(= *V. ostrogi* Rohl. var. *bosnense* Maly). Koliko je poznato, vrsta *V. ostrogi* raste samo na vapnencima (K. Maly 1923), dok je svojta var. *bosnense* vezana na serpentine, na kojima je nađena u istočnoj Bosni kao i u zapadnoj Srbiji.

### 10) *Cytisus heuffelii* Wierzb. var. *maezeius* K. Maly

Ovu je svojtu opisao K. Maly sa područja Gostovića s napomenom da se radi o konvergentnom obliku vrste *C. heuffelii*. Hayek ne priznaje ovaj varijetet i navodi da je nedovoljno opisan (A. Hayek 1927). Međutim, ta se svojta nalazi skoro na svim serpentinskim kompleksima i uvijek je zastupana u svom vrlo karakterističkom habitusu s zbijenim rastom, jakom dlakavošću i vrlo uskim lišćem, koje je tamno sivkastozelene boje. Po ovim se, kao i po drugim osobinama koji spominje autor, jasno razlikuje od tipične vrste *C. heuffelii*. Neka su od tih svojstva upravo značajna za biljke koje rastu na serpentinu te se mogu i smatrati da su nastala pod uticajem podloge. U svakom slučaju, ovaj varijetet nije do danas pronađen na podlozi drugog sastava. Osim toga, on je rasprostranjen poput ostalih serpentinofita, u mozaičnom arealu, budući da je vezan za serpentinske komplekse. Nađen je od Borje planine kod Pribinića do područja oko Krivaje. Na paljevinama postaje često dominantan element, dok je inače pratilac crnuše. Zbog svog niskog rasta ne dolazi u sagu vrste *Erica carnea* do izražaja.

### 11) *Leucanthemum montanum* DC. var. *crassifolium* Fiori

R. Pichi-Sermolli pribraja ovu svojtu kategoriji biljaka, koje pretežno rastu na serpentinima (»serpentinofite preferenziali«), jer je u Italiji podjednako razvijena i na gabru. Na području Bosne kao i u Srbiji nađena je do sada samo na serpentinima. Zbog toga smo je i naveli u skupinama biljaka koje su isključivo vezane na serpentin. Isto ovo vrijedi i za slijedeće tri vrste:

### 12) *Asplenium adulterinum* Milde

Ova paprat raste u Bosni na skoro svim serpentinskim kompleksima, i to od Vrbanje kod Banje Luke pa sve do istočne Bosne. Pretežno naseljava vlažne, sjenovite terene. U Srbiji je tek nedavno otkrivena (B. Tatić 1958). U drugim zemljama pribraja se vrstama koje su samo pretežno zastupane na serpentinima, pošto je pronađena i na drugim supstratima. Ove bi podatke, međutim, trebale revidirati, ne samo zbog toga što je već Novák 1928. godine uspio da dokaže da se često zasnivaju na netačnim posmatranjima nego i zato što su najnovija citološka istraživanja pokazala da postoje križanci između vrste *Asplenium viride* i *A. trichomanes*. Ovi su vrlo slični vrsti *A. adulterinum*, ali su triploidni, dok je pravi, serpentinski *A. adulterinum* tetraploidan (D. E. Mayer 1958).

### 13) *Asplenium cuneifolium* Viv.

U Bosni je ova vrsta vezana za serpentin. Pronađena je na svim kompleksima. Mnogobrojni su oblici koje su F. Novák i drugi autori opisali zastupani i na serpentinima Bosne (F. Novák 1926). Međutim, zanimljivo je da se oni javljaju samo na velikim serpentinskim kompleksima, na kojima ima velikih površina ogoljelog supstrata. Na manjim nalazištima ili na kompleksima koji su pokriveni debelim naslagama razvijenog tla nailazimo većinom samo na jedan jedini oblik, i taj je zastupan na cijelom dotičnom kompleksu.

Da polimorfnost ove paprati može doći do punog izražaja, potrebni su po svoj prilici i naročiti uvjeti, tipični za serpentinska staništa. Zato i postoji najveće šarenilo oblika na području oko Žepča i Konjuha, gdje se pored raznovrsnih oblika može ustanoviti još i izrazita panfotometričnost njezinog lišća.

### 14) *Notholaena marantae* (L.) Desv.

Na području Bosne našla sam ovu paprat jedino na serpentinima. Isti je slučaj i u zemljama koje leže sjevernije od naše (Bavarska, Čehoslovačka, Austrija). Na jugu, ova mediteranska vrsta prelazi i na podloge drugog sastava. Zato bi se ova vrsta mogla pribrojiti i skupini biljaka koje su samo na granici areala vezane za serpentin, gdje je ta vezanost ipak u daleko većoj mjeri ostvarena negoli kod drugih vrsta te kategorije.

U Bosni je ta paprat vezana za goli supstrat. U većem broju primjera raste samo na zaštićenim, jugu okrenutim padinama. Ona izbjegava sipare, te se kao dominantna biljka javlja na kompaktnijim, rubrificiranim stijenama, tj. na supstratu na kojem je došlo do površinskog trošenja stijena, ali ne i do erozije.

## BILJKE, PRETEŽNO VEZANE ZA SERPENTIN

U trećoj su grupi obuhvaćene biljke koje su pretežno rasprostranjene na serpentinu, ali su nađene i na drugim podlogama, i to na našem području ili u bliskim, susjednim zemljama. U biljnogeografskom pogledu to su ili vrste koje se na našem području nalaze na granici svog areala te su se zato povukle na ekstremna staništa, ili su to pak stare vrste i endemi koji su sami po sebi rijetke biljke te naseljavaju serpentine, dolomite ili slične supstrate. R. Pichi-Sermolli je nazvao ovu skupinu običnim reliktima (relitti semplici), dok ih je O. Rune još pribrojio vrstama koje su tipične za serpentine. Mi ćemo ih nazvati vrstama koje se pretežno javljaju na serpentinima.

Nije lako povući granicu između ove kategorije i nekih biljaka koje su spomenute na kraju prethodne skupine, jer bismo s mnogo opravdanja mogli tamo navesti, na primjer, vrstu *Cardamine plu-*

mieri. Inače je redoslijed vrsta sastavljen uvijek tako da se tipične vrste za dotičnu kategoriju spominju na prvome mjestu, a manje ili više sporne na kraju. Zato je i teško povući granicu između jednih i drugih, što je u stvari i prirodno.

1) *Cardamine plumierii* Villars.

Rasprostranjena je u zapadnim predjelima Alpa, u sjevernim Apeninima kao i na Balkanskom poluostrvu. Na ovome je, kako izgleda, vezana na serpentin. U Bosni raste isključivo na ovoj podlozi pa je tu i srazmjerno česta. Pretežno raste na vlažnim lokalitetima, pored potoka i na padinama brda iznad rijeka, dok je samo izuzetno nađena na suhim staništima. U Schulzovoj monografiji (O. E. Schulz 1903) nalazišta na Balkanskom poluostrvu označena su sa »in saxosis serpentinicis ad Kromne«. Pri tome i sam monograf izražava sumnju u tačnost naziva pitajući: »an nomen rectum?« Ovaj se naziv može odnositi samo na Kremnu, mjesto između Užica i Mokre Gore. Zatim je zabilježena za brdo »Senolika« u distriktu Konitsa u južnoj Albaniji. Konitsa se nalazi na podnožju Smolike, brda na kojem ima obilno serpentina. U stvari ovo se brdo nalazi u sjeverozapadnoj Grčkoj nedaleko od albanske granice.

2) *Stachys recta* L. subsp. *baldacci* (K. Maly) Hay. var. *chrysophaea* Panč.

Ova je svojta bila najprije opisana pod imenom *Stachys žepčensis*. Form. i to na osnovu primjeraka koji su nađeni u okolini Žepča. Smatrana je, kao uostalom i danas, serpentinofitom. Pošto je na graničnim predjelima serpentinskih nalazišta često zapažena i na vapnencima, navela sam je u grupi vrsta, koje pretežno rastu na serpentinima, međutim, ona je to u daleko većoj mjeri od drugih vrsta navedenih u ovoj kategoriji. *Stachys žepčensis* je vrlo polimorfna biljka koja je na golom supstratu razvila izrazite serpentinomorfoze. Zbog toga će na primjeru ovih pojava još biti govora o njoj. Ograničena je na serpentinske komplekse u Bosni i u zapadnoj Srbiji. Polimorfnost ove biljke uočili su već prvi istraživači bosanske flore (Formanek E. 1888). Slika broj 2.

3) *Viola beckiana* Fiala

Prema A. Hayeku (1927) ova vrsta raste samo u Bosni i u Makedoniji, ali se općenito smatra da je endem Bosne. U Bosni raste pretežno na serpentinima i to na staništima određenog tipa: po kamenitim mjestima na ivici šume, u sagu crnuje kao i u busenima vrste *Sesleria serbica*, najviše u visinskem pojusu od oko 1.000 m, ali je zabilježena i na 280 m nadmorske visine. Zastupana je u mozaičnom arealu jer prati očito serpentinske komplekse, iako nije vezana na ovaj supstrat. Zabilježena je za Borju planinu, za Smolin kod Žepča,

kao i za područje Gostovića i Krivaje (Konjuh planina u širem smislu). U zapadnoj se Bosni nalazi češće na više mjesta na Plazenici planini i u okolnom području. Sama je Plazenica izgrađena od dolomita, dok u njezinoj okolini postoje veća dolomitna nalazišta kod Bugojna. Da li se podaci u literaturi, prema kojima bi ova biljka rasla na vapnencima, u stvari, odnose na dolomite, moralo bi se naknadno provjeriti.

4) *Sesleria rigida* Heuf.

Zabilježena je za Balkansko poluostrvo (Srbija, Bugarska), kao i za Transilvanske Karpate, u kojima ima, kako izgleda, težište rasprostranjenja. U Bosni se, prema tome, nalazi na granici areala. Tu je isključivo vezana za serpentine. Prof. Ujhely mi je saopćio (in litt. 2. VI 1960) da se ova vrsta, u stvari, raspada na tri samostalne svojte, od kojih je jedna, *S. filiformis*, ograničena na istočne predjеле Balkanskog poluostrva, a *S. serbica* na zapadna, i da je vrlo lako moguće da je *S. serbica*, u stvari, pravi serpentinofit. Za sada se može reći da je spomenuta svojta, bar na području Bosne, vezana za serpentin. Svakako je zanimljivo da u okolini Višegrada, na vapnencima, gdje se ovi neposredno dodiruju sa serpentinima raste *S. tenuifolia*, dok su susjedne serpentinske padine mjestimično pokrivenе gustim sagom vrste *S. serbica*, kao, na primjer, na Vardi kod Višegrada na Drini.

5) *Stachys scardica* Gris.

Ovaj balkanski endem ima glavnu rasprostranjenost u Grčkoj i Makedoniji, gdje pripada elementima predplaninskih livada. Prema sjeveru sve je rjedi, te je u istočnoj Bosni, a vjerovatno i u Srbiji, vezan za serpentin. Zbog nedostatka odgovarajućih podataka ne može se zasada utvrditi da li je ova vrsta općenito vezana za serpentin ili se bar pretežno pojavljuje na ovoj podlozi. Na brdu Vourinos u Tesaliji svakako raste na serpentinu (C. N. Goulimi 1960).

6) *Silene armeria* L.

U svojoj domovini ova mediteranska vrsta raste na staništima različitog karaktera, dok se na sjevernoj granici areala javlja pretežno na serpentinima. U Bosni je ustanovljena skoro na svim serpentinskим kompleksima, gdje je ograničena na stijene i kamenjare. Raste u jednogodišnjem kao i u dvogodišnjem obliku. Na teritoriju Bosne i Hercegovine nađena je još na prakamenju u Hercegovini kod Bradine, tj. na tamno obojenim filitskim škriljcima.

7) *Silene longiflora* Ehrh.

U Bosni je ova vrsta vrlo rijetka. Pronadena je do sada samo na serpentinskim kompleksima. U Hercegovini raste i na vapnencima po visokim planinama. N. Stojanov (1926) ubraja ovu biljku u Bugarskoj

među primarne stepske elemente koji su karakterizirani time što više ne osvajaju nove terene već se, naprotiv, ograničavaju na staništa refugijskog karaktera, kao što su stijene, pješčari itd., dakle, na lokalitete na kojima su zaštićeni od utjecaja čovjeka. Ovim elementima pripadaju još i sljedeće vrste na koje nailazimo često po našim serpentinima: *Stipa pennata*, *Artemisia camphorata*, *Allium flavum*, *Potentilla rupestris*, *Minuartia montana* i *Polygala supina*. Od ovih vrsta zastupana je *Potentilla rupestris* posebnim oblikom na serpentinima, i to svojom var. *mollis*, o kojem je već bilo govora. Od ostalih spomenutih vrsta prve su tri ograničene na serpentinska nalazišta u istočnoj Bosni, dok inače rastu i na vapnencima, poglavito u Hercegovini. Posljednje dvije vrste, kao i sama *S. longiflora*, zastupane su pretežno ili isključivo na serpentinu.

8) *Polygala supina* Schreb.

K Maly je pribrojio ovu vrstu biljkama koje su sklone serpentinu (K. Maly 1928), dok je za Srbiju, kao *P. bosniaca*, navedena pod vrstama koje su stalne na serpentinu (L. Adamović 1909). U Beckovojoj Flori Bosne (1920) spomenuta su neka nalazišta i na vapnencu, međutim, nije isključeno da se kod ovih, u stvari, radi o dolomitima, kao što je to slučaj i kod mnogih vrsta sa dolomitnih kompleksa oko Konjica i Lastve. Lično nisam nikada našla ovu vrstu na drugim podlogama osim na serpentinu i dolomitu. Interesantno je, međutim, da je na glavnim dolomitnim nalazištima u BiH nema, dok je na većini serpentinskih nalazišta zabilježena. Na Džermanici kod Višegrada, gdje se na istoj padini proteže serpentini i dolomiti jedni pored drugih, mnogo obilnije raste na dolomitima.

9) *Euphorbia glabriflora* Vis.

Ova je vrsta na cijelome arealu sklona serpentinu (F. Markgraf 1932). U Bosni je ograničena na komplekse oko Višegrada i Rudog, gdje stvarno raste i na drugim podlogama. Međutim, to se dešava samo pojedinačno i rijetko tako da je vezanost ove vrste za supstrat svakako veća nego kod mnogih biljaka koje su spomenute u ovoj kategoriji. Na serpentinskim kompleksima u istočnoj Bosni jeste mjestimično česta i dominantna, ali samo na ogoljelom supstratu. Penje se do u područje vrhova Varda planine, tj. preko 1.000 m nadmorske visine.

10) *Scleranthus perennis* L.

Na cijelom svom arealu, koji se proteže submetiranskim pojasmom Eurazije, ova vrsta izbjegava vapnenu podlogu, dok se u području Bosne javlja samo na serpentinu.

11) *Pedicularis brachyodonta* Schloss. et Vuk. var. *heterodonta*  
(Panč.) Maly

Spomenuta svojta ovog visokoplaninskog ilirskog endema zabilježena je u nižim položajima većinom na serpentinima u Bosni (K. Maly 1931—1932) i u zapadnoj Srbiji. Među osobinama kojima se ovaj varijetet razlikuje od vrste nalaze se i neke koje su i inače zapažene kod mnogih svojti na serpentinima, te se smatraju serpentinomorfozama, kao, na primjer, manji cvjetovi i slabija dlakavost. S tim u vezi bi se moglo postaviti pitanje da li podloga uopće može vršiti znatan uticaj na izgled ove biljke, budući da se radi o jednom poluparazitu. Izgleda, međutim, da ova okolnost ne sprečava nastajanje serpentinomorfoza, pošto su ove zapažene i na drugim biljkama iz skupine poluparazita, kao na vrstama *Melampyrum*, *Euphrasia*, *Alectrolophus*. Pojava manjih cvjetova mogla je nastati i kao posljedica nastupanja ovog varijeteta u nižim nadmorskim visinama, što je, kako je poznato, zapaženo kod mnogih biljaka koje rastu u visinskim i nizinskim zonama. A spuštanje planinskih vrsta u niže nadmorske visine općenita je pojava na ekstremnim staništima. U nižim položajima ostaju ove vrste ili nepromijenjenog oblika ili dolazi na njima do razvoja novih osobina, čime se odvajaju kao forme ili varijeteti od prvotnih planinskih vrsta. Ovima pripada svakako.

12) *Cerastium moesiacum* Friiv. f. *serpentini* Nov.

Ova je svojta vrlo rasprostranjena na serpentinskim kompleksima Bosne i zapadne Srbije, a raste, kao i na planinskim visovima, pretežno na vlažnim lokalitetima. Najviše je ima na aluvijalnim nanosima u poplavnom području potoka i rijeka, kao i po obalama, ali se penje i do predjela na suhim vrhovima. Ovdje je, međutim, rijedak elemenat. Cvjetovi mu ovdje nisu veći nego, naprotiv, manji nego u nizini. Međutim, visine vrhova na serpentinskim kompleksima kreću se većinom samo oko 1.000 m, što još prilično zaostaje za nalazištima planinske svojte. Osim toga, na visokim položajima serpentinskih kompleksa raste u borovim šumama, dok je na goletima nema. Međutim, i na ovim se staništima ispoljavaju higrofilni zahtjevi ove svojte u tome što je na valovitom terenu, na primjer, česta u udubljenjima, dok je na uzvisinama nema.

Ova bi se svojta mogla ubrojati i u kategoriju isključivih serpentinofita, budući je spomenuti varijetet nađen jedino na serpentinskoj podlozi. Može poslužiti i kao primjer spuštanja planinskih vrsta u niže predjеле, a zbog smanjenja dlakavosti i cvjetova mogla bi se navesti i među serpentinomorfozama.

13) *Bupleurum karglii* Vis.

Ilirski je endem visokih planina. Njegov se areal proteže od Hrvatske do Epira. U Srbiji je ograničen na ilirsku podzonu zapadne Srbije (L. Adamović 1909). Na serpentinskim kompleksima našeg područja raste u istočnoj Bosni, gdje je zastupan na rastresitim, skeletnim tlima, u visini od oko 400 m.

14) *Silene paradoxa* L.

Areal se ove vrste proteže submediteranskom zonom južne Evrope, i to od južne Francuske do Grčke. U Bosni i u Srbiji raste pretežno na serpentinu. U Bosni sam je našla i na dolomitu, dok je na planinama Hercegovine zastupana i na vapnencima. Na brdu Vourinos u Grčkoj takođe raste na serpentinu.

Na ovom mjestu mogu se još spomenuti i vrste *Sedum glaucum*, *Rumex acetosella* i *Rubus zvornikensis*, iako kod njih ima još mnogo spornih pitanja.

15) *Sedum glaucum* W. K.

Ova je vrsta vrlo polimorfna pa se i kod nje može očekivati nastajanje serpentinomorfoza. Na serpentinima većinom raste var. *buxbaumii* (Gris.) Hay. Iz okoline Žepča opisana je svojta koja je vrlo jako obrasla žljezdastim dlakama (K. Maly 1904), dok je za Bikavac kod Višegrada zabilježena var *pallidum* (M. B.) Hay. (K. Maly 1912) kao nova za floru Bosne. Da li su ove svojte vezane za serpentin i u kojoj mjeri, ne može se zasada reći. Međutim, forma koja je izrazito jednogodišnja (ostale su sve trajnice koje se nakon ocvjetanja obnavljaju bočnim, sterilnim izdancima koji u sljedećoj godini cvatu) i sitnog rasta, sa vrlo crvenkastom stabljikom i sa cvjetovima koji imaju stalno po pet latica, vidjela sam dosada samo na serpentinima i to kod Stipina Hana na Krivaji. U istočnoj Bosni to je najčešći oblik ove vrste. Da li se ovdje radi o var. *pallidum* ili u jednoj serpentinomorfozi ovog varijeteta, mora se tek utvrditi.

16) *Rumex acetosella* L.

Ova vrsta, koja se inače smatra indikatorom siromašnog i kiselog tla, raste često na golom serpentinu sa pionirskom vegetacijom, tj. u neutralnoj sredini. Pokazalo se da primjerici ove biljke sa serpentina u centralnoj kao i u istočnoj Bosni pripadaju svojti var. *palmitifidus* Beck, koji inače raste u planinama Hercegovine, ali i na nekim mjestima u nižim područjima Bosne. Vrlo je vjerovatno da je samo ova svojta zastupana u pionirskoj vegetaciji na serpentinima, te bi bilo potrebno ustanoviti njene zahtjeve na okolinu kao i njene citološke osobine.

17) *Rubus zvornikensis* Fr.

U literaturi se ova vrsta često spominje među serpentinofitima. Ja je nisam mogla pronaći na serpentinskim brdima sjeverno od Zvornika, gdje sam je pretežno tražila po ogoljelom supstratu rukovo-deći se dosadašnjim iskustvom da se serpentinofiti javljaju na samom matičnom supstratu. No ovog nema više mnogo na spomenutim brdima, jer su тамо izvršena pošumljavanja bagremom (*Robinia pseudoacacia*) u svrhu vezivanja nemirnog terena, tako da je danas najveći dio nekadašnjih ogoljelih površina pokriven debelim slojem humusa. Prema podacima samog autora (K. Fritsch 1911), zvornička kupina nalazila se u šikarama na serpentinskim brdima sjeverno od Zvornika, tj. na tlu čiji je razvoj daleko odmakao, pa se prema tome u ovom slučaju ne bi moglo govoriti o serpentinofitu u pravom smislu riječi. Ovo potvrđuje i činjenica da je drugo Fritschovo nalazište ove vrste na kamenim padinama južno od Zvornika, bez oznake za sastav podloge. Južno od Zvornika nema više serpentina, niti prema geološkoj karti niti prema mojim zapažanjima. Tamo je cijeli predio izgrađen od vapnenca. Prilikom citiranja ove svojte kao serpentinofita, očito se nije obratila pažnja na činjenicu da pronalazač ove vrste nije ništa rekao o podlozi kod drugog nalazišta. Smatralo se da ova svojta općenito raste na serpentinu u okolini Zvornika.

Skupini biljaka koje su pretežno vezane za serpentin pripadaju još i neki planinski elementi koji se na ovoj podlozi spuštaju u niže predjеле, tj. u krajeve gdje one onda rastu izvan prirodnog areala u vertikalnom smislu. Od njih su neke već spomenute u našim kategorijama, kao, na primjer, *Viola beckiana*. Skupini biljaka koje pretežno rastu na serpentinima pripadaju iz ove kategorije svakako još *Thlaspi avalanum* i *Carduus carduelis*.

Od planinskih biljaka koje općenito rastu na serpentinima u nižim predjelima objavio je K. Maly jedno 30 vrsta (1928). Ovoj listi možemo još dodati i sljedeće vrste: *Peucedanum longifolium*, koja je u borovim šumama istočne Bosne češće zastupana, ali vrlo kržljavog rasta, zatim vrste *Myosotis silvatica* subsp. *alpestris* var. *suaveolens*, *Asplenium viride*, *Selaginella helvetica*, *Cerastium decalvans*, *Saxifraga adsendens* subsp. *blavii*, *Stachys cardica*, *Cardamine glauca*, *Gentiana lutea* subsp. *symphyandra*, *Euphrasia illyrica*, *Erysimum silvestre* subsp. *linearifolium* i *Armeria canescens*, sve vrste koje su inače obilno rasprostranjene tek u visinama iznad 1.500 m. Na serpentinima rastu od 300 do 400 m pa naviše. Jedino vrste *Saxifraga blavii*, *Gentiana sympyandra* i *Armeria canescens* nisam vidjela da se spuštaju niže od 700 do 800 m.

#### D. INDIFERENTNE BILJKE

U ovoj su kategoriji obuhvaćene one biljke koje u podjednakoj mjeri naseljavaju serpentine kao i podloge drugog sastava, i na kojima ne pokazuju takve bitne razlike u izgledu na osnovu kojih bi se moglo zaključiti da im ovaj ili onaj supstrat pruža povoljnije uvjete. Zato ih je O. Rune i nazvao indiferentnim. Međutim, prilikom razgraničavanja pojedinih svojti u njima odgovarajuće skupine, nailazila sam i kod ove kategorije na poteškoće: mnoge su od tih svojti u stvari češće na serpentinima ili su bar mnogo obilnije zastupane na njima. Prema tome bi prije pripadale skupini serpentinskih ubikvista u smislu O. Rune-a. Kao primjer nam može poslužiti već spomenuti *Thlaspi avalanum* Panč. Isto tako i *Festuca sulcata* koja u borovim šumama na južnim padinama apsolutno dominira. *Thymus jankae* i neki njegovi oblici, a napose var. *subacicularis*, pokriva skoro sam čitave površine na kamenjarima koji su izloženi jakoj paši. Slično i *Potentilla alba*, *Hieracium pavichii*, *Centaurea micranthos*, *Seseli rigidum*, *Festuca amethystina* i druge, koje su na serpentinima očito češće nego na drugim supstratima u Bosni, ili po broju nalazišta ili po obilnosti njihovog nastupanja. Ovoj skupini pripada nadalje naročito *Alyssum murale*, koji na serpentinima stvara čitave formacije, naročito na površinama koje su izložene intenzivnoj paši. Često se može zapaziti da je ova vrsta i bujnijeg rasta na serpentinima. Međutim, na graničnim područjima serpentina prema drugim podlogama, većina se ovih vrsta javlja u istoj mjeri na dioritu, trahitu, rožnjacima, vaspencima, diabasu itd., što je kod prethodne kategorije ipak samo izuzetak.

Mnoge su među indiferentnim vrstama vrlo često zastupane na serpentinskim kompleksima, gdje su tako tipične da se serpentinska flora ne bi mogla ni zamisliti bez njih. Takvim pripadaju prije svega *Calamintha alpina* subsp. *hungarica*, *Cotinus coggygrya*, *Linum holinum*, *Carex humilis*, *Viola riviniana* (*V. reichenbachiana*), *Hypericum barbatum*, *Bromus pannonicus*, *Galium purpureum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Trifolium alpestre*, *Genista pilosa*, *G. januensis* te *Dorycnium germanicum*, koja u Albaniji pripada čak vrstama koje su vezane na serpentinsku podlogu. (F. Markgraf 1932). U Bosni se na ovoj vrsti može primjetiti veći broj serpentinomorfoza.

Indiferentnim vrstama pripadaju između ostalog još i *Isatis tinctoria*, *Laserpitium siler*, *Campanula rotundifolia* i *C. rotundifolia* subsp. *pinifolia*, *Allium pulchellum*, *Veronica austriaca* subsp. *jacquini*, *Potentilla tomassiniiana*, *Rubus tomentosus*, *Hypericum humifusum*, *Brachypodium pinnatum*, *Thymus pulegioides* subsp. *montanus*, *Scabiosa leucophylla* i druge. Vrsta *Scabiosa leucophylla* vrlo je rasprostranjena na serpentinima, a na ogoljelom supstratu zastupana je često oblikom f. *bipinnatisecta* Maly.

## SERPENTINOMORFOZE

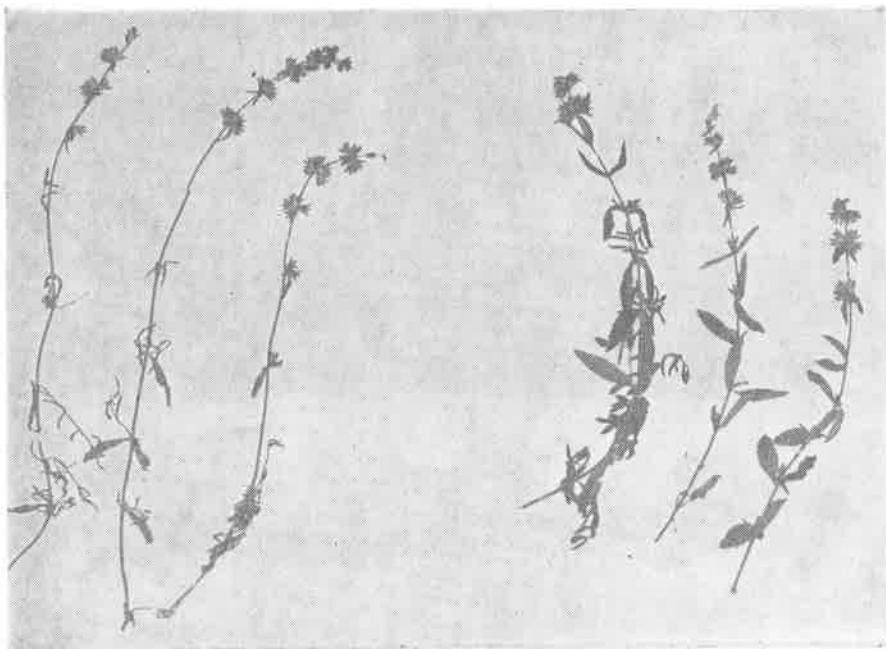
Već od prvih početaka istraživanja serpentinske flore uočili su botaničari neke osobine prema kojima se istovjetne vrste biljaka sa serpentina razlikuju od onih koje potječu sa drugih supstrata. Među prvima je svakako bio Gaspare Amidei di Volterra, koji je 1841. godine objavio svoja zapažanja o utjecaju serpentina na biljni svijet u okolini Piave u Toskani. Osamnaest godina kasnije objavio je J. Pančić rad o serpentinskoj flori centralne Srbije. U tome je radu naglasio da se na ovom supstratu nalaze mnoge vrste kojih inače nema u Srbiji. Pančić je ukazao i na činjenicu da su vrste koje rastu i na drugim podlogama, na serpentinima drukčijeg izgleda, miltave, da im je broj evjetova manji nego na primjercima sa drugih podloga, te da daju općenito utisak bolesnih biljaka.

Najpravilniju definiciju za serpentinomorfoze dao je R. Pichi-Sermolli (1948). Ona odgovara i smislu same riječi: serpentinomorfoze su promjene oblika (morfoteze) koje se mogu primijetiti na biljkama kada rastu na serpentinima, i to bez obzira na to da li se radi o vrstama koje su karakteristične za ovaj supstrat ili o banalnim vrstama. Pokazalo se je da su upravo banalne vrste od najvećeg značenja, jer se njihovim upoređivanjem sa biljkama koje potječu sa drugih podloga najbolje mogu uočiti razlike, izazvane supstratom. Kod pravih serpentinofita, međutim, ne raspolažemo kontrolnim materijalom.

Oko serpentinomorfoza i osobina koje bi se morale njima pripisati, kao i oko faktora koji bi igrali presudnu ulogu pri njihovom stvaranju, nastala su brojna pitanja koja još i danas nisu našla svoje konačno rješenje. Dalja istraživanja rješavaju doduše pojedina pitanja, ali se istovremeno postavlja i serija novih, tako da će ovaj problem zahtijevati još mnogo rada. Konačnu riječ će u tome svakako imati citolozi i fiziolozi. Kao primjer dovoljno je spomenuti *Asplenium adulterinum*, paprat o kojoj je već bilo govora. O njezinom porijeklu, sistematskoj vrijednosti za serpentin mnogo se pisalo. Citološka su istraživanja u novije vrijeme dokazala da se tu radi o križancu koji je nastao opetovanim križanjem, pošto je tetraploidan. Kao takav on se lakše održava pod nepovoljnim uvjetima na serpentinu. (D. E. Meyer 1958).

Na osnovu ispitivanja A. Messeria i R. Pichi-Sermollia koja su provedena u Italiji, i upoređivanjem rezultata sa podacima iz drugih krajeva Evrope, mogu se sljedeće pojave smatrati serpentinomorfozama:

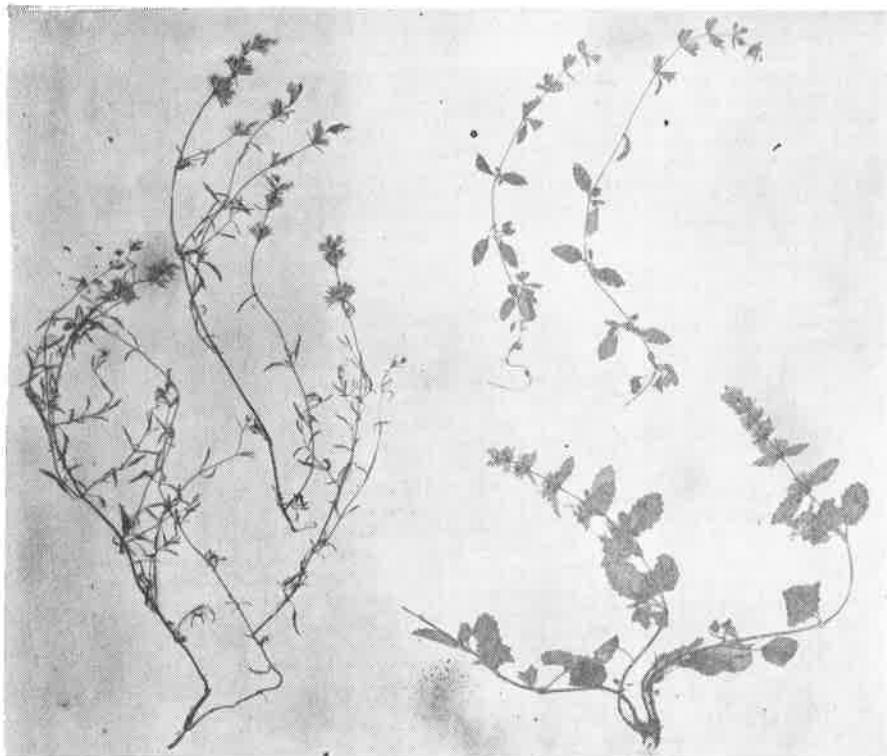
- 1) Stenofilija
- 2) Plagiotropizam
- 3) Nanizam
- 4) Znatan razvoj korijenovog sistema
- 5) Glaucescencija
- 6) Glabrescencija



Slika broj 1. *Stachys recta* L. subsp. *baldacci* (K. Maly) Hay. var. *malyi* Hay. Biljke potiču sa jedne te iste, jugu okrenute padine na Džermanici kod Višegrada. Lijevo sa serpentina, desno sa dolomita. Ekstremniji uslovi staništa na serpentinu odražavaju se iz razlika u habitušu ovih biljaka.

Die Pflanzen stammen vom gleichen, südlich exponierten Hang der Džermanica bei Višegrad, links von Serpentin, rechts von Dolomit. Die extremeren Lebensbedingungen auf Serpentin kommen im Habitus der Pflanzen zum Ausdruck.

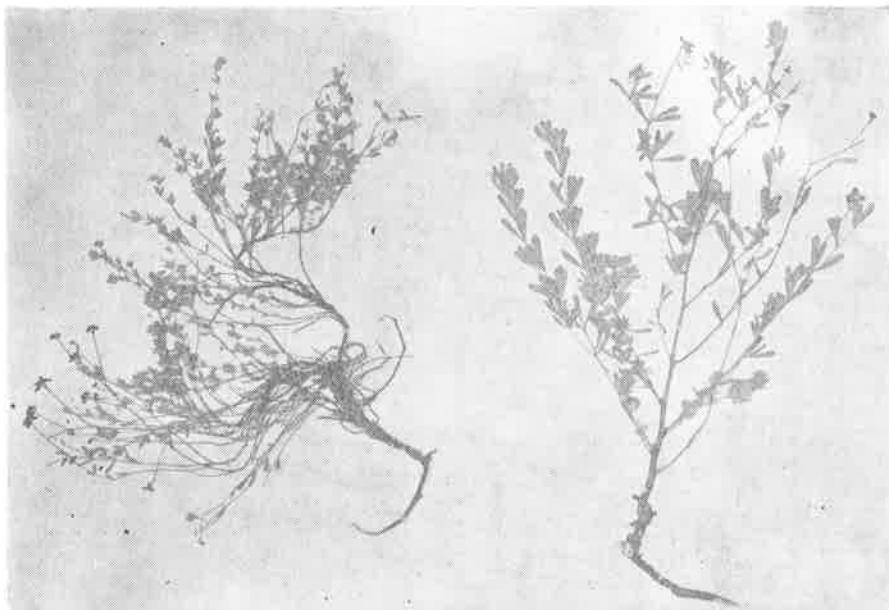




Slika broj 2. Polimorfnost serpentinске biljke *Stachys recta* L. subsp. *baldacci* (K. Maly) Hay. var. *chrysopaea* Panč. Desno, sa razvijenog tla, lijevo sa golog, matičnog supotrata. Na terenu mogu se promatrati svi prelazi između ovih krajnjih oblika.

Die Polymorphie der Serpentinepflanze *Stachys recta* L. subsp. *baldacci* (K. Maly) Hay. var. *chrysopaea* Panč. Rechts von entwickelten Boden, links von felsigem Muttersubstrat. Am Terrain können alle Uebergänge zwischen diesen beiden Formen beobachtet werden.





Slika broj 3. *Dorycnium germanicum* (Gremil) Rouy  
Lijevo, serpentinski oblik iz okoline Žepča, desno, biljka sa vapnenca iz doline  
Rakitnice u Hercegovini. Oblik sa serpentina pokazuje tipični habitus serpen-  
tinofita: lišće je usko, sitno, habitus jako zbijen i razgranat sa izraženom po-  
javom plagiotropizma. Plavkasta navlaka ne dolazi na fotografiji do izražaja.

Links, die Serpentinform aus der Umgebung von Žepče, rechts ein Exemplar  
von Kalk aus dem Rakitnical in der Herzegowina. Die Pflanze auf Serpentin  
weist den typischen Serpentinophytenhabitust auf: die Blätter sind schmal,  
klein, der Habitus gedrängt, verzweigt und plagiotrop. Die bläuliche Farbe der  
Blätter kommt hier nicht zur Geltung.





Slika broj 4. *Dorycnium herbaceum* Vill.

Lijevo iz Papratnice kod Žepča sa golog serpentina, desno iz okoline Sarajeva sa vapnenca. Razlike u habitusu biljke sa serpentina odgovaraju osobinama ustanovljenim na mnogim vrstama koje naseljavaju ovaj supstrat.

Die linke Pflanze stammt von Rohserpentin aus Papratnica bei Žepče, die rechte von Kalk aus der Umgebung von Sarajevo. Die Unterschiede im Habitus der Pflanze vom Serpentin entsprechen Merkmalen die an vielen Arten auf diesem Substrat beobachtet wurden.



## 1) Stenofilija

Pod ovom se pojmom razumijeva redukcija biljnih dijelova plosnatog oblika. Nazvana je stenofilijom, jer je najčešće ostvarena kod lišća. Ona se, međutim, javlja i kod kruničnih i čašičnih listova, kao i kod plodova.

Prirodno je da biljke na suhim staništima poprimaju kseromorfni izgled, kome uostalom pripada svakako i redukcija veličine i količine lišća. No ova je pojava ipak jače izražena na serpentinima, gdje zahvaća biljke u većoj mjeri nego na drugim lokalitetima. Kao primjer može poslužiti *Stachys recta* subsp. *balducci* var. *malyi* sa Džermanice kod Višegrada, koja je prikazana na slici broj 1. Južna padina Džermanice sastoji se jednom polovinom od serpentina, a drugom od dolomita. Prema tome, uvjeti su na ovoj padini potpuno istovjetni s izuzetkom podlage. A ipak je lišće kod spomenute svoje na serpentinu (lijevo) znatno uže od onog na primjercima sa dolomita (desno). Količini svjetla kao faktoru kojem L. Lämmermayer (1926) pripisuje značajan udio pri stvaranju serpentinomorfoza, ne može se prema tome pripisati odlučujuća uloga.

Stenofilija je česta pojava kod serpentinskih biljaka. Tako sam, između ostalog, našla na južnoj padini Veleža kod Otežne vrstu *Euphrasia illyrica* s uskim lišćem koja je, kao i stabljika, obojena tamnocrveno, tako da je u potpunosti izgledala kao vrsta *Euphrasia dinarica*. Na istom brdu, u borovim šumama, raste *Genista ovata* var. *lanceolata* Spach., tj. svoja sa vrlo uskim, lancetastim lišćem.

Pojava stenofilije zahvaća pojedine primjerke kao i cijelu populaciju, što je naročito često slučaj na golum izloženim mjestima. Naročito je plastična u tome pogledu vrsta *Dorycnium germanicum* (Gremli) Rouy, koja u Albaniji pripada čak serpentinofitima. (F. Markgraf 1932), iz čega proizlazi da je naročito sposobna za prilagodavanje prilikama na serpentinima. Usporedna mjerena lišća kod mnogobrojnih biljaka sa normalnih staništa i sa serpentina pokazala su da je lišće kod serpentinskih biljaka za polovnu manje i uže. Kod prvih iznosi dužina lišća 15—16 mm, a širina 3,5—4 mm, dok kod biljaka sa serpentina iz centralne Bosne (5) 6—7 mm, a širina 1,5—2 mm. *Dorycnium herbaceum* je znatno rijedi na serpentinima, ali na malom broju nalazišta sa golum supstratom isto se tako mogla primijetiti redukcija lisne plojke, ali više na račun dužine nego širine lista (Slika broj 4). Pored stenofilije pojavile su se na populacijama vrste *Dorycnium germanicum* i druge serpentinomorfoze, kao što su plagiotropizam, glaucescencija i druge pojave, o kojima će biti govora kod odgovarajućih kategorija.

O. Rune je naglasio da se uporedo sa stenofilijom često javlja i redukcija cvjetnih latica kao i razvoj vrlo nježnih, tankih stabljika. Ta je pojava naročito izražena kod vrste *Asperula cynanchica* f. *tenuiiflora*, koju je K. Maly (1920) opisao sa dolomita iz okoline Konjica.

Ova je forma skoro isključivo zastupana na serpentinu, na kojemu postoji niz prelaza od dolomitne forme do vrlo nježnih primjeraka sa produženim internodijama i sa sitnim, slabo obojenim do potpuno bijelim cvjetovima.

## 2) Plagiotropizam

Pod ovom morfozom Pichi-Sermolli ne podrazumijeva samo plagiotropizam u pravom smislu riječi nego i pojavu jastučastog, odnosno grmastog rasta. Izdanci su reducirani po dužini, vrlo su razgranati, bočne grane su često položene na zemlju ili su savijene da se kasnije tek uspravljuju, zbog čega biljke poprimaju izgled jastuka.

Poznato je da se jastučasti habitus javlja na staništima sa nepovoljnim životnim uvjetima. Međutim, on nastaje i kao posljedica intenzivne paše. Primjeri na serpentinima nisu, međutim, promijenili svoj grmasti rast ni na mjestima gdje je paša zabranjena već duži niz godina zbog izvršenih pošumljavanja.

Vrlo je karakterističan ovaj habitus kod vrste *Dorycnium germanicum*, kako se to vidi na slici broj 3, zatim kod vrste *Lathyrus pratensis*, koja naročito u sagu crnuše poprima zbijen izgled zbog toga što joj je smanjena veličina i što je gusto obrasla uskim lišćem. To je oblik koji je F. Novák opisao sa Zlatibora kao *Lathyrus pratensis* var. *densifolius* (1927). Tako ekstremne primjerke kao što su oni koji su prikazani u spomenutoj publikaciji nisam našla na bosanskim serpentinima. No rast im je uvijek vrlo zbijen, tako da ove biljke i ne odudaraju od grmolike crnuše, zbog čega se i teško zapažaju u gustome sagu ove vrste. Isti je slučaj i kod vrste *Cytisus heuffelii* var. *maezeius*.

Pojavi plagiotropizma svakako pripada i svojta vrste *Silene vulgaris*, koja raste na nemirnim, serpentinskim siparima. Na ovome staništu izdanci su ascendentni, dok je habitus zbijen, skoro jastučast. Ovi su primjeri vrlo slični podvrsti subsp. *prostrata*, svojti koja takođe raste na siparima u planinskom području. Vrlo je zanimljivo da sličan oblik raste i na serpentinskim nalazištima u Austriji (L. Kretschmer 1931). Prema tome, došlo je kod iste biljne vrste pod istim uvjetima, tj. na serpentinskoj podlozi, i do iste promjene u njenom habitusu. Pored plagiotropizma postoji kod bosanske svojte izrazita stenofilija, dok je lišće istovremeno postalo debelo i mesnato.

Svojta *Veronica teucrium* var. *tajana* sa područja Gostovića (K. Maly 1923) svakako pripada takođe ovoj skupini. I ova biljka je karakterizirana položenim „ascendentnim“ izdancima. Plagiotropizam je vrlo izrazit i kod vrste *Chondrilla juncea* u istočnoj Bosni, naročito u okolini Rudog. Kod nje bočne grane rastu u horizontalnom pravcu i do pola metra od glavnog izdanka, vijugajući se amo tam. Vrsta *Juniperus communis* često je zastupana svojom var. *pendula*, koja se ističe visećim i mlijativim granama. No taj se oblik javlja i na drugim supstratima.

### 3) Nanizam

Kako proizlazi iz samog naziva, tu se radi o pojavi patuljastih, zakržljalih oblika na serpentinu. Zakržljali oblici javljaju se na svim staništima koja su siromašna hranivima ili koja su suha, zbog čega je ta pojava sama po sebi najmanje karakteristična od svih serpentinomorfoza. Ona je, međutim, tako općenita i rasprostranjena na serpentinima, da je svi istraživači koji se bave ovim problemom ipak smatraju vrlo tipičnom reakcijom biljaka na podlogu. R. Dvořák je opisao cijeli niz ovih oblika sa Mohelna u Moravskoj. On je opisao i veliki broj promjena koje se na biljkama javljaju istovremeno sa nanizmom i koje se danas smatraju serpentinomorfozama (R. Dvořák 1935).

R. Dvořák smatra da su nanizmi izazvani fizikalnim uvjetima okoline a ne kemijskim, budući da ih nema na serpentinskim stijenama koje opkoljavaju vlažne doline u ispitivanom području.

U našem području mogu se nanizmi promatrati između ostalog na sljedećim primjercima, koji obuhvaćaju cijelu populaciju:

Kod paprati *Ceterach officinarum* nanizam je svakako izazvan nedostatkom odgovarajućih hraniva. Ona je vrlo rijetka na serpentinskim kompleksima centralne Bosne. Iz toga proizlazi da joj ova podloga ne odgovara. Na stijenama u istočnoj Bosni raste dosta često, ali njena veličina zaostaje i preko polovine za primjercima sa vapnenca i dolomita. Sitnog je rasta i *Campanula patula*, naročito, u istočnoj Bosni, gdje ova pojava obuhvaća cijelu populaciju, iako raste u šumama crnog bora, gdje su uvjeti života svakako daleko povoljniji od onih na golid padinama. Primjeri tu rijetko dostignu normalnu veličinu. I cvjetovi su sitni. Njihova dužina iznosi oko 12 mm (prema tome je veća od one kod svoje f. *micrantha* kod koje je 7—9 mm duga). U ovome slučaju redukcija obuhvaća sve dimenzije cvijeta, a ne samo širinu latica.

Na pojedinim primjercima mogu se nanizmi primijetiti na svim serpentinskim kompleksima. Njihove su osobine najbolje karakterizirane opisom svoje *Xeranthemum cylindraceum* Sibth. et Sm. var. *daorsicum* K. Maly: »*gracilis, ramis abbreviatis, capituli parvi*« (K. Maly 1912).

### 4) Povećanje korijenovog sistema

Pojava povećanog korijenovog sistema javlja se prema R. Pichi-Sermolliju kod stanovnika serpentinskih kamenjara i stijena, i to kod trajnica kod kojih su nadzemni dijelovi često zakržljali, uslijed čega jači razvoj korijenja posebno dolazi do izražaja. Kod jednogodišnjih vrsta korijenje je normalno razvijeno budući da se, prema ovom autoru, životni ciklus odvija u proljeće, dakle, pod povoljnim uvjetima, uz izbjegavanje visoke ljetne temperature kao i ljetne suše. Zbog toga kod jednogodišnjih vrsta nanizam obuhvaća u jednakoj mjeri i nadzemne kao i podzemne dijelove biljaka, tako da povećavanje korijenja na taj način ne dolazi do izražaja.

Veći razvoj korijenovog sistema općenita je pojava kod biljaka na suhim staništima i u pustinjskim predjelima. Međutim, kod ovih je korijenje jako razgranato, i to tako da to razgranjenje počinje većinom odmah ispod površine zemlje. Kod serpentinskih biljaka je glavni korijen vrlo dug i vretenast, a tek u dubini počinje da se grana.

U pogledu razvoja korijena ne raspolažem dovoljnim vlastitim zapažanjima. Vrlo je teško, naime, ako ne i nemoguće, izvaditi cijelo korijenje iz stijena ili kamenjara neoštećeno i čitavo. Ukoliko to i uspije, nije nam opet poznata starost dotične biljke da bismo je sa sigurnošću mogli uporediti sa primjercima koji potječu sa drugih podloga. Pri ispitivanju ove pojave jedino bi eksperimenti mogli dati zadovoljavajuće i sigurne podatke. Jedino kod vrste *Daucus carota* mogla sam uporediti korijenje iz rahlog tla serpentinskih sipara i sa vapnenca, i to iz okoline Jošavke kod Banje Luke. Kad je riječ o ovoj dvogodišnjoj biljci, otpada i prigovor da na nju nije utjecala ljetna žega i suša. U veličini korijena nije bilo bitnih razlika, međutim, korijenje sa serpentina bilo je mnogo manje razgranjeno i nezdravo, sivkastosmeđe boje, za razliku od onog sa vapnenca, koje je bilo svijetložučkaste boje i zdravog izgleda. U ovom slučaju svakako je došao do izražaja nepovoljni utjecaj podloge, i to zbog toga što je siromašna kalcijem, što izaziva usporavanje rastenja, a ukoliko kalcija uopće nema, spriječen je i razvoj korijena (M. Gračanin 1942).

### 5) Glaucescencija

To je pojava plavkastog obojenja biljnih dijelova, izazvanog voštanom prevlakom na površini biljke. Na serpentinima su vrlo često biljne vrste koje su u normalnom stanju snabdjevene voštanom prevlakom, iz čega proizlazi da je ovo svojstvo korisno za njih na spomenutom supstratu. Od takvih biljaka naročito su česte na kamenjarima između ostalog i vrste: *Seseli rigidum*, *Silene armeria*, *Sesleria latifolia* var. *serpentinica*, *Hieracium pavichii*, *Poa molineri*, *Thlaspi avulnum*, *Silene longiflora*, *Cardamine glauca*, *Festuca vallesiaca* i druge.

Međutim, glaucescencija se pojavljuje na serpentinima i među vrstama kod kojih je na normalnim staništima nema. *Dorycnium germanicum*, na primjer, ima na serpentinima tamno sivkasto kao i izrazito plavkasto lišće. Plavkasta boja je tako izrazita da ne zaostaje za onom kod vrste *Hieracium pavichii*. Pri tome je zanimljivo da ova plava boja ostaje i kod primjeraka koji kasnije, raznošenjem sjemena ili razvojem šume, dospjele u sjenu, gdje se pojava stenofilije već izgubila, dok plavkasta boja tek postaje upadljiva uslijed proširene lisne plojke. Očito je da je glaucescencija kod ovih primjeraka postala nasljedna.

Kod vrste *Teucrium montanum* pojavljuju se takođe primjeri sa glaucescentnim lišćem, a to je boja jednakog boji lišća biljke *Seseli rigidum*. *Phleum phleoides* mjestimično je izrazito plavo obojen. I lišće

je u vrste *Poa pratensis* često plavkasto, iako ova vrsta, za razliku od do sada spomenutih, raste u sagu crnuše po šumama crnog bora.

Zanimljiva je u tome pogledu vrsta *Sedum ochroleucum*, koja je na teritoriju Bosne zastupana u dva oblika: f. *fallax* Maly zelene boje i f. *typica* sa plavkastim lišćem. Ova je posljednja forma rijedá; više je imala u nižim položajima.

Na dolomitnom kompleksu u okolini Konjica, koji leži u submediteranskom području Hercegovine i u kojem vladaju takođe vrlo kserotermni uslovi, dominira f. *fallax*, dok je na svim serpentinskim nalazištima u Bosni zastupljena jedino f. *typica*.

#### 6) Glabrescencija

To je pojava smanjenja dlakavosti na svim zelenim dijelovima biljke. Mišljenja raznih istraživača nisu jedinstvena u pogledu ove morfoze. Dvořák (1935) je u vezi sa svojim nanizmima spomenuo da su oni jače dlakavi od normalnih oblika, a Pančić (1859) kao i drugi zastupa mišljenje da su serpentinske biljke jače obrasle dlakama.

Prema O. Runeu, pojava ogoličavanja je općenita tendencija među serpentinofitima u sjevernoj Švedskoj, ali ona nikada ne obuhvaća populaciju u cijelini.

Razlog za razmimoilaženje mišljenja u vezi s ovom pojmom svakako je činjenica da pojedine vrste na serpentinima različito reaguju u tome pogledu. Postepeno ogoličavanje može se vrlo jasno promatrati, na primjer, kod svoje *Stachys chrysophaea*, koja je u većoj mjeri dlakava na razvijenom tlu ili po vapnencima nego na golog supstratu. Čak se može primijetiti i to da su populacije u cijelini jače dlakave u području gdje nema mnogo golih serpentina, kao, na primjer, na Borje planini i na Ozrenu. Jača dlakavost biljaka iz okoline Pribinića, tj. u području Borje planine, svratila je već pažnju Formaneka: »*Plantae Pribinicenses dense hirsutae sunt*« (1888). Čim ova svojta dospije na goli supstrat, postepeno se smanjuje dlakavost na cijeloj biljci, kako se to može neposredno posmatrati na većem broju primjeraka sa jednog lokaliteta. Prvo podliježe ogoličavanju lice lista, zatim naličje, onda se dlakavost ograničava na sam rub lista, a kasnije se izgubi i to. Na čašici se vrši ogoličavanje sa baze prema vrhu, na kraju ostaje rub čašice cilijatno dlakav, zatim ostaje samo na bazi između čašičnih zuba jedan čuperak dlačica, da bi na koncu i ovaj isčezao.

Vrstu *Lotus corniculatus* takođe nisam nikada vidjela na serpentinima u dlakavom obliku.

I u literaturi se često nailazi na podatke o ogoličavanju biljaka na serpentinu ili u nastupanju manje dlakavosti varijeteta. Tako je K. Maly opisao *Bromus vernalis* Panč. f. *semiglabra* sa Veleža (1923). G. Beck je našao na Smolinu *Cytisus procumbens* Spreng. f. *glabrescens* (Beck 1927). Međutim, posljednja se forma javlja i na drugim supstratima. Za vrstu *Artemisia lobelia* sa serpentinskih nalazišta u

istočnoj Bosni naveo je K. Maly da u pogledu dlakavosti stoji između svoje subsp. *canescens* i subsp. *saxatilis*, što znači da su manje dlakavi od tipične subsp. *canescens*, kojom je podvrstom ta bljka zastupana na teritoriju Bosne.

S druge strane, nađene su, međutim, biljke koje su na serpentinima jače dlakave nego na drugim supstratima ili su na serpentinima razvijeni jače dlakavi varijeteti i forme. Od vrste *Cytisus nigricans*, na primjer, raste na Balvanu kod Vardišta cijela populacija sa vrlo razvijenom dlakavošću, po čemu pripada svojti var. *australis*. *Stachys officinalis* var. *vresinae* vrlo je dlakava biljka. Ovaj varijetet nije pok. kustos K. Maly više stigao da objavi, ali u herbaru Zemaljskog muzeja u Sarajevu nalaze se primjerici sa područja Gostovića (Vresina Kosa i Golubinjak) koji su obilježeni tim imenom. Po stepenu dlakavosti one se ne razlikuju od vrste *Stachys scardica*. Našla sam je na razmjerno mnogo mjesta po raznim serpentinskim kompleksima, kao, na primjer, kod Maglaja, kod Žepča i na Konjuhu.

Vrsta *Alyssum murale* raste na serpentinima najčešće u svojti var. *variabile* Nyr. kao i u svojti f. *reichenbachianum* Rupr. To su sve svoje kod kojih su zvjezdaste dlačice na plodovima slabije izražene. Svojta var. *variabile* raste na različitim supstratima, ali se ipak može primijetiti da je dlakavost na plodovima serpentinskih primjera slabija nego na plodovima biljaka sa vapnenca ili dolomita.

Primjerici vrste *Dorycnium germanicum* većinom su jače dlakavi na serpentinu. Posebno iznenađuje ova pojava kod primjeraka sa dolomitnog kompleksa oko Konjica: ovi su znatno manje obrasli dlakama. Prema geografskom položaju kao i prema supstratu ne bi se to moglo očekivati, jer se ne može prepostaviti da su tu uvjeti manje surovi od onih na serpentinu. U vezi s ovom serpentinomorfozom vrlo je interesantna napomena u srednjoevropskoj flori Hegija (IV 3 : 1982) da je prema Kernerovim ispitivanjima *Dorycnium germanicum* iz serpentinske podlage crplo više Ca od vrste *Biscutella laevigata*, iako su obje vrste rasle zajedno na istom staništu. Vjerojatno je upravo sposobnost boljeg snabdijevanja Ca iz oskudne podlage uzorkom da se vrste roda *Dorycnium* tako uspješno odupiru nepovoljnim uvjetima na serpentinima i da su baš na ovom supstratu razvile znatnu polimorfnost. S time u vezi su interesantna i istraživanja Kinzela i njegovih prethodnika (H. Kinzel 1963). Prema tim istraživanjima postoji kod biljaka fiziološka kalcifobnost. Kalcifobne biljke se, naime, normalno razvijaju uz minimalne količine Ca i onda kada rastu na tlu koje je bogato kalcijem, dok fiziološki kalcifilne biljke crpu i na tlu koje je siromašno kalcijem mnogo veće količine vapna nego druge vrste i na podlogama koje su siromašne kalcijem. Ovim posljednjim biljkama pripadaju između ostalog i pripadnici porodica *Compositae*, *Papilionaceae*, *Umbelliferae* i *Cruciferae*, dakle, upravo predstavnici onih porodica koje su obilno zastupane na serpentinima.

Da se gubitak dlakavosti može do izvjesne mjere pripisati nedostatku hranivih tvari, moglo bi se zaključiti i iz primjera vrste *Stachys chrysophaea*, koja je na bolje razvijenim, humusom bogatim podlogama u prilično jakoj mjeri obrasla dlakama.

Vrste koje su iz bilo kojih razloga sposobne da bolje iskorističuju oskudno tlo ne podliježu vjerovatno ogoličavanju. Tako bi pojava glabrescencije bila individualna i svojstvena pojedinim svjetama.

O. Rune je zapazio na nekim serpentinskim svojtama u sjevernoj Švedskoj da su crveno obojene ili da je ovo obojenje intenzivnije na biljkama na serpentinima nego na istim biljkama sa drugih podloga. Ova bi se pojava mogla nazvati purpurescencijom.

### 7) Purpurescencija

Na serpentinima u Bosni mogu se često primijetiti crveno obojeni dijelovi biljaka, i to naročito stabljika i lišće. Ovo obojenje nastaje naročito kod biljaka koje rastu na golin kamenjarima, tj. na jakom svjetlu. Često je to slučaj kod crnuše i vrste *Potentilla maliana*, koje su u stvari elementi šuma, pa se ovdje po svoj prilici radi o zaštitnom bojenju. Ova se pojava može, međutim, primijetiti i na stanovnicima kamenjara. Kod vrste *Sedum ochroleucum*, na primjer, izdanci i listovi poprimaju intenzivno crveno obojenje na lokaliteta koji su izloženi djelovanju jakog svjetla. Prenosom u kulturu, ova se boja u sjeni potpuno izgubi i biljke dobiju normalnu, plavkaštu boju.

Ova se pojava javlja kod biljaka na izloženim staništima i na drugim podlogama, tako da se ne bi mogla smatrati serpentinomorfozom u pravo smislu riječi. Međutim, biljke obojene tamno crveno susreću se vrlo često na serpentinima tako da je ovo svojstvo tipično za neke vrste. *Scrophularia tristis*, na primjer, nazvana je tim imenom zbog ljubičastocrvenkaste tamne boje. *Calamintha alpina* subsp. *hungarica* poprima često tamno ljubičastu boju, tako da se jedva može primijetiti na tamnoj pozadini serpentina; isti je slučaj i kod vrste *Sedum hispanicum* var. *pallidum*.

*Stachys chrysophaea*, također, poprima tamno crvenu boju na sunčanim mjestima. Iz toga se može zaključiti da ova pojava ne zahvaća samo šumske elemente kada dospiju na intenzivno svjetlo.

S ovim obojenjem, koje ima možda zaštitno djelovanje, po svoj prilici je u vezi i druga osobina serpentinskih biljaka, a ona se sastoji u tome što su one bogatije hlorofilom od istovrsnih biljaka na drugim podlogama. Ovo se ne ističe toliko na terenu, vjerovatno zbog toga što tamo skoro nikada nema biljaka sa raznih podloga jedni prema drugim da bi se u ovom smislu mogle uporediti. Ali kod osušenih herbarskih primjeraka koji su tmurne, tamnozelene boje, one se upadno razlikuju od biljaka sa vapnenca, koje su svijetle i žučkasto-zelene. Naročito jasna postaje ova pojava kod biljaka koje su konzer-

virane u FAO-smjesi, u kojoj jedan dio hlorofila prelazi u rastvor. Istovrsne biljke sa serpentina ostaju tamne plavkastozelene boje, dok one sa dolomita, odnosno sa vapnenca postaju blijede, sa žućastom nijansom. Kako je poznato, učinak asimilacije nije proporcionalan količini hlorofila (N. A. Maksimov 1961). Zbog toga i povećana količina hlorofila igra, možda, zaštitnu ulogu kod prejakog osvjetljenja. Ovu je pojavu zapazio i F. Markgraf (1932) u Albaniji, jer je spomenuo da je biljno zelenilo na serpentinu više sivkastozelene boje. Jednim dijelom ovo je njegovo zapažanje vjerovatno u vezi sa glaucesencijom, ali opći dojam koji izaziva vegetacija na golim, tamnim serpentinima, stvarno je tmurnog izgleda, što svakako još više povećava karakter mrtvila na ovom supstratu. U istome radu spominje F. Markgraf nadalje da je boja cvjetova, u suprotnosti s onom kod lišća, često svjetlija na serpentinima. Isto su tako razne tamnije šare na cvjetovima, karakteristične za odnosne vrste, na primjer kod vrste *Digitalis ambigua*, mnogo svjetlijе i manje izražene nego kod primjeraka sa vapnenca. Ova se pojava često može primijetiti na serpentinima u Bosni i mogla bi se nazvati dekoloracijom.

### 8) Dekoloracija

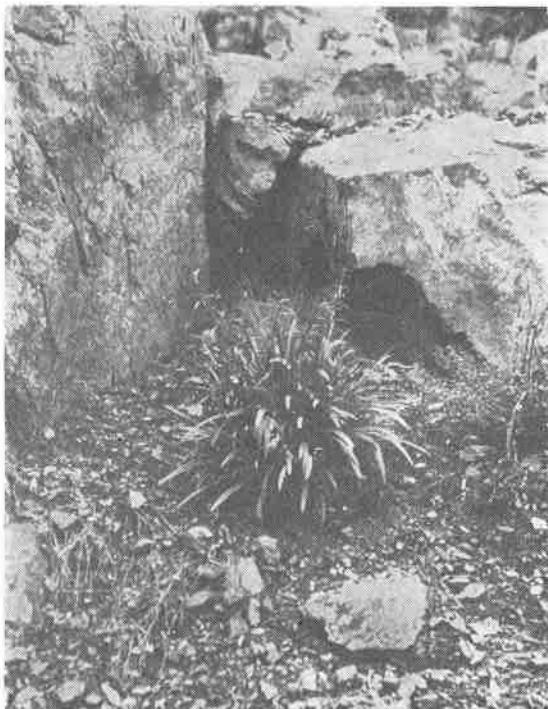
Ovoj se pojavi svakako mogu pribrojati svijetlo obojeni, odnosno potpuno bijeli cvjetovi vrste *Asperula cynanchica* f. *tenuiflora*. Da li je boja cvjetova kod vrste *Centaurea triumfetti* uvjetovana podlogom, ne može se sa sigurnošću reći, jer je teško imati pri ruci žive biljke s obiju podloga, ali izgleda da su cvjetovi ove vrste na dolomitima više azurno plave boje, dok su na serpentinima ljubičasto-crvenkaste. Crvenkasta je nijansa naročito izražena u početku anteze. Privjesci ovojnih listića biljaka na serpentinima skoro su uvijek bijeli ili svijetložuti. Po tome svojstvu pripadaju f. *ochrolepis* Schloss. et Vukot.

Vrstu *Allium sphaerocephalum* našla sam do sada na serpentinima jedino kao var. *bosniacum* Beck. A taj varijetet ima blijedoružičasto do zelenkasto obojene laticice. Često se može, nadalje, primijetiti da su involukralni listići kod mnogih Composita vrlo blijede boje. Ovoj skupini pripada svakako i *Leucanthemum* var. *crassifolium*. Po svoj prilici ova je svojta upravo uslijed svoga rasta na serpentinima izgubila tamni rub po involukralnim listićima. Primjeri sa područja oko vrha Konjuha, gdje je ova vrsta obilno zastupana, imaju u početku anteze češće jasno izraženi tamni rub koji se pri kraju cvatnje sve više gubi.

Vrsta *Leucanthemum leucolepis*, nadalje, na serpentinima je većinom zastupan svojom var. *pallidum* Fiori. Prema S. Horvatiću (1928) ova je svojta najčešća u Hrvatskoj u ljetnim mjesecima, dok je u Bosni najčešća *L. vulgare* subsp. *triviale* var. *pratense* sa svojim formama. Česta pojava svoje var. *pallidum* na serpentinima u Bosni može se pripisati utjecaju podloge, pogotovo zato što postoje mnogi primjeri i kod drugih vrsta koji pokazuju isto svojstvo. Naročito bli-

Slika broj 5. *Halacsya sentneri* (Boiss.) Dörfl. na klasičnom nalazištu na području Moševačkog Siljka kod Maglaja

*Halascya sendtneri* (Boiss.) Dörfl. am klassischen Fundort bei Maglaj.



Slika broj 6. *Notholaena marantae* (L.) Desv. na tipičnom staništu. Naročito je bujna na toplim, zaklonjenim mjestima.

*Notholaena marantae* (L.) Desv. am typischen Standort. Besonders üppig wird sie an warmen, geschützten Stellen.



Slika broj 7. Tipično stanište vrste *Halacsya sendtneri* kod Pribinića. Lijevo se vidi *Thlaspi avalanum* u plodu.

Ein typischer Standort von *Thlaspi avalanum*. bei Pribinić. Links ein fruchtes Exemplar von *Thlaspi avalanum*.



Slika broj 8. Na serpentinskim siparama raste *Scrophularia tristis* i svoja *Silene vulgaris* žbunastog habitusa sa uskim, sitnim lišćem.

Auf Serpentingeröll wächst *Scrophularia tristis* und eine Sippe von *Silene vulgaris* mit stark verzweigtem Habitus und schmalen, kleinen Blättern.





Slika broj 9. *Pinetum silvestris-nigrae seslerietosum latifoliae*.  
Smolin kod Žepča. Borove sastojine na vrlo skeletnom tlu.

Smolin bei Žepče.  
Schwarzkiefernbestand  
auf Skelettboden.



Slika broj 10. Dolina Krivaje. Šuma crnog bora. U sloju niskog rašća dominiraju trave, u prvom redu *Festuca sulcata*.

Schwarzkiefernbestand im Krivajatal. In der Krautschicht dominieren verschiedene Gräser, in erster Linie *Festuca sulcata*.



jedi, svijetlozelenkasti involukralni listići bez i najmanjeg traga tamnijeg ruba nađeni su u okolini Pribinića, kao i na Vijencu kod Svatovca (kotar Tuzla). U poređenju sa svojom *L. leucolepis* var. *pallida*, svojta *L. vulgare* subsp. *triviale* var. *pratensis* je na serpentinima rijetka.

U svoje *Achillea tanacetifolia* subsp. *stricta*, obojenje involukralnih listića pokazuje sve prelaze od smeđe obojenih do vrlo blijedih. Potpuno blijedi su vrlo česti kod biljaka na serpentinima.

Dekoloracija je vrlo česta, nadalje, kod roda *Dianthus*. Na serpentinima u Bosni najčešće je vrsta *Dianthus croaticus* Borb. Ona raste u tipičnom obliku kao i u svim mogućim prelazima prema vrsti *D. carthusianorum*, koju *D. croaticus* na našem teritoriju inače zamjenjuje. Ovojni listići kao i ljske čašice često su vrlo svjetle boje, no mogu biti i zelenkasti, pa se tim svojstvom približuju vrsti *D. liburnicus*. Osim toga oblici su osati, a njihova dužina vrlo je različita. Budući da se to svojstvo, slično boji ljskovih listića čaške, između ostalog iskorišćuje kod ove skupine, kojoj pripada *Dianthus carthusianorum*, i za determiniranje, to je onda razumljivo otežano njihovo tačnije određivanje (A. Hayek 1917).

Da se dekoloracija kod vrste roda *Dianthus* ima stvarno pripisati utjecaju podlage, proizlazi i iz Preissmannovih zapažanja na serpentinima u Štajerskoj. Prema ovim zapažanjima ljske su čašica kod vrste *Dianthus carthusianorum* na mnogim primjercima također svijetlozute boje poput slame (1885).

Opisivanju pojedinih serpentinomorfoza moglo bi se prigovoriti, kao što su to učinili i sami istraživači ovih pojava, da se često radi o karakteristikama koje se mogu primijetiti i na drugim supstratima, te da su prvenstveno posljedica kserotermnih uvjeta, intenzivne svjetlosti itd. Ovi su prigovori u pojedinim slučajevima sigurno tačni i opravdani. Serpentinomorfoze se, međutim, rijetko javljaju pojedinačno; obično se više njih javlja zajedno pa se onda za takve oblike u cjelini može stvarno tvrditi da su tipični za serpentinsku podlogu. *Lotus corniculatus*, na primjer, raste na serpentinskim stijenama sa skraćenim internodijama, zbog čega mu je i habitus više zbijen. Listovi su uži, ali zato deblji i ponešto mesnatiji, a cijela biljka je vjenčnom gola. Ovaj je habitus u cjelini svakako izazvan utjecajem serpentina, čemu može da posluži kao najbolji dokaz činjenica da ova biljka u isto takvom obliku raste i na serpentinima kod Adolfova u Češkoj, gdje ju je F. Novák opisao kao f. *serpentina* (Novák 1928 a). Uli na primjer vrsta *Dorycnium germanicum*, koja na serpentinskim kamenjarima i stijenama poprima zbijen, jastučast rast, te djeluje izdaleka kao grmić vrste *Genista pilosa*. Lišće mu je sitno, usko i sivkaste ili izrazito plavkaste boje. Ovaj se habitus kao cjelina ne može naći na supstratima drugog sastava; on je izraz serpentinske podlage. Kao dokaz može poslužiti slika broj 3 na kojoj su uspoređeni oblici vrste *Dorycnium germanicum* sa serpentina iz centralne

Bosne i sa vapnenca iz Hercegovine, i to iz predjela srednjeg tokaz Rakitnice, koji je poznat po naročito župnoj i vrućoj lokalnoj klimi.

U pogledu roda *Hieracium* ne može se danas sa sigurnošću tvrditi koje su forme, podvrste itd. vezane za serpentin, ali u opisima svojti nađenih na serpentinskim kamenjarima vrlo se često nađe na primjedbe da je lišće usko, da je dlakavost manja, a cvat manje zbijen (*inflorescencija laxa*) u poređenju sa vrstama koje se smatraju ishodišnim oblicima (K. Maly et H. Zahn, 1925, 1929, 1936). U pitanju su dakle osobine koje odgovaraju serpentinomorfozama.

Slično rodu *Hieracium*, i kod drugih plastičnih rodova ove su pojave općenito česte. To naročito vrijedi za robove *Dianthus*, *Alyssum*, *Cerastium*, *Silene*, *Potentilla*, koji su i inače poznati kao polimorfni, pa su se kao takvi pokazali i na serpentinima. Zanimljivo je da kod serpentinofita iz kategorije relikata ove plastičnosti nema, što također može poslužiti kao dokaz za njihovu starost.

## VEGETACIJA

Zbog izuzetnih mikroklimatskih prilika najveće površine biljnog pokrova na serpentinima zauzimaju kserofilni oblici vegetacije. Kserofilnog je karaktera vegetacija stijena, kamenjara i sipara, a istog su karaktera i šume koje izgrađuju crni i bijeli bor kao i hrast kitnjak.

Serpentinini lako podlježu eroziji i odronjavanju. Taj proces postaje naročito intenzivan nakon devestacija šuma i uslijed paše. Zbog toga su na serpentinskim kompleksima tako česte i velike površine skeletnog tla, tj. gole stijene i kamenjari. Na njima se nalaze skupine biljaka koje su najinteresantnije i najtipičnije za serpentinskiju floru, pošto tu nailazimo na sve njezine specifičnosti. Ove su još djelomično sačuvane u kserofilnim šumama, dok se kasnije, razvojem tla, sve više gube.

Kserofilne šume izgrađuju bazifilne zajednice crnog bora i kitnjaka. Za kserofilni tip šume kitnjaka I. Horvat naglašava da je u zapadnoj Srbiji sindinamski povezan sa borovim šumama u razvojnom nizu prema vegetacijskom klimaksu (1959). On je vrlo često zastupan i na serpentinima Bosne i bitno se razlikuje od mezofilnih sastojina kitnjaka i običnog graba srednjoevropskog tipa.

Mezofilne šume na serpentinima u Bosni izgrađuju zajednice reda ilijskih bukovih šuma, od kojih su tu zastupane šume kitnjaka i običnog graba, zatim brdska bukova šuma te šuma bukve i jele. Od zajednica bukovih šuma najveće rasprostranjenje ima svakako šuma bukve i jele, dok su sve ostale šume većinom vrlo ograničenih razmjera. One su pretežno razvijene oko potoka i prate njihov tok do određene visine, dokle još dopire uticaj vode. Uslijed znatnog zakisevljavanja podloge, što se često može primijetiti na serpentinima, nailazimo naročito u brdskoj bukovoј šumi na veliki broj acidofilnih vrsta. Nakon potiskivanja sloja drveća ovi oblici vegetacije prelaze u vrištine.

Razmještaj vegetacije na serpentinima ostvaren je drukčije nego što je to slučaj na područjima sa povoljnijim, mezofilnim uvjetima, gdje je smjenjivanje vegetacijskih jedinica pretežno uslovljeno razlikama u nadmorskoj visini. Na razmještaj vegetacije po serpentinskih kompleksima od najvećeg su uticaja ekspozicija i morfologija terena. Prirodno je da na ovom tamnom kamenju, koje se u ljetnim mjesecima skoro svakodnevno zagrijava do 50 i 60°C, mora izloženost padina bitno utjecati na sastav biljnog pokrova, kao i na razvoj tla, na razlike u vlazi i na sve druge faktore koje su s ovom pojmom u vezi. Od iste je važnosti za razmještaj vegetacije i nagib padina, kao i svojstvo serpentina da brzo podlježu ispiranju baza. Blago nagnute padine ne samo da se manje zagrijavaju od strmih nego su one i manje podložne eroziji, te se tako može nesmetano razvijati tlo koje biljnom pokrovu pruža bolje životne uvjete u pogledu vlage nego skeletni supstrat. Na blago razvijenom reljefu dolazi opet do ispi-

ranja baza. Magnezij, kojim je zasićen adsorpcijski kompleks serpentinskih tala, odupire se u manjoj mjeri ispiranju od kalcijevog iona, te se uporedo s razvojem podloge kao i vegetacije primjećuje sve veće ispiranje baza. Zbog toga je zajedničko nastupanje acidofilnih i neutrofilnih, odnosno bazifilnih elemenata na serpentinima česta pojava. Naročito je zajednica *Ericeto-Callunetum* privukla pažnju istraživača. S time u vezi, na serpentinima se može pratiti stalna promjena u sastavu vegetacije: kserofilni oblici izmjenjuju se sa mezofilnim, serpentinofitima sa acidofilnim vrstama, isto kao što se smjenjuju i zajednice koje odgovaraju dotičnoj sredini.

Bosanska serpentinska zona leži u klimatogenom području bukovih šuma. Međutim, zbog specifičnih uvjeta podloge prirodni razvoj vegetacije znatno je otežan, te je šarenilo u biljnog pokrova, između ostalog, izazvano i smjenjivanjem klimatski i edafski uvjetovanih zajednica. Iz ovog razloga ne postoji ni izraziti razmještaj vegetacije na serpentinima. Mezofilni oblici vegetacije koji bi u stvari trebali da zauzmu visinske predjele, nalaze se pored potoka, u dnu dolina, a prema visini, po strmim padinama, zamjenjuju ih kserofilne skupine biljaka.

Vrlo poučan primjer u uskoj vezi podloge i vegetacije pruža nam uspon na Velež u području Gostovića, i to po njegovoju južnoj padini: tlo je prilično dobro razvijeno, te matični supstrat ne izbjija više na površinu. Na početku uspona, gdje se još osjeća uticaj rijeke, razvijen je lijep *Querco-Carpinetum*; otprilike 150—200 m naviše isčezavaju sve više mezofilni elementi ove zajednice, koja prelazi u hraستovu šumu kserofilnog tipa. Nagib padine iznosi otprilike 10—15°. Čim se ovaj poveća na 20° i više, prelazimo u čiste sastojine crnog bora sa crnušom. Smanjenjem nagiba ponovno se pojavljuje kitnjak, itd., sve do područja vrhova, gdje je teren još suvlij, tako da crnuša sve više ustupa svoje mjesto travama.

Velike razlike koje postoje u pogledu pojedinih ekoloških faktora na različitim staništima mogu se ustanoviti mjerljem koja su izvršena stovremeno u različitim vegetacijskim jedinicama. Dobivene su vrijednosti prikazane u tabeli broj XV. U njoj je prikazan dnevni maksimum vlage i temperature, dobiven za vrijeme toplih, ljetnih dana. Sama su mjerlja vršena svaki sat, i to od 10—14 sati. Evaporacija se odnosi na srednju vrijednost isparavanja u najtoplјim časovima, tj. od 10—14 sati. Te su vrijednosti preračunate u isparavanju  $1 \text{ dm}^2$  na sat. Količina svjetla ustanovljena je svjetlomjerom (General Electric Exposure Meter) a dobivene vrijednosti navedene su u jedinici lux. U sastojinama rijetkog sklopa vršena su mjerlja na suncu i u hladu, jer se razlike u ovim vrijednostima odrazuju na biljnog pokrova u sloju niskog rašča. U gušćim šumama vršena su mjerlja samo u hladu, jer u sloju niskog rašča može insolacija trajati samo kratko vrijeme, tako da učinak na ovu vegetaciju ne može biti znatan. Sva su ovdje mjerlja vršena na mjestima koja leže između 400—500 m nadmorske visine.

Tabela broj XV

Lokalitet Lokalität	Tip vegetacije Vegetationstyp	Relativna vлага u % Relative Feuchtig- keit in %		Tempera- tura na po- vršini ze- mlje Tempera- tur auf der Erdober- fläche		Evaporacija dm <sup>2</sup> /h u cm <sup>2</sup> Evaporation	Količina svjetla u luks Lichtmenge in Lux
		na sun- cu An der Sonne	u hla- du Im Schat- ten	na sun- cu C° An der Sonne	u hla- du C° Im Schat- ten		
Džermanica Vi- šegrad exp. S	Sastojina crnog bora rijetkog sklopa Lichter Schwarz- kieferbestand	22	29	58	39	48.0	20.000- 60.000
Dolina Ljubne, Žepče	<i>Pinetum silvestris- nigrae typicum</i>	30	42	54	38	36.0	25.000- 30.000
Dol. Ljubne kod Žepča	<i>Erico-Querce- tum petreae</i>	37	50	46	32	26.0	3.500
Dolina Ograjnog potoka, Žepče	<i>Potentillo-albae Quercetum</i>	37	59	45	30.5	22.8	3.500
Dol. Ograjnog potoka Žepče	<i>Querco-Carpine- tum</i>	—	60	—	30	16.2	1000- 1500
Mala Rijeka kod Žepča	<i>Fagetum abie- tetosum:</i> dominira jela unter Tannen	—	60	—	29	12.6	2.000- 3.000
— „ —	sastojina u kojoj domin. bukva unter Buchen	—	72	—	27	12.0	500- 1000
Maoča, dolina Krivaje	<i>Pinetum silv. ni- guae seslerietosum rigidae (iznad po- toka)</i> (über einem Bach	—	67	—	18	n. o.	n. o.

Najtipičniji razvoj serpentinske vegetacije ostvaren je na vrlo diseciranom terenu, gdje su kserofilne zajednice razmještene po strim padinama, sve do područja vrhova koji se sastoje samo od oštrih grebena. Na kompleksima sa blagim reljefom, na kojima su i područja oko vrhova razvijena u većim površinama, nailazimo i na šume koje odgovaraju dotičnim visinama. Ove su postojale na Borje planini, gdje su uništene požarom, zatim na zapadnom predjelu kompleksa kod Žepča. Tamo su šume izgrađene od bukava i jele, kojima se na većim visinama pridružuje i smrča. Međutim, i ovdje se brzo smjenjuje sastav biljnog pokrova u zavisnosti od reljefa. Zato je G. Beck, svojevremeno, šume upravo na Smolinu zbog heterogenog njihovog sastava označio kao »čudnovato mijesane sastojine (1901).

U pogledu horizontalnog razmještaja vegetacije postoje znatne razlike između florističkog sastava serpentinskih kompleksa u centralnim predjelima Bosne i onih u istočnoj Bosni. Postojeće razlike unutar lanca serpentinskih nalazišta od Prijedora do Kladnja uvjetovane su reljefnim prilikama pojedinih kompleksa, a ne klimatskim.

Idući prema istočnoj granici Bosne, klima postaje sve suvlja i topila tako da se tip vegetacije oko Višegrada i Rudog razlikuje od onog u srednjoj Bosni. Pošto kod Kladnja, odnosno kod Olova, serpentinskih kompleksa odjednom nestaje, te se ponovo pojavljuju tek na granici Bosne, ne možemo primijetiti postepeni prelaz u florističkom sastavu, već je ovaj naglo ostvaren na kompleksima u istočnoj Bosni. Ovi su neposredno povezani sa serpentinima u zapadnoj Srbiji, zbog čega je i razumljivo da ovi predjeli u florističkom pogledu predstavljaju jednu cjelinu. Borove šume u istočnoj Bosni padaju, prema tome, srpskoj geografskoj varijanti, po Horvatu, dok se hrastove približuju šumi *Quercetum farnetto-cerris*, što se ogleda u sve većem udjelu spomenutih vrsta hrastova u sastojinama, naročito oko Rudog.

Pašnjaka u pravom smislu riječi, tj. dobro razvijene travne formacije, na serpentinima u Bosni nema. Ispaša se vrši po šumama i kamenjarima, te je pod selektivnim utjecajem stoke došlo do nestajanja pojedinih vrsta. U šumama se naročito razmnožila bujad, dok po kamenjarima dominira na ovim površinama *Thymus jankae*, a u istočnoj Bosni *Thymus moesiacus* ili *Alyssum murale*. Vrlo je zanimljivo pratiti razvoj vegetacije na površinama na kojima je u novije vrijeme zabranjena paša. Prema razlikama koje postoje između ovih površina i područja koja su još i danas izložena paši vidi se vrlo zorno taj negativni utjecaj paše na serpentinski biljni pokrov.

Suhe, kserofilne šume lako podliježu požarima, tako da velike paljevine nisu rijetke pojave na serpentinima. Razvoj vegetacije na njima znatno je sporiji nego po paljikama na vapnencu. Razlika među njima postoji i u florističkom sastavu, kao što je različno i smjenjivanje pojedinih stadija prilikom regeneracije biljnog pokrova.

U poređenju sa istovjetnim grupacijama na vapnencima, na serpentinima se općenito može ustanoviti velika jednoličnost u oblicima vegetacije kao i siromaštvo vrsta.

## BAZIFILNE BOROVE ŠUME NA SERPENTINIMA

Prema istraživanjima I. Horvata, borove šume u našem području pripadaju redu *Erico-Pinetalia* Horv. One izgrađuju zajednice sveze *Orno-Ericion*. U zavisnosti od toga da li je ova sveza razvijena na dolomitnoj ili serpentinskoj podlozi, ona je raščlanjena na dvije podsveze, na dolomitnu i serpentinsku. Pri ovome raščlanjivanju I. Horvat je naglasio da su neke od postojećih florističkih razlika između podsveza uvjetovane arealom pojedinih vrsta, a ne podlogom. Ovo je slučaj kod vrste *Polygala chamaebuxus*, na primjer, koja je u sjeverozapadnim predjelima Jugoslavije tipična za dolomitnu svezu, dok je ni u Bosni, kao ni u ostalim krajevima Balkanskog poluostrva, na serpentinu nema. Ova vrsta ne izbjegava, međutim, serpentin kao takav, pošto na ovom supstratu u Bavarskoj i Českoj raste kao pratičac crnuša. (K. Domin 1924, K. Gaukler 1954).

Općenito se može reći da se mnoge vrste koje se ubrajaju u diferencijalne za spomenute podloge mogu smatrati kao takve samo u pojedinim područjima. Tako na primjer od vrsta koje je I. Horvat naveo kao diferencijalne za dolomitnu i serpentinsku podsvezu u Bosni ovoj kategoriji se ne mogu pribrojiti slijedeće vrste: *Anthericum ramosum*, *Calamagrostis varia*, *Molinia litoralis*, *Carex humilis*, *Dorycnium germanicum*, *Asperula cynanchica*, *Veronica jaquinii* za dolomitnu podsvezu, pošto rastu obilno i po serpentinskim nalazištima; *Rosa pendulina*, *Sabiosa leucophylla*, *Silene paradoxa*, *Trifolium alpestre*, *Genista pilosa*, *Primula columnae*, *Bromus pannonicus*, *Cardamine glauca* ne mogu se opet pribrojati diferencijalnim vrstama za serpentinsku podsvezu u Bosni, pošto su ovdje česti elementi na dolomitima.

Borove se šume na serpentinima razlikuju od dolomitnog skupa ne samo po određenim, diferencijalnim vrstama već i po dalnjem njihovom razvoju. Tlo koje nastaje trošenjem serpentinskih stijena podlježe znatnom ispiranju baza, tako da se uporedo s ovim procesom mijenja i sastav biljnog pokrova. Ova se pojava ne može primjetiti na dolomitu, jer ukoliko ovaj i biva zatrpan debelim naslagama humusa, ipak se održava neutralan odnosno bazifilan karakter biljnog pokrova.

Od borovih šuma serpentinskog skupa (*Orno-Ericion serpentonicum* Horv. 1959) izdvojio je I. Horvat na osnovu njihovog geografskog raširenja tri geografske varijante, od kojih su na našem području zastupane *Pinetum silvestris nigrae bosniacum* Murv. u centralnoj Bosni i *P. s. n. serbicum* Pavl. na serpentinima oko Višegrada i Rudog.

Bosanska geografska varijanta odvojena je na temelju Muravljevih istraživanja borovih šuma u okolini Tuzle, koje su, nažalost, ostala neobjavljena (Horvat 1959). Nije mi poznato ni u kojem je predjelu ovaj istraživač radio. Borovih šuma na serpentinima blizu Tuzle nema. Najbliže su sastojine one na rubu Sprečkog polja. Ove nisu

naročito tipične za Bosnu i u njima bijeli bor ima stvarno većeg udjela. Tako ne mogu uporediti Muravljeve podatke s mojim rezultatima.

Upoređujući floristički sastav borovih šuma u centralnim predjelima Bosne s onima u istočnim krajevima, tj. u zapadnoj Srbiji i u istočnoj Bosni, možemo ustanoviti veći broj biljnih vrsta koje su rasprostranjene u jednom od spomenutih predjela dok ih u drugome nema, i obrnuto. Kao što je već spomenuo I. Horvat, ove vrste nisu vezane za borove šume. One su najčešće dijelom biljke kamenjara, koje prodiru u prorijeđene sastojine crnog bora kao i u sastojine hrasta kitnjaka, ukoliko ovaj raste na skeletnoj podlozi. Tako su na kompleksima istočnih predjela zastupane *Crocus veluchensis*, vrsta koja do danas još nije ustanovljena u Bosni, zatim *Stachys scardica*, *Verbascum bosnense* i *Scabiosa dubia*, *Linaria concolor*, koje su sve obilno zastupljene i u istočnoj Bosni. Slijedeće vrste su pretežno stanovnici kamenjara, ali se nalaze i u šumama crnog bora rijetkog sklopa *Alyssum serbicum*, *Echium rubrum*, *Euphorbia glabifolia* i *Astragalus onobrychis*.

U borovim su šumama centralne Bosne zabilježene slijedeće vrste koje nisu nađene u srpskoj geografskoj varijanti: *Cytisus heuffelii* var. *maezeius*, koja je vrsta vezana za tipičnu subasocijaciju, a posebno se razmnožava u paljikama, zatim *Centaurea smolinensis*, *Verbascum austriacum*, *Scabiosa leucophylla*, *Genista pilosa*, *Pulmonaria mollissima*, sve vrste koje rastu i u hrastovim šumama kserofilnog tipa, zatim biljke koje su u stvari češće u kamenjarima, ali se nađu i u borovim sastojinama, kao *Sesleria latifolia* var. *serpentinica*, *Hieracium pavichii* f. div.

Od borovih šuma serpentinskog skupa (*Orno-Ericion serpentinum* Horv. 1959) opisana je zajednica šume običnog i crnog bora (*Pinetum silvestris nigrae serpentinum* Pavl.). Ova je raščlanjena na tri subasocijације, koje su razvijene na području Bosne, i to *Pinetum silvestris nigrae seslerietosum rigidae* Horv., *P. s. n. seslerietosum latifoliae* Horv. i *P. s. n. typicum* Horv.

Asocijacija *Pinetum silvestris-nigrae* zasniva se uglavnom na ispitivanjima izvršenim na Zlatiboru. Na tom je masivu općenito rijedak ogoličen supstrat, i, zahvaljujući blagom reljefu ove planine, jednom nastalo tlo nije erozijom odneseno, ili bar ne u znatnoj mjeri. Prema tome je i bijeli bor čest element, isto tako i breza, dok su čiste sastojine crnog bora rijetke. U Bosni, međutim, čiste sastojine crnog bora izgrađuju prostrane šume, naročito na kompleksima oko Krijava i na nekim predjelima kod Žepča. Na razvijenom tlu njima se pridružuje u znatno većoj mjeri kitnjak, dok bijeli bor igra sasvim podređenu ulogu. Isto tako i breza pripada rijetkim vrstama, koja se uglavnom pojavljuje nakon požara, ali ni tada ne u velikoj mjeri.

U šumama crnog bora dominiraju u sloju niske vegetacije crnuša ili razne trave, uglavnom vrste *Sesleria*, na osnovu kojih su one i raščlanjene na već spomenute subasocijaciјe.

## Borova šuma sa crnjušom, *Pinetum silvestris-nigrae typicum* Horv.

U ovoj subasocijaciji dominira crnjuša. Pošto *Erica carnea* ne uspijeva optimalno na ekstremno suhim staništima, to nailazimo na ovu tipičnu subasocijaciju borovih šuma po sjevernim ili istočnim padinama, kao i po stranama iznad potoka, gdje se penje do većih visina više po hladnim nego li po toplim padinama. Ukoliko su padine manjih nagiba, ove šume su razvijene i na južnim i zapadnim ekspozicijama. Humusni je sloj prilične debljine te iznosi najmanje 20 cm, ali često i mnogo više. On je kompaktnije konsistencije i do izvjesne mjeru može da služi vegetaciji kao rezervoar za vlagu.

Od istovjetnih sastojina sa Zlatibora ovaj se tip razlikuje uglavnom po nedostatku geografskih diferencijalnih vrsta koje su tipične za sloj niskog rašća u Srbiji, dok u sloju drveća u Bosni dominira crni bor.

Od vrsta koje je I. Horvat naveo kao karakteristične za tu subasocijaciju, u ovoj vegetacijskoj jedinici često su u Bosni zastupane *Galium lucidum*, *Genista januensis*, *Daphne blagayana* i *Vicia villosa*. *Daphne blagayana* je vezana za vlažnija staništa, bilo da se radi o vlažnijim lokalitetima u dolinama, bilo o staništima na većim nadmorskim visinama. Vrste *Galium lucidum* kao i *Vicia villosa* rastu u jednakoj mjeri i u drugim subasocijacijama borovih šuma kao i u hrastovim sastojinama kserofilnog tipa. *Aquilegia vulgaris*, međutim, općenito je rijetka vrsta na serpentinima u Bosni; najviše je imao u mezofilnim bukovim šumama.

U Bosni su za tipičnu subasocijaciju vezane *Cytisus heuffelii* var. *maezeius* i *Lathyrus pratensis* var. *densifolius*. Ove su svoje iste visine kao i sama crnjuša, tako da svojim zbijenim rastom i uskim lišćem ne dolazi do izražaja u sagu ove vrste. Isto je to slučaj i kod vrsta *Genista januensis*, *G. pilosa* i *G. germanica*.

Ni druge vrste na koje stalno nailazimo u sagu crnjuše nisu vezane za borove šume; one prate crnjušu i dalje kada sloj drveća ustupa svoje mjesto kitnjaku, pa čak i bukvi i jeli. Ovo vrijedi za vrstu *Poa pratensis*, čije je lišće ovdje često plavkaste boje, zatim za *Galium vernum* i za *Potentilla malyana*. Ostale su vrste naznačene i u drugim tipovima šuma na serpentinima u kojima je crnjuša potpuno iščezla: *Peucedanum oreoselinum*, *Brachypodium pinnatum*, *Epimedium alpinum*, *Scabiosa leucophylla*, *Spiraea ulmifolia*, *Rosa pendulina*, *Potentilla alba*, *Chrysanthemum corymbosum* i druge. Početak zakiseljavanja debelog sloja humusa primjećuje se pojavom acidofilnih elemenata, od kojih ovdje najčešće susrećemo vrste *Vaccinium myrtillus*, *Sieblingia decumbens* i *Danthonia calycina*.

Tipičnoj subasocijaciji najsličnija je po ekološkim zahtjevima subasociacija *P. s. n. seslerietosum rigidae*. Tako se i sagovi trave *Sesleria rigida* često javljaju usred crnjuše. Spomenuta je subasocijacija zastupana po plitkim, humusom bogatim tlima na vrlo strmim,

sjeveru ili istoku okrenutim padinama. Većinom je zastupana na većim visinama, gdje je sadržaj vlage u zraku svakako veći, ali je ima i u dolinama, na lokalitetima koji joj odgovaraju. Spomenuta subasocijacija je razvijena u Srbiji kao i u Bosni, i to naročito na području oko srednjeg toka Krivaje i u istočnoj Bosni. Upoređivanjem florističkog sastava te subasocijacije sa Zlatibora (Z. Pavlović 1951) sa sastojinama u Bosni uočavamo da je na našem području mnogo siromašnija vrstama. Ova trava većinom raste sama, i to po vrlo strmim padinama, gdje stvara velike površine jednoličnih, monotonih grupacija, kao na sjevernoj padini Varda planine kod Višegrada i na sjevernoj i istočnoj padini ispod vrha Konjuha. Češće je razvijena na površinama manjih razmjera i to po sjevernim padinama, bez svake pravilnosti, usred vegetacije drugog sastava. Naročito uzima maha kad se borove šume prorijede.

Ovoj subasocijaciji pripada i vegetacijska jedinica za koju su W. Krause i W. Ludwig (1957) istakli da je u njoj zastupljen najveći broj planinskih elemenata koji se na serpentinima spuštaju na niže položaje. Često su, nadalje, manje grupacije ove subasocijacije zastupane po strmim, kamenitim obalama u određenoj visini iznad potoka, i to naročito na području Krivaje i u istočnoj Bosni. Ona trava ne stvara ovdje složene sagove, već raste u busenima kojima se pridružuju i druge vrste, kao *Festuca amethystina*, *F. sulcata* te mnoge higrofilne vrste, kao *Filipendula ulmaria*, *Aruncus silvester*, *Angelica silvestris*. Zatim se ovdje nailazi najčešće na serpentinsku parat *Asplenium adulterinum*, kao i na mnoge vrste planinskog porjekla. Među ovima se ističu *Cardamine plumierii*, *Selaginella helvetica*, *Carex laevis*, *Asplenium viride*, *Carduus carduelis*, *Cerastium moesiacum* f. *serpentini* i druge. Prema tome je i šarenilo vrsta mnogo veće na ovim staništima, koja pripadaju svakako najhladnjim i najvlažnijim u cijeloj dolini. Zbog toga i planinske vrste nailaze na ovim lokalitetima na prilike koje im najviše i odgovaraju.

Na toplim, vrlo skeletnim i stjenovitim padinama razvijena je treća subasocijacija *P. s. n. seslerietosum latifoliae*. Ova subasocijacija čini u stvari prelaz prema vegetaciji stijena, jer potiskivanjem borovih sastojina, koji su na ovim staništima i onako rijetkog sklopa, počinju se tek optimalno razvijati *Sesleria latifolia* var. *serpentinica*, kao i druge vrste na koje nailazimo u sloju niskog rašća ove vegetacijske jedinice.

Budući da je ova subasocijacija razvijena na vrlo skeletnom tlu, u njem sastojinama nalazi se i najveći broj serpentinofita, kojima pripada i sama *Sesleria latifolia*. Iz toga razloga nailazit ćemo jedino u ovome tipu na vrstu *Halacsya sendtneri*, zatim na serpentinsku parat *Asplenium cuneifolium*, *Notholaena marantae*, kao i na druge stanovnike stijena, među kojima se posebno ističu vrste *Festuca sulcata*, *Stachys chrysophaea*, *Calamintha alpina* subsp. *hungarica*, *Euphorbia montenegrina*, *Genista januensis*, *Galium purpureum*, *Silene longiflora*, *Seseli rigida*, *Carex humilis*, *Bromus pannonicus*, *Cen-*

*taurea micranthos* i druge. Snimke koje su objavili W. Krause i W. Ludwig (1957) sa područja Gostovića ne predstavljaju tipično razvijene sastojine ove subasocijacije, kao što ni na tom cijelome području nije razvijena vegetacija, tipična za serpentine. Razvoj tla na njemu previše je daleko odmakao, zbog čega je skoro u svim vegetacijskim jedinicama zastupan srazmjerne veliki broj mezofilnih vrsta iz reda *Fagetalia*, što se odražava i u florističkom sastavu subasocijacije *serierietosum latifoliae*.

Na najtoplijim, vrlo strmim padinama koje su izložene jugu ili zapadu, možemo primijetiti još jedan stadij šume crnog bora u kojem dominiraju razne vrste trava, na prvom mjestu *Festuca sulcata*. Podloga je plitka, umjereno skeletna, a sloj humusa koji je nastao razlaganjem organskih ostataka iznosi samo nekoliko centimetara. On je suh i praškaste konsistencije. Sloj niskog rašča vrlo je oskudan te se pored spomenute trave, koja apsolutno dominira, nailazi još sporadično na vrste *Festuca vallesiana*, *F. amethystina*, *Bromus pannonicus*, *Calamagrostis varia*, kao i na vrste *Euphorbia montenegrina*, *Dorycnium germanicum*, *Alyssum murale* i druge. Sličan tip borovih šuma u kojima trave, u prvoj redu razne vrste *Festuca*, imaju najveći udio nastao je i na serpentinskim kompleksima u Bavarskoj, Moravskoj i u Austriji, gdje u sastojinama bijelog bora dominira *Festuca glauca*. Naročito su tipične ove šume u Moravskoj, gdje se serpentini nalaze na rubu flore panonskog bazena. U njima su zastupani elementi stepa u tolikoj mjeri da su ove sastojine nazvane šumskim stepama. One se također pribrajaju oblicima vegetacije reliktognog karaktera (Eggler 1955).

#### K SEROFILNE HRASTOVE ŠUME NA SERPENTINIMA

I. Horvat je istakao da skupu borovih šuma na serpentinima u Srbiji pripadaju i brojne sastojine hrastovih šuma, u kojima se tada pojavljuju i neki novi elementi, kao dokaz da su se u tlu zbole važne promjene s obzirom na razvitak vegetacije i tla (I. Horvat 1959. i 1963). Ovaj se razvoj može pratiti i na serpentinima u Bosni u onim slučajevima kada je skeletna podloga na kojoj su redovno razvijene šume crnog bora trošenjem i tvorbom tla prešla u dublji profil. Tada se pridružuje crnom boru bijeli bor, a najčešće hrast kitnjak. Bijeli bor je rijedak element na serpentinima u Bosni. Većinom se pojavljuje pojedinačno u sastojinama crnog bora. Rijetko stvara čiste sastojine, a kad ih stvara nisu nikada velikih razmjera. Mnogo češće se naseljava kitnjak, koji u čistim kao i u mješovitim sastojinama sa crnim borom zaprema najveće površine na serpentinskim kompleksima. Ove su šume kserofilnog tipa, za razliku od šuma kitnjaka i običnog graba. Odsutnost, odnosno prisutnost graba s jedne, kao i vrste *Tilia tomentosa* s druge strane, služi kao odličan indikator za uvjete koje postoje u dotičnim vegetacijskim jedinicama.

Hrastove šume kserofilnog tipa izgrađuju u Bosni zajednice *Eri-co-Quercetum petraea* (K. et L.) Horv. te *Potentillo albae Quercetum* (Pavl.) Horv. subasocijacija *orneto-spiraeetosum* Pavl.

Postepeni prelaz borovih šuma u kserofilni tip šume kitnjaka može se vrlo često posmatrati na terenu. Prvo nastaju mješovite šume bora i kitnjaka, zatim postaje kitnjak sve češći, dok kitnjak najzad ne nadvlada. Sastojine ovog tipa razvijene su od 350—1000 m nadmorske visine, pretežno se nalaze na istočnim padinama, ali nisu rijetke ni na južnim i na zapadnim padinama.

#### Šuma kitnjaka sa crnušom — *Eri-co-Quercetum petraea* (K. et L.) Ht.

Kao što je i borova šuma u kojoj dominira *Erica carnea* razvijena na lokalitetima na kojima je bar sadržaj vlage u zraku veći nego na ekstremno suhim staništima, tako je i tip šume kitnjaka sa crnušom ograničen na slična staništa. U pogledu florističkog sastava ne postoje bitne razlike unutar borovih i hrastovih šuma u sagu crnuše. Iz toga proizlazi i genetska srodnost ovih vegetacijskih jedinica. Postojeće se razlike ogledaju u postepenoj smjeni bazofilnih i acidofilnih, kao i kserofilnih odnosno mezofilnih elemenata. Iste ove razlike postoje i onda kada je u sloju drveća bijeli bor smijenio crnog.

Neke vrste, tipične za kserofilne šume na serpentinitima, naročito su zastupljene u šumi kitnjaka sa crnušom. To su, na primjer, *Epinedium alpinum*, *Potentilla alba*, *Galium vernum*, *Betonica officinalis*, *Poa pratensis*. Od acidofilnih elemenata često su zastupani *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Potentilla erecta* i druge, koje se mogu naći već i u sagu crnuše pod crnim borom, ali se tu više radi o pojedinačnim pojavama. One postaju sve češće, tako da ih ima najviše, kao što je već rečeno, u sastojinama kitnjaka. Daljnjim razvojem *Calluna vulgaris* može sve više nastupati i vremenom potpuno potisnuti crnušu.

Kao što je poznato, crnuša je u stvari neutrofilna biljka, ali ona može da izdrži i znatno kiselu sredinu. Ovo dokazuju i naša istraživanja prema kojima se u tlu pod sagom crnuše može ustanoviti postepeni prelaz neutralne reakcije prema kiseloj, kao i smanjenje stepena zasićenosti bazama adsorpcijskog kompleksa ( $Vu\%$ ), i to od borovih sastojina prema hrastovim. Tako padaju, na primjer, pH vrijednosti suspenzije tla u vodi od 6,80 do 5,16, a u n-KCl od 5,47 do 4,40, dok vrijednost  $Vu\%$  od 90,07 do 49,80.

Svojstvo crnuše da podnosi i znatno kiselu sredinu omogućuje ovoj vrsti da se nakon nestanka borovih šuma još uspješno održava i u šumama koje su njoj u stvari strane. Tako se daljnjim razvojem tla naseljava na odgovarajućim mjestima bukva, pa čak i jela, dok se u sloju niske vegetacije zadržala crnuša sa svojim tipičnim pratićicama. Jedino zbog jačeg zasjenjenja, u šumi bukve i jela vrsti *Erica carnea* nedostaje potrebna količina svjetla, pa zbog toga se ona i ne prostire više u vidu složenog saga, već tu stvara samo veće ili manje skupine.

## Šuma kitnjaka i bijelog petolista (*Potentillo albae-Quercetum* (Pavl.) Horv.

Drugom tipu šume kitnjaka na serpentinima u Bosni pripada zajednica šume kitnjaka i bijelog petolista. Ovu je zajednicu opisala Z. Pavlović sa Zlatibora, tako da postoje već iz geografskih razloga određene razlike prema sastojinama u Bosni. Međutim, prema mnogobrojnim zajedničkim crtama, šume su u Bosni ipak najsrodnije spomenutoj zajednici, i to najkserofilnijoj njenoj subasocijaciji, *ornospiraeetosum* Pavl.

U sloju niskog rašća potisnuta je *Erica carnea*, tako da je tu, kao i na Zlatiboru, ova šuma bogata termofilnim vrstama, kao što su na primjer *Fraxinus ornus*, *Cotinus coggygrya*, *Prunus mahaleb*, *Cytisus nigricans*. Vrste *Spiraea media*, naprotiv, u našim sastojinama nema.

Ova je šuma zastupana na plitkim, skeletnim tlima, tako da je i kitnjak tu kržljavost rasta, sa slabo razvijenim krošnjama, u kojima su glavne grane, kao i sam vrh, na kraju osušeni. Šume su rijetkog sklopa, kao što je i sloj niskog rašća vrlo oskudan. Prema florističkom sastavu ova se vegetacija ne razlikuje mnogo od sloja niskog rašća u borovim šumama, ali je ipak mezofilnijeg karaktera. No razvojem tla i vegetacije i u ovom tipu šume uvjeti postepeno postaju mezofilniji, tako da češće nailazimo na vrste *Acer tataricum*, *Pirus piraster*, *Asarum europaeum*, *Prunella vulgaris*, *Euphorbia amygdaloides*, *Fragaria vesca*, *Sympyrum tuberosum*, *Brachypodium silvaticum* i druge. Daljim razvojem može čak doći do ispiranja baza, što se primjećuje pojavom vrsta kao što su *Calluna vulgaris*, *Genista ovata*, *Potentilla erecta* i druge. No ovaj je razvoj ipak rijedak.

U sastojinama gušćeg sklopa ove su šume vrlo siromašne vrstama pa se u većoj mjeri u njima mogu samo još ustanoviti vrsta *Rubus hirtus* koja često sama pokriva velike površine, a mjestimično i *Pteridium aquilinum*. Šume su spomenutog sastava vrlo česte te se u stvari mogu smatrati klimaksom u razvoju kserofilnog tipa šume kitnjaka na serpentinu.

*Rubus hirtus* izbjegava podlogu vapnenca te mu je serpentinski supstrat očito vrlo povoljan. Prolazom na vapnence, kao na primjer na Rapte planini u području Gostovića, ove vrste odmah nestaje, dok mali broj primjeraka daleko zaostaje u veličini za onim bujno razvijenim na serpentinu.

Potiskivanjem šume kitnjaka i bijelog petolista, devastacijom ili uslijed požara, razmnožava se često ruj-*Cotinus coggygrya*, koji onda stvara samostalne, prostrane skupine. Te su sastojine češće i na siparima, i to na grubo skeletnom tlu, gdje umnogome doprinose vezivanju podloge. Naročito su velikih razmjera u istočnoj Bosni, gdje su često čitave padine brda, od podnožja do grebena, pokrivene rujom. Ove su sastojine vrlo guste i neprohodne. Ruju se pridružuju još jedino *Prunus mahaleb* i *Acer tataricum*, ali i to samo pojedinačno, dok je zeljastim, niskim vrstama tu onemogućen razvoj. Jedino

na golim i neobraslim mjestima nailazimo na predstavnike kamenjara, dok pod samim grmljem biljkama kamenjara nedostaje svjetlo.

Ruj vrlo često prevladava nakon požara. Prema kazivanju starih mještana, u prošlim vremenima borove šume su namjerno paljene radi dobivanja rujišta. Zbog sadržaja tanina lišće je ruja imalo za vrijeme turske vladavine veliku primjenu pri štavljenju koža. Dvije do tri godine nakon požara nastala su rujišta, tako da se lišće sabiralo i prodavalo u staru tvornicu kože i obuće u Visokom.

Našim šumarima na terenu poznata je pojava da se ruj lako razmnožava poslije požara. Oni je pripisuju snažnom umnožavanju rujevog korijenja.

#### M E Z O F I L N E   Š U M E

Mezofilnim šumama na serpentinima u Bosni pripadaju zajednice-reda ilirskih bukovih šuma (*Fagetalia illyrica* Horv. 1963). Na vrlo zakiseljenim tlima u njihov sastav ulazi veliki broj acidofilnih vrsta koje pripadaju redu *Quercetalia robori-petraea*.

Za optimalan razvoj ilirskim bukovim šumama potrebne su znatne količine vlage a naročito dovoljno oborina ljeti, kao i dublja naslaga zemlje bazične, neutralne ili ne odviše kisele reakcije. Tlo je zasićeno bazama i većinom vrlo plodno (I. Horvat 1938, 1962).

Ovi uvjeti, međutim, nisu ostvareni na serpentinima, što se ogleda prije svega u načinu rasprostranjenja njihovih mezofilnih šuma. Ove rijetko zapremaju velike površine, kao što bi to bilo prirodno za tipove šuma koje predstavljaju klimaks biljnog pokrova u brdskoj i montanoj zoni Bosne, već se povlače na njima odgovarajuće lokalitete, koje su često vrlo ograničenih razmjera. Nalazit ćemo ih u dolinama pored potoka i rijeka, po padinama blagog nagiba i sa debelim slojem razvijenog tla, po sjevernim ili istočnim stranama ili na većim nadmorskim visinama, ukoliko su područja oko vrhova brda razvijena u većim površinama.

U pogledu florističkog sastava postoje takođe mnoge razlike, koje se uočavaju kad usporedimo pojedine vegetacijske jedinice na serpentinima s onima na vaspencima.

Ove se razlike ne ogledaju u bitno izmijenjenoj garnituri karakterističnih vrsta, nego u općem siromaštvu vrstama, što se može primjetiti u svim tipovima mezofilnih šuma na serpentinima.

Mezofilne su šume zastupane na serpentinima svezom šume kitnjaka i običnog graba (*Carpinion betuli illyrico-podolicum* Horv.), kao i svezom bukovih šuma (*Fagion illyricum* Horv.).

#### Š u m a   k i t n j a k a   i   o b i č n o g   g r a b a   (*Querco-Carpinetum croaticum* Ht.)

Prema istraživanjima I. Horvata, ova šuma se prostire po kontinentalnim predjelima na zapadu naše zemlje, tj. po vlažnijim i toplim područjima, dok se na istoku, gdje je kontinentalnost klime jače izra-

žena, povlači na vlažnija i sjenovita staništa 1958). Tako je s tim šumama i na serpentinskim nalazištima, samo što ovdje južne padine ne zauzimaju šume sladuna i cera, kao u Srbiji, već suši tip hrastovih šuma, asocijacija *Potentillo albae-Quercetum*, koji je genetski povezan sa borovim šumama na serpentinu. Zbog toga nailazimo u ovoj šumi na vrste koje su karakteristične za svezu *Orno-Ericion*, što nije slučaj u mezofilnim satsojinama šume kitnjaka i običnog graba. Ove su pretežno sastavljene od vrsta reda *Fagetalia*, međutim, zbog ograničenosti površina koje zauzimaju na serpentinima, ove sastojine nisu ni mogle doći do punog razvoja, kakav je za njih inače karakterističan.

Kako su šume kitnjaka i običnog graba najčešće razvijene pored potoka, u njima se često nalaze elementi poplavnih šuma (W. Krause i W. Ludwig, 1957). Po brdima ove vrste naravno nestaju.

Kao i u svim tipovima mezofilnih šuma na serpentinima, tako se i u ovom tipu pojavljuju acidofilni elementi, kao, na primjer, *Calluna vulgaris*, *Sieblingia decumbens*, *Agrostis vulgaris* i druge. Pojava je takvih biljaka uvjetovana procesom ispiranja baza na serpentinima.

Unutar asocijacije *Querco-Carpinetum croaticum* opisane su četiri subasocijacije, od kojih je subasocijacija *erythronietosum* vezana za dublja, kiselija tla, koja su oskudna vapnom (Horvat 1938, 1963). Zato je ona vjerovatno i naјsrodnija sa sastojinama na serpentinu. Upoređivanjem ove subasocijacije sa subasocijacijom *staphyletosum*, koja je razvijena na tlu bogatom vapnom, kao i upoređivanje obiju ovih subasocijacija sa sastojinama na serpentinu, od posebnog je interesa, jer nam postaju jasne neke pojave u vegetaciji na serpentinima uopće. Upoređujući floristički sastav spomenutih subasocijacija dolazimo do uvjerenja da je na tlu koje je dobro opskrbljeno vapnom bogatstva vrsta daleko veće. Na podlozi koja oskudijeva u vapnu mnogih vrsta uopće nema, dok su postojeće biljke u znatno manjem broju primjeraka nazočne. Na serpentinima je oskudica u vrstama još veća, tako da ovdje nema čak ni mnogih vrsta koje su inače obilno zastupane u subasocijaciji *erythronietosum*. Tako, na primjer, *Corylus avellana*, *Lonicera caprifolium*, *Crocus vernus*, *Pulmonaria officinalis*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum opulus*, *Evonymus europaeus*, *Viola silvestris*, *Stellaria holostea* i druge. Naročito je posljednja vrsta rijetka na serpentinima, tako da njena pojava тамо predstavlja izuzetak. Nadalje, u sastojinama na serpentinu češće susrećemo vrste koje su u Hrvatskoj vezane za subasocijaciju *staphyletosum* ili su pak u njoj češće, kao što su, na primjer, *Sorbus torminalis*, *Solidago virga aurea*, *Quercus cerris*, *Brachypodium silvaticum*, *Moehringia trinervia*, *Salvia glutinosa*, *Pirus piraster* itd. Po ovim se primjerima vidi da nedostatak vapna nije jedini uzrok postojećim razlikama u florističkom sastavu.

Kako proizlazi iz tabele koju je Horvat objavio 1938. godine, vrsta *Robinia pseudacacia* uopće izbjegava podlogu koja je siromašna vapnom. Na serpentinima ova vrsta obilno uspijeva svagdje gdje god je

bila uzgojena ili slučajno unesena, kao, na primjer, u dolini Ograjnog potoka kod Žepča, ili na serpentinskim siparima sjeverno od Zvornika. Na ova lokaliteta došlo je do razvoja debelog sloja humusa pod okriljem bagremovih stabala.

Neke od spomenutih vrsta koje su rijetke u šumskim sastojinama na serpentinu susreću se češće pored seoskih puteva, oko oranica i na sličnim mjestima, gdje su uvjeti ishrane svakako povoljniji. Tako su, na primjer, vrste *Ligustrum vulgare*, *Evonymus europaeus*, *Corylus avellana*, *Acer campestre*. To je vjerovatno i razlog što su spomenute vrste rijetke na serpentinskoj podlozi.

Karakterističnim vrstama asocijacije ili sveze šume kitnjaka i običnog graba pripadaju vrste *Epimedium alpinum*, zatim *Galium vernum*, vrste koje imaju najveću nazočnost na tlima koja su siromašnija bazama, te *Melica nutans*. Na serpentinima se nalaze ove vrste u svim tipovima šume, no ipak najviše su prisutne u sagu crnušte, pri čemu je svejedno da li je dominantna vrsta drveća crni ili bijeli bor ili pak hrast kitnjak.

Malom broju vrsta koje su na serpentinima stvarno optimalno zastupljene u šumi kitnjaka i običnog graba, pripadaju *Crataegus monogyna*, *Juniperus communis*, *Rhamnus frangula* i *Acer tataricum*. *Crataegus monogyna* i *Juniperus communis* razmnožili su se, kao i na drugim područjima, pod utjecajem intenzivne paše, *Rhamnus frangula*, a posebno *Acer tataricum*, rastu u jednakoj mjeri i u sastojinama lužnjaka. Prema tome ne mogu se ubrojiti u karakteristične vrste asocijacije *Querco-Carpinetum croaticum*. One služe više kao indikator za jačinu vlage, odnosno za mezofilne uvjete u dotičnim šumama.

Od biljaka kojih u Hrvatskoj ima obilno u šumi kitnjaka i običnog graba, rastu na serpentinima još i niže navedene vrste. Međutim, one su mnogo češće zastupane u bukovim šumama: *Cicerbita muralis*, *Circaeae lutetiana*, *Euphorbia amygdaloides*, *Galium schultesii*, *Anemone nemorosa*, *Aposeris foetida*, *Asperula odorata*, *Salix caprea*, *Salvia glutinosa*, *Knautia drymeia*, *Ranunculus lanuginosus* (zapravo *R. polyanthemus*) *Gentiana asclepiadea*, *Daphne mezereum*, *Sanicula europaea* i druge. Većina ovih biljaka pripada svojstvenim vrstama sveze i reda. Međutim, one su ipak u Hrvatskoj izdašno zastupljene u šumi kitnjaka i običnog graba, dok ih u ovom tipu šume na serpentinima gotovo i nema. Izvan svake je sumnje da ova pojava na serpentinima nije uvjetovana samo time što su bukove šume kao i šume kitnjaka i običnog graba međusobno srodne. Sastojine su asocijacije *Querco-Carpinetum* općenito ograničenih razmjera te je prirodno da se mezofilni elementi naseljavaju na staništima na kojima nailaze na uvjete koji odgovaraju njihovim zahtjevima. Zbog toga je i otežano na serpentinima razvrstavanje mezofilnih sastojina u određene kategorije. Na veću povezanost mezofilnih sastojina sa bukovim šumama, koja proizlazi kao posljedica spomenutih odnosa, ukazali su i W. Krause i W. Ludwig 1957. godine. Kada upoređujemo sve pojave po ko-

Slika broj 11.  
*Pinetum silvestris-nigrae  
seslerietosum rigidae.*

Konjuh područje vrhova. Vegetacija niskog rašća sačinjava gusti sag vrste *Sesleria serbica*.

In der Gipfelregion des Konjuh. Die Krautschicht wird von einem dichten Teppich aus *Sesleria serbica* gebildet,



Slika broj 12. *Pinetum  
silvestris-nigrae typi-  
cum.*

Područje Smolina kod Žepča. Sastojina bijelog bora sa crnušom.

Weisskefernbestand mit *Erica carnea* in der Nähe des Smolin bei Žepče.



Slika broj 13. Područje Javorja kod Pribinića. Suma kitnjaka sa crnjušom i vrstom *Calluna vulgaris* u sloju niskog rašča.

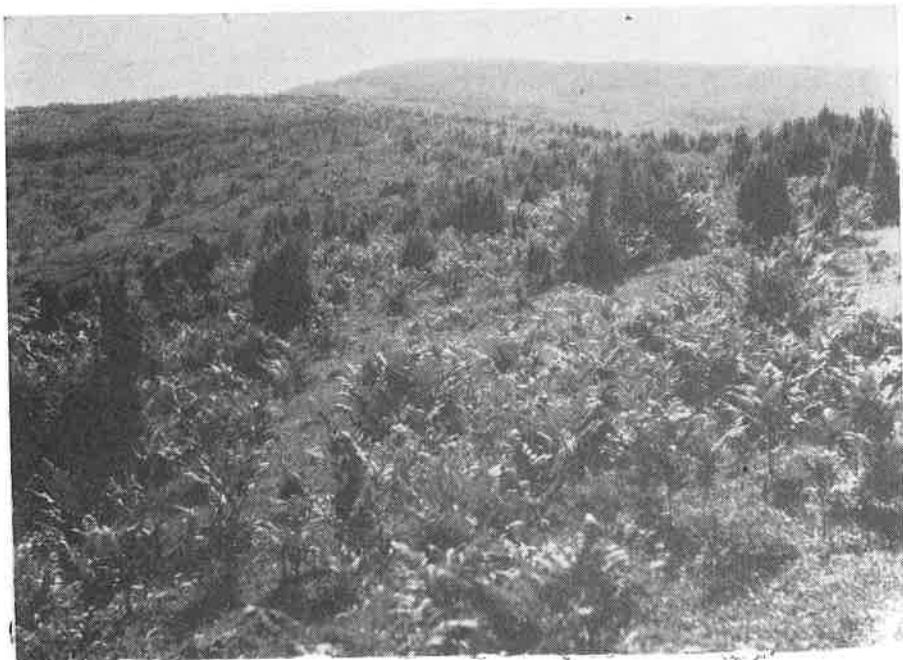
Javorjegebiet bei Pribinić. Traubeneichenwald mit Mischbeständen aus *Erica carnea* und *Calluna vulgaris* im Unterwuchs.



Slika broj 14. Dolina Ljubne kod Žepča. Tip potoka na serpentinima. Potoci teku u vrlo kamnitom koritu; strme padine pokrivenе su borovim šumama koje su praćene crnjušom ili travama.

Ljubnatai bei Žepče. Typischer Bach in Serpentingegebieten. Die Bachbette sind sehr steinig und werden von Steilhängen begrenzt die meist von Schwarzkiefern bewachsen sind. Im Unterwuchs herrschen Erika oder Grasarten vor.





Slika broj 15. Blago razvijen reljef na rubu Ozrenskog kompleksa. Brežuljci su pokriveni vegetacijom vrština.  
Das sanftwellige Hügelland am Rande des Ozrenkomplexes ist von einer Heidevegetation bedeckt.

Slika broj 16. Kik kod Žepča. Razlike u biljnном pokrovу vrlo су izrazite na padinama raznih ekspozicija. Južne su padine gole do samog podnožja, dok su sjeverne pokrivene šumom. Granica se nalazi tačno na grebenu. Samo u vlažnijim uvalama nai-lazimo na šumarke ili šikare.

Kik bei Žepče. Die Unterschiede in der Pflanzendecke auf Hängen verschiedener Exposition sind sehr ausgeprägt. Die südlich exponierten Hänge sind oft kahl, während die nördlichen von Wäldern bedeckt werden. Die Grenze verläuft streng dem Kamm entlang.





đima se šume kitnjaka i običnog graba na serpentinima razlikuju od onih na vapnencima, pada prije svega u oči veliko siromaštvu vrsta. Tako u sloju drveća pored edifikatora kitnjaka i običnog graba, rijetko nailazimo na druge vrste, kao, na primjer, na *Prunus avium*. I. Horvat navodi da u Hrvatskoj ne postoje veće površine ove šume i da trešnja nije obilno zastupljena u sloju drveća i grmlja. To je pojava koju ćemo uzalud tražiti na serpentinu.

### Bukove šume (*Fagion illyricum* Horv.)

Na serpentinima u Bosni bukove šume su predstavljene s dvije subasocijacije: brdskom bukovom šumom (*Fagetum croaticum montanum*) i šumom jele i bukve (*Fagetum croaticum abietetosum*). Većinom su ograničene na strme sjeverne padine ili na vlažni pojas oko rijeka u dubokim dolinama. Rijetko stvaraju visinski pojas iznad drugih oblika vegetacije, kao, na primjer, na zapadnom dijelu kompleksa kod Žepča.

### Brdska bukova šuma

Pod umjerenim uslovima u Hrvatskoj, brdska bukova šuma izgradije dvije subasocijacije, i to *Fagetum croaticum montanum lathyretosum* na suhim, bazičnim do umjereni kiselim, a druga, *F. cr. m. corydaletosum*, na vlažnim, vrlo humoznim tlima. Uvjeti za obje ove subasocijacije očito ne postoje na serpentinu, i to ne samo zbog nedostatka vapna nego i zbog nedostatka vlage. Ovo se može zaključiti na osnovu činjenice da se najveći broj vrsta — tipičnih za brdske bukove šume, okuplja u vlažnijem tipu, u šumi bukve i jele, dok su brdske bukove šume na serpentinu vrlo siromašne vrstama i prilično rijetke. Ipak, postoje lijepe šume, iako manjih razmjera, na svim skupinama serpentinskog kompleksa, pa čak i u toploj istočnoj Bosni. Po florističkom sastavu one su vrlo siromašne vrstama. U sastojinama gustog sklopa nailazimo često samo na podmladak bukve, ili su one skoro bez niskog rašča, a u tom slučaju tlo je pokriveno debelim slojem suhog opalog lišća. Najčešće se tu još nalazi borovnica, *Vaccinium myrtillus*. Jedan facijes bukovih šuma sa borovnicom spomenuo je I. Horvat (1938) s napomenom da je edafski uvjetovana i da nastaje kao odraz ispiranja baza. Na serpentinima se ova pojava može često primijetiti, pošto su brdske bukove šume skoro isključivo ograničene na sjeverne i istočne padine, koje su vlažnije i humoznije, te već iz toga razloga lakše podliježu zakiseljavanju. *Vaccinium myrtillus*, međutim, nije vezan za brdsku bukovu šumu; on raste i u šumi bukve i jele, kao što se nađe i u sagu crnuši.

Vrste koje na serpentinima najobilnije rastu u brdskoj bukovoj šumi, u stvari, su samo *Euphorbia amygdaloïdes*, *Anemone nemorosa* i *Sanicula europaea*. Češće tu nailazimo i vrste *Rosa pendulina*, *Asperula odorata*, *Lilium martagon* i *Galium vernum*. Međutim, ove biljke rastu i u šumi bukve i jele. U florističkom se sastavu *Fagetum croa-*

*ticum montanum* razlikuje možda više po tome što se u njegovim sastojinama još tu i tamo mogu zabilježiti i vrste iz prethodnih stadija, koje samo rijetko prelaze u *Fagetum montanum abietetosum*, kao, na primjer, *Armenia agrimonoides*, *Cytisus hirsutus*, *Potentilla alba*, *Primula vulgaris* i druge.

Razlike između sastojina na vapnencu i na serpentinu vrlo su izrazite. To je možda uvjetovano već time što se bukove šume na serpentinima nalaze na vrlo kiselim tlima, dok su tipični stanovnici ovih šuma većinom neutrofilne biljke. Većeg broja predstavnika bukovih šuma na serpentinima uopće nema, ili su oni vrlo rijetki, kao, na primjer, *Cyclamen europaeum*, *Allium ursinum*, *Paris quadrifolia*, *Arum maculatum*, *Actaea spicata*, *Lathyrus vernus*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Isopyrum thalictroides* i druge. Ali i vrste koje se češće nalaze u bukovim šumama obično se razlikuju u rastu od onih sa vapnene podloge: *Asperula odorata*, na primjer, koja na vapnu pokriva velike površine, raste na serpentinima samo pojedinačno i rijetko, *Cardamine bulbifera* takođe je vrlo rijetka vrsta na serpentinu. Općenito nedostatak raznih vrsta roda *Cardamine*, koje su inače tipične za bukove šume, posebno su istakli W. Krause i W. Ludwig 1957. godine.

### Šume bukve i jеле

Miješane šume bukve i jele znatno su bogatije vrstama. Najveći broj vrsta, inače značajnih za bukove šume, mogu se naći i u ovim sastojinama. Upoređivanjem oba tipa bukove šume zapažamo da u brdskoj bukovoj šumi zapravo ne postoji posebne vrste koje ne bi rasle i u šumi bukve i jele, dok smo u ovoj zapazili vrste kojih nema u brdskoj bukovoj šumi. Te se onda mogu smatrati diferencijalnim vrstama. Ovima pripada *Ilex aquifolium*, *Ruscus hypoglossum*, *Luzula maxima*, *Cirsium erysithales*, *Pirola secunda*, *Daphne laureola*, sve pretežno atlantske vrste. Biljke koje su znatno više rasprostranjene u šumi bukve i jele jesu, između ostalog, *Veronica latifolia*, *Salvia glutinosa*, *Daphne mezereum*, *Galium schultesii*, *Digitalis ambigua*, *Knautia drymeia*, *Circaea lutetiana*, *Oxalis acetosella*, *Festuca drymea*, *Euphorbia carniolica*, *Melampyrum silvaticum*, *Fragaria vesca*, *Nephrodium filix mas* a naročito *Nephrodium filix femina*. Kako vidimo, među ovim biljkama nalaze se i vrste koje su karakteristične za šume kitnjaka i običnog graba.

U šumi bukve i jele *Vaccinium myrtillus* takođe je čest element iz čega proizlazi, slično kao i kod češće pojave vrste *Blechnum spicant*, da se tu radi o daljem jačem zakiseljavanju. U višem pojasu ovim sastojinama često se pridružuje smrča, ali ova vrsta se pojavljuje ponekad u većoj mjeri i u nižim položajima.

Za razvoj te šume, kao uostalom i za razvoj subalpske bukove šume, nisu ostvareni uvjeti na serpentinima u Bosni, pošto najviše uzvisine nisu veće od 1.300 m.

U nekim se bukovim sastojinama u prizemnoj vegetaciji nailazi na crnjušu, u čijim jastucima rastu iste vrste koje smo našli i u boro-vim šumama, kao, na primjer, *Daphne blagayana*, *Galium vernum*, *Epimedium alpinum*, i druge. Izgleda kao da se tu radi o ostacima iz prijašnjih sastojina, u kojima se izmijenio samo sloj drveća. Inače je *Rubus hirtus*, kao i u ostalim oblicima vegetacije na serpentinu, i ovdje prilično čest.

Vrste *Rhamnus fallax*, koja je tako česta na vagnencima, na serpentinima uopće nema, što se naročito izražava u izgledu te šume. Mnoge su vrste opet znatno rjeđe na serpentinu, kao, na primjer, *Galium rotundifolium*, koji na vagnencima čak pripada diferencijalnim vrstama zbog svoje obilne rasprostranjenosti u šumi bukve i jele. Na serpentinima je rijetka i nikada ne stvara veće skupine kao na vagnencima, što je isto tako slučaj i sa vrstom *Asperula odorata*, o čemu je već bilo govora.

Da je stvarno nedostatak vapna jedan od glavnih razloga za spomenutu pojavu, vidi se po naglim promjenama u biljnem pokrovu, čim prelazimo na susjedna područja koja su izgrađena od ovih stijena. Nadalje, bukove šume u istočnoj Bosni, gdje su serpentini nešto bogatiji vapnom, stvarno su bogatije i vrstama. Tako sam jedino u bukovim šumama istočne Bosne našla vrstu *Senecio nemorosa*, dok su druge biljke koje sam u centralnim predjelima Bosne mogla naći samo rijetko i pojedinačno, ovdje ipak češće, kao *Arum maculatum*, *Paris quadrifolia*, *Viola silvestris*, *Ribes petraeum*, *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus nigra* i druge. Ova bi pojava bila u skladu sa Kruckebergovim rezultatima kojima je dokazao da je nedostatak vapna odlučan za razvoj biljaka na serpentinu (1954).

Šume bukve i jele znatno su bogatije vrstama nego čiste sastojine brdske bukove šume. Ova se pojava može objasniti time što šume bukve i jele zauzimaju ipak najveće površine od svih ostalih tipova mezofilnih šuma. Međutim, izgleda da i svojstva podloge nisu bez uticaja na formiranje pojedinih tipova bukovih šuma. Kako proizlazi iz naših analiza, tla u šumama bukve i jele većinom su bolje opskrbljene bazama i manje su kisela od tala u sastojinama brdske bukove šume. Pri tome je zanimljivo da su čisti jelici, tj. površine na kojima dominira jela, bogatije bazama i samo umjereno kisele, kao što se vidi na sljedećoj tabeli:

Da li ovdje stvarno postoji neka zakonitost, moraće pokazati analitički podaci nakon ispitivanja većeg broja sastojina. Ali i ovaj mali broj podataka dokazuje da karakter podloge pod šumom bukve i jele bolje odgovara zahtjevima vrsta koje izgrađuju sveze bukovih šuma, jer se ove optimalno razvijaju na bazičnoj ili umjereno kiseloj podlozi. Bolja opskrbljenost hraničima bez svake je sumnje jedan od razloga što miješane šume bukve i jele stvaraju najtipičniju zajednicu iz sveze bukovih šuma na serpentinima, tj. da u njoj nailazimo

**Tabela broj XVI**

Lokalitet i tip vegetacije Lokalität und Vegetationstyp	pH u		Vu%
	H <sub>2</sub> O	n-KCL	
Brdska bukova šuma <i>Fagetum croaticum montanum</i>			
Rudo, pod Sirovom Glavom	5.80	4.60	52.51
Ozren, Krvavac	5.76	4.93	54.41
Krivaja, Maoča	4.60	3.60	19.00
Ozren, dolina Jadrine	4.50	3.70	20.80
Šuma bukve i jеле <i>Fagetum croaticum abietetosum</i>			
Careva Čuprija-Krivaja, dominira jela	6.70	5.60	88.63
Krivaja, Pobilje dominira jela	6.40	5.70	88.11
Žepče, Mala Rijeka	5.82	5.25	81.25
Ozren, Brezici	5.30	4.80	60.08

na najveći broj biljnih vrsta svojstvenih njezinim zajednicama. Isto tako proizlazi iz podataka dobivenih od uzoraka tla pod brdskom bukovom šumom da je ispiranje baza daleko odmaklo. Prema klasifikacijama koje je objavio I. Horvat (1949), ova tla pripadaju već umjereno do jako podzoliranim tlima u pogledu zasićenosti adsorpcionog kompleksa, dok bi biljke ovih podloga na osnovu pH pripadale srednje do jako acidofilnim vrstama. Ova svojstva nisu u skladu sa zahtjevima elemenata koji su tipični za bukove šume. Stvarno i primjećujemo sve češću pojavu acidofilnih elemenata u njezinim sastojinama. Vrsta *Calluna vulgaris* ovdje je česta biljka, te prema stepenu razvitka sloja drveća zaprema veće ili manje površine. Njoj se pridružuju i druge acidofilne biljke, kao, na primjer, *Potentilla erecta*, *Sieblingia decumbens*, vrste roda *Cladonia* i druge, tako da ove sastojine postaju sve srodnije tipu bijelogoričnih šuma na kiselim supstratlima, tj. zajednicama reda *Quercetalia robori-petraea*. Ovima pripadaju i kestenove šume. Stvarno i nailazimo na veliki broj vrsta koje su, prema istraživanjima M. Wrabera (1958) zastupane u bosanskim šumama pitomog kestena. Od ovih vrsta možemo zabilježiti u serpentinškim sastojinama, između ostalog, *Pteridium aquilinum*, *Rubus hirtus*, *Potentilla erecta*, *Prunella vulgaris*, *Hypericum perforatum*, *Gentiana asclepiadea*, *Agrostis vulgaris*, *Leucobryum glaucum*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula nemorosa*, *Calluna vulgaris*, *Blechnum spicant*, *Juniperus communis* i druge. Međutim, povezanost serpentinških sastojina sa mezofilnim šumama bukve i običnog graba i suviše je jaka a da bi se one mogle pripojiti zajednicama acidofilnih bijelogoričnih šuma. Iz ovog primjera postaje vrlo očigledna veza podlage sa vegetacijom, tj. činjenica da srodnii tipovi vegetacije nastaju svagdje

tamo gdje postoje uvjeti koji njima odgovaraju, bez obzira na oblike vegetacije od kojih su se postepeno razvili. Pored velikog broja acidofilnih vrsta, serpentinske sastojine na degradiranom tlu imaju još jednu zajedničku osobinu sa acidofilnim bjelogoričnim šumama, a ta je da, kad budu potisnute, prelaze u vrištine ili bujadnice.

### Vrištine

Na pojedinim serpentinskim kompleksima vrištine zauzimaju velike površine. Ovo je slučaj uglavnom na nalazištima serpentina iz prve skupine. Na njima se procesi zakiseljavanja mogu nesmetano odvijati zahvaljujući blago valovitom brežuljkastom terenu u sjeverozapadnoj Bosni. Oni su mjestimično razvijeni i u drugoj skupini serpentinskih nalazišta, kao, na primjer, na Javorju kod Pribinića, u okolini Slatine kod Teslića, na planini Ozren kao i na kompleksu kod Žepča. Vrištine se nisu razvile u istočnoj Bosni, i to zbog suhe i tople klime, a nema ih ni na području Krivaje i Gostovića, gdje nemirni reljef ili strme padine onemogućuju stvaranje dubokih profila i usporavaju njihovo zakiseljavanje. Na blago valovitim terenima, međutim, gdje je erozija svedena na minimum ili gdje erozija uopće ne djeluje, nalazimo redovno i vrlo zakiseljene slojeve tla, što se vidi već i na terenu po svjetlosivoj ili svijetložutoj boji površinskog sloja.

Proces oko razvitka vriština odvija se dosta brzo i ne traje ni punih deset godina, kako se to može konstatirati na površinama koje omogućuju datiranje. Na području Slatine kod Teslića, na primjer, nastale su lijepo razvijene vrištine na oranicama koje su bile napuštene za vrijeme rata. Na Ozrenu su opet nastale u nekim šumskim predjelima nakon izgradnje dalekovoda. Prilikom izgradnje tu je prije deset godina prosječen pojas šume koji je danas u potpunosti obraстао slojem vriesa. Interesantno je promatrati kako brzo opet nestaje vriština čim ih mlade šume ponovo zasjene. Tako je na jugoistočnom predjelu planine Ozren, iznad Manastira, još 1961. godine vriština bila zauzela sve površine na blago valovitim visovima Gradišnika pa sve do Jelove Gorice. Na ovom kompleksu bila su posljednjih godina izvršena pošumljavanja crnim borom. Nakon dvije godine, tj. 1963. godine, kada sam ponovo posjetila ovo područje, mlade kulture su već toliko narasle da su počele bacati svoje sjene na vrištine i ove sve više isčezavaju. Samo na mjestima između mladih borova, gdje su zaostale veće neobrasle površine, nalaze se i dalje jastuci vriesa (*Calluna vulgaris*), ali o nekom gušćem sagu nema tu više ni govora.

Vrištine na serpentinima pripadaju zajednici *Genisto-callunetum* Horv. U njihovom se sastavu mogu zabilježiti između ostalih i sljedeće vrste: *Agrostis vulgaris*, koja mjestimično zauzima neobrasle prostore između skupina vriesa, zatim *Sieglungia decumbens*, *Veronica officinalis*, *Achillea millefolium*, *Lotus corniculatus*, *Rubus candidans*, *Aira capillaris*, *Carex pallescens*, *Polygala vulgaris*, *Trifolium campestre*, a mjestimično i *Betula pendula*, dok je od žutilovki naj-

više zastupljena *Genista ovata*. Na mjestima gdje usred ovih vriština izbija na površinu matični supstrat, odmah se susreću predstavnici koji su tipični za serpentinsku podlogu.

U koliko vrištine podliježu intenzivnoj paši, razmnožavaju se često u velikoj mjeri bujad i smreka (*Juniperus communis*), što opet stvaraju gусте skupine biljaka (slika broj 15), dok tipičnih bujadnica u kojima bi ova paprat sama pokrivala velike površine, nisam vidjela na serpentinima, kao što nisam mogla primijetiti ni grupacije trave tvrdače.

#### VEGETACIJA STIJENA I KAMENJARA

Biljni je pokrov na stjenama i kamenjarima vrlo srođan po svom florističkom sastavu, što je i prirodno, jer se ova staništa bitno i ne razlikuju po životnim uvjetima. Osim toga, serpentini se mehanički lako troše i raspadaju u veće blokove kamenja i u sitni detritus, tako da stijena većih razmjera tu, u stvari, i nema. Postojeće razlike uvjetovane su možda više boljom zaštićenošću vegetacije na stjenama, i to u pogledu paše kao i zbog mirne podlage koju čine kompaktnije stijene. Kamenjari, naročito na padinama jačih nagiba, podložni su eroziji, a i sami su većinom nastali kao posljedice erozije nakon uništavanja šuma požarom, sjećom ili pašom. Na prošlost ovih površina ukazuju između ostalog i same biljke, među kojima susrećemo elemente šuma, kao, na primjer, crnušu, koja je po ovim suncu izloženim mjestima često žućkaste boje, zatim acidofilne vrste, kao *Vaccinium myrtillus* i druge koje rastu ponekad usred kamenjara i kojih po golim stjenama nema. Nadalje, između kamenja se nalaze i znatne nakupine zemlje bogate humusom. Prilikom obrade dotičnih uzoraka zemlje koja je sabrana za pedološke analize mogu se ponekad primijetiti i čestice izgorjelog drveta, što ukazuje na požare koji su nekad harali po ovim predjelima. U svakom su slučaju životni uvjeti mnogo povoljniji u kamenjarima, ukoliko nisu izloženi intenzivnoj paši.

#### Vegetacija stijena

Vegetacija na stjenama vrlo je srođna flori niskog rašća u šumi crnog bora, i to, kao što smo već spomenuli, subasocijaciji *Seslerietosum latifoliae*, budući da je ova i razvijena na skeletnim stjenovitim lokalitetima, na kojima su, uostalom, same šume vrlo rijetkog sklopa. Ali i pored toga, mnogi elementi iz sloja niskog rašća razvijaju se optimalno tek nakon potpunog potiskivanja šuma, vjerovatno zbog njihovih potreba za većom količinom svjetla i topote. Ovim vrstama pripadaju u prvom redu *Sesleria latifolia* var. *serpentinica*, *Seseli rigidum*, *Notholaena marantae*, *Galium purpureum*, *Iris bosniaca*, *Anthericum ramosum*, *Centaurea stoebe* subsp. *micranthos*, *Silene longiflora*, *Calamintha alpina* subsp. *hungarica* i druge, kao i poznati serpentinofit *Halacsya sendtneri*.

Od vegetacije stijena, Krause i Ludwig opisali su 1956. godine sa područja Gostovića jednu zajednicu, i to asocijaciju *Carex humilis-Halacsya sendtneri*. U njoj je obuhvaćen najveći broj predstavnika vegetacije stijena i kamenjara. Ovo je i razumljivo, jer na području Gostovića, sa izuzetkom Veleža, nema mnogo lokaliteta sa ogoljelim maticnim supstratom, tako da su dotične vrste i serpentinofiti manje ili više stisnuti na srazmjerne male površine, zbog čega se dobiva utisak veće vezanosti između ovih vrsta. Na drugim serpentinskim kompleksima, na kojima postoji prostrane površine ogoljelog serpentina i skeletnih tala, mogli su se i pojedine vrste bolje rasporrediti po staništima, između kojih postoji neke određene razlike u ekološkim osobinama. Tako, na primjer, na Vardi kod Rudog i na području Krvajevog pokriva *Carex humilis* mjestimično velike površine po kamenjarima ili u borovim šumama, tj. na tipu staništa na kojem vrste *Halacsya sendtneri* inače nema. *Laserpitium siler* takođe je biljka koja je prilično rasprostranjena na kamenjarima, iako je tačno da se spomenute vrste često nađu i na staništima vrste *Halacsya sendtneri*. Znatno veću vezanost na asocijaciju *Carex humilis-Halacsya sendtneri* pokazuju vrste *Seseli rigidum* i *Allium ochroleucum*, dok se inače na ovim lokalitetima primjećuje česta nazočnost vrste *Bromus pannonicus* kao znak da oni ne podliježu paši.

U zapadnoj Srbiji Z. Pavlović je opisala zajednicu stijena asocijaciju *Halacsya sendtneri-Potentilla mollis*; u njoj su obuhvaćeni skoro svi serpentinofiti, tipični za zapadnu Srbiju. Ova je zajednica razvijena, kao i većina grupacija vrste *Halacsya sendtneri*, na južnim padinama. Najveći broj vrsta spomenutih u asocijaciji *Halacsya sendtneri-Potentilla mollis* raste i na serpentinima istočne Bosne, gdje se okupljaju na ponešto drugi način. Međutim, i ovdje naseljavaju pretežno otvorena i suncu izložena staništa.

Vegetacijske jedinice u kojima *Halacsya sendtneri* raste kao dominantan element, nalaze se najvećim dijelom na teško pristupačnim stijenama, dok ih po kamenjarima i sličnim staništima, po kojima su životni uvjeti očito isti, nema. Zbog toga su W. Krause i W. Ludwig (l. c.) smatrali da je *Halacsya* na takvim mjestima iščezla vjerovatno zbog paše. Ona je, navodno, ranije bila više rasprostranjena na serpentinskim kompleksima nego što je to danas slučaj.

Na pristupačnjim mjestima stvarno se može primijetiti kako stoka rado jede lišće ove biljke, tako da bi ona sa takvih lokaliteta morala vremenom nestati. U prilog tome govorila bi i činjenica da se *Halacsya sendtneri* mjestimično vrlo obilno nalazi na zaštićenim lokalitetima, tako, na primjer, na okopanoj zemlji oko mladih kultura crnog bora, koje su zagrađene bodljikavom žicom (oko Donje Višće kod Banovića i na Boljaku kod Žepča). Ovdje se, dakle, radi o novoosvojenim mjestima, koja bi prema prirodi terena bila lako pristupačna stoci da nisu zagrađena.

Utjecaju paše sigurno se može pripisati nestajanje vrste *Halacsya sendtneri* na Balvanu kod Vardišta, gdje je prema podacima K. Malya

1911. godine rasle blizu karaule na nekadašnjoj granici prema Srbiji. Ruševine karaule još postoje, ali spomenutu vrstu nisam nigdje mogla naći, ni u njihovoj blizini, ni na daljem području oko njih. Pošto se u ono vrijeme radilo o pograničnoj zoni, to se sigurno nije vršila i paša na brdu Balvanu, na kojem se, uostalom, skoro isključivo nalaze pristupačni kamenjari.

Da je zbog paše nestalo mnogo nalazišta ove biljke, sigurno je tačno, ali se prema nekim indicijama može zaključiti da to ipak nije mogao biti jedini razlog. Na Moševačkom Šiljku kod Maglaja, na primjer, na klasičnom nalazištu ove vrste, zabranjena je paša već duži niz godina. *Halacsya* se namnožila u upravo nevjerovalnim količinama, ali uporedo s njom i druge zeljaste biljke, u prvome redu trave, kao *Bromus pannonicus*, *Festuca sulcata* i *Carex humilis*, koje stvaraju sve gušći splet oko vrste *Halacsya sendtneri*. Već se danas može primijetiti da će spomenute vrste u ovome busenju nestati. Prvo, ona ostaje sterilna, zatim zaostaje po dimenzijama za biljkama otvorenih staništa, i napokon sve više kržlja, tako da je posve jasno da će je vremenom nestati (slika 19). S druge strane, ovu sam vrstu našla, i to u vrlo velikim količinama, i po pristupačnim kamenjarima blizu naselja, na kojima se sigurno do nedavno vršila ispaša, kao, na primjer, oko Rudog, na Kneginji kod Uvca i na Visu kod Prnjavora. U području Krivaje, opet, gdje paša nije nikada mogla biti naročito intenzivna, vrsta *Halacsya sendtneri* raste pretežno po slabo pristupačnim stijenama. Prema tome, ne može paša biti jedini uzrok što ove biljke mjestimično nestaje, već se ova pojava mora pripisati i njezinoj nesposobnosti za konkureniju.

Što je rečeno za vrstu *Halacsya sendtneri*, to vrijedi, bez svake sumnje, i za druge reliktne serpentinofite, kao i za mnoge stanovnike stijena na serpentinima.

Vegetacijske jedinice u kojima raste *Halacsya sendtneri* izgrađuju zajednice koje su tipične za vegetaciju suhih stijena na serpentinskim kompleksima Balkanskog poluostrva. One su zastupane na serpentinima Bosne, Srbije i Albanije, dok su na Eubeji u Grčkoj na istovjetnim staništima ustanovljene zajednice koje su mediteranskog karaktera. Pri tome je vrlo zanimljivo da su te zajednice tamo sastavljene od vrsta tipičnih za borove šume koje izgradjuju *Pinus halepensis* i *Erica verticillata*. (W. Krause, W. Ludwig, F. Seidel, 1963). Iako se ovdje radi o potpuno različitim vrstama to je ipak slučaj isti kao i na serpentinima Bosne, gdje je vegetacija stijena također nastala od elemenata svjetlih borovih šuma koje su razvijene na skeletnoj podlozi, od stanovnika stijena i od serpentinskih biljaka.

Zbog toga je i prirodno da je vegetacija stijena, a isto tako i vegetacija kamenjara singenetski usko povezana sa svezom *Orno-Ericion serpentinicum*, zbog čega je i otežano određivanje sistematske pri-padnosti ovih sastojina višim vegetacijskim jedinicama. Zato su do danas i bile samo provizorno opisane pojedine zajednice iz vegetacija stijena i kamenjara, a da pri tome nije ni izvršena njihova dalja sistematizacija.

Vrste koje izgrađuju vegetaciju stijena i kamenjara pripadaju jednim dijelom zajednicama sveze *Bromion erecti*, *Festucion vallesiacae* kao i podsvezi *Orno-Ericion serpentinicum*. Karakterističkim i diferencijalnim vrstama ove posljednje podsveze priključili su W. Krause i W. Ludwig, na osnovu lokalnih prilika mnoge biljke koje su inače tipične za serpentinska nalazišta, kao, na primjer, *Euphorbia montenegrina*, *Anchusa barrelieri*, *Alyssum murale* itd. Toj kategoriji, u stvari, pripadaju još mnoge druge vrste koje obilno nastupaju na serpentinima, kao *Silene longiflora*, *Centaurea stoebe* subsp. *microcephala*, *Thlaspi alananum*, *Satureja hungarica*, *Thymus jankae* var. *subacicularis* itd.

Raspoređivanjem vrsta koje izgrađuju zajednice stijena vidi se da tu većinom dominiraju pripadnici razreda *Festuco-Brometea*, ali da za njima znatno ne zaostaju ni vrste sveze *Orno-Ericion serpentinicum*, i to kako prema brojčanoj zastupljenosti tako i prema ukupnom broju stalnosti. Tako smo od elemenata razreda *Festuco-Brometea* ustanovili ukupno 30 vrsta s ukupnim brojem stalnosti 32 (prosječno 1,06), dok od pripadnika sveze *Orno-Ericion serpentinicum*, kao i od vrsta usko povezanih za serpentinske komplekse, svega 29 vrsta s ukupnim brojem stalnosti 56 (prosječno 1,93). Vrlo je značajno da unutar razreda *Festuco-Brometea* najveći broj vrsta iz vegetacije stijena pripada svezi *Festucion vallesiacae*, dok na kamenjarima dominiraju predstavnici sveze *Bromion erecti*, pri čemu su pripadnici podsveze *Mesobromionia* većinom češći. Na stijenama na kojima nije zastupljena *Halacsya sendtneri* omjer između predstavnika sveze *Bromion erecti* i *Festuca vallesiaca* otprilike je jednak, dok u sastojinama spomenute vrste dominiraju pripadnici sveze *Festucion vallesiacae*.

Predstavnici ove sveze otporniji su prema suši; oni su izloženi i većim kolebanjima temperature, kao i sušama ljeti, više nego zajednice sveze *Bromion erecti* (J. Braun-Blanquet 1938). To znači da žive u istim prilikama koje postoje i na ogoljelim serpentinima. Zato je i razumljivo što se na njima razvio srođan oblik vegetacije. Iz navedenih odnosa proizlazi i to da su prilike na staništima vrste *Halacsya sendtneri* najtoplje i najsuvlje od svih ostalih na skeletnim tlima.

### Vegetacija kamenjara i sipara

Kao što je već rečeno, uvjeti na kamenjarima manje su ekstremni od onih na stijenama, što se, uostalom moglo i zaključiti na osnovu pripadnosti većine vrsta koje ulaze u njihov sastav svezi *Bromion erecti*. Ali, i pored toga, postoji prilično veliki broj vrsta koje se nalaze i na jednim i na drugim staništima. Na stijenama nailazimo češće na vrste *Melica ciliata*, *Iris bosniaca*, *Silene armeria*, *Genista januensis*, *Seseli rigidum*, *Notholaena marantae*, *Galium purpureum* i druge. Isto tako je na stijenama znatno češća i vrsta *Bromus pannonicus*, što je vjerovatno uvjetovano većom zaštićenošću ovih staništa, jer inače stoka popase ovu mekanu travu do same zemlje.

Na kamenjarima je zastupljena asocijacija *Thymus jankae-Festuca sulcata* (prov.). U toj su zajednici obilno zastupljene vrste: *Potentilla malyana*, *Sedum hispanicum*, *Alyssum murale*, *Alsine verna*, *Satureja hungarica*, *Gypsophila serbica*, *Lotus corniculatus*, *Scabiosa leucophylla*, *Stachys chrysophaea*, *Dorycnium germanicum*, *Thlaspi alatanum* i druge. Razlike prema površinama na kojima se vrši intenzivna paša ogledaju se prije svega u brojčanom omjeru pojedinih vrsta. Većine vrsta tu nestaje, a u naročito ekstremnim slučajevima prevlada svojta *Thymus jankae* var. *subaciculatis* skoro sama. Jedino vrsta *Teucrium montanum* dostiže apsolutnu stalnost, dok su sve ostale vrste rijetke i pojedinačne. Dobiva se utisak da je na takvim površinama, koje su vrlo česte i rasprostranjene na serpentinima, *Thymus jankae* vodeća biljka na ogoljelim serpentinima. Međutim, ona dominira jedino na područjima koja podliježu intenzivnoj paši. Svojim prileglim i niskim izdancima, koji se mnogobrojnim korjenčićima pričvršćuju na zemlju između kamenja, ova vrsta je odlično zaštićena od istrebljenja. Isto vrijedi i za vrstu *Teucrium montanum*, koju stoka izbjegava vjerovatno i zbog mirisa i zbog gorkog ukusa.

Interesantno je pratiti obnovu vegetacije na takvim devastiranim površinama, na kojima je posljednjih godina zabranjena paša radi pošumljavanja ili drugih nekih šumskih uzgojnih mjera. Ove su površine većinom ograđene bodljikavom žicom te su stvarno duži niz godina u potpunosti ostale zaštićene. Naročito upadljiva je nagla pojava vrste *Bromus pannonicus* koja pokriva često i preko 50% ovih površina. Na drugo mjesto dolazi *Brachypodium pinnatum* ili *Koeleria gracilis*. Ovih vrsta uopće nema na površinama gdje se vrši ispaša, tako da se moramo pitati odakle ih odjednom ovdje ima u tolikom broju. Vjerovatno je korjenje ovih biljaka životarilo pod zemljom, dok je nadzemni dio bio stalno popasen.

Od drugih vrsta zabilježene su na ovim plohama između ostalog i *Agrostis vulgaris*, *Phleum phleoides*, *Teucrium montanum*, *Dorycnium germanicum*, *Centaurium umbellatum* i druge vrste, inače tipične za naše područje, ali se ovdje javljaju u većoj mjeri.

Obraslost ovih površina može iznositi i 100%, pri čemu najveći udio imaju spomenute tri vrste trava.

Zanimljivo je primijetiti da na serpentinima ne postoji inače poznati oblik pašnjaka (Weidefasies), u kojem dominiraju bodljikave vrste. Vjerovatno je tlo previše siromašno hranivima za njihov razvoj. Ove vrste nismo mogli zabilježiti ni oko plandišta, tj. oko lokaliteta koja su bogata hranivima. Na ovima su trave bujnije razvijene i pokrovnost vegetacije je veća. Tu se nailazi i na vrste kojih inače nema po serpentinima ili su na ovima rijetke, kao *Capsella bursa-pastoris*, *Erodium cicutarium*, *Achillea millefolium*. Češće su i neke lepirnjače, kao *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Medicago lupulina*. Na

plandištima u istočnoj Bosni dominira *Trifolium dalmaticum*, i to utoliko više ukoliko je tlo jače zagojeno. Od stereotipnih vrsta koji su vezane za slična mjesta nailazi se tu, na primjer, i na vrste *Malva neglecta* i *Chenopodium bonus Henricus*.

Vegetacija kamenjara u istočnoj Bosni prilično se razlikuje od one u centralnim dijelovima ove zemlje. Geografski položaj kao i topliji i suvlij uvjeti ovih predjela odražavaju se i u njihovom biljnog pokrovu. Kamenjari su ovdje u znatno manjoj mjeri obrasli vegetacijom nego u centralnoj Bosni. Oni pružaju uglavnom sliku velike puštoši. Razlike između vegetacije stijena i kamenjara manje su izražene, vjerovatno već zbog samog terena koji je prilično jednoličnog, vrlo grubog skeletnog sastava i bez kompaktnih stijena većih razmjera. Na stijene je jedino vrsta *Potentilla rupestris* var. *mollis* stvarno ograničena, dok se druge vrste, kao *Sempervivum heuffelii*, *Melica ciliata*, *Potentilla visiani*, *Euphorbia glabrifolia*, *Notholaena marantae*, pa i sama *Halacsya sendtneri* nalaze i na bolje zaštićenim kamenjarima. Zbog toplijih uvjeta ova vrsta nije ovdje tako izrazito vezana za južne padine kao u centralnim predjelima Bosne.

Kserotermniji uvjeti dolaze do izražaja i u većoj nazočnosti mediteranskih, a napose pontskih vrsta. Zbog toga je i udio pripadnika sveze *Festucion vallesiacae* mnogo veći nego u vegetacijskim jedinicama centralne Bosne. Ovi elementi dominiraju naročito u vegetaciji stijena; međutim, i pripadnici sveze *Orno-Ericon serpentinicum* kao i druge vrste koje su tipične za serpentine, prilično su česti, iako ih ima u manjoj mjeri nego u centralnoj Bosni. Iz ovoga razloga vrijedi i za vegetacijske jedinice u istočnoj Bosni ono što je Z. Pavlović istakla za vegetaciju pašnjaka na Zlatiboru, tj. da po svoj prilici pripadaju svezi *Festucion vallesiacae*, od koje se razlikuju znatnim udjelom serpintinskih vrsta (1951).

U vegetaciji kamenjara zastupana je zajednica *Thymus moesiacus*-*Festuca stricta* (prov.). U njoj te dvije vrste dominiraju umjesto vrsta *Thymus jankae* i *Festuca sulcata* u centralnoj Bosni; od ove se asocijacije, nadalje, razlikuju po vrstama koje su tipične za serpintinske komplekse u istočnoj Bosni, kao, na primjer, *Astragalus onobrychis*, *Bromus squarrosus*, *Sedum glaucum* var. *pallidum*. *Cerastium lanigerum* var. *dollineri*, *Scabiosa dubia*, *Sorzonera austriaca*, *Allium flavum* itd. Kada su ove površine izložene jačoj paši, dolazi do sve češće pojave vrste *Thymus moesiacus*, i to na kamenjarima koji su sastavljeni iz sitnijeg detritusa, dok na grubo skeletnim tlima prevlada *Alyssum murale*, koji može dominirati do te mjere da skoro sam ostane na velikim površinama. Na bolje zaštićenim mjestima nastupaju *Stachys recta* subsp. *baldacci* var. *maly*, *Linaria concolor* var. *rubioides*, *Notholaena marantae*, *Alyssum serbicum*, *Fumana bonapartei*, *Euphorbia glabrifolia* i druge. Od vrsta koje se nalaze i na kamenjarima u centralnoj Bosni ističu se u ovim skupinama na prvom mjestu *Alyssum murale*, zatim *Teucrium montanum*, *Leontodon*

*asper*. *Alsine verna*. *Rumex acetosela*, *Festuca vallesiaca*, *Galium purpureum*, *Poa molineri*, *Satureja hungarica* itd. I *Festuca sulcata* je isto tako nazočna u istočnoj Bosni, ali u manjoj mjeri od vrste *Festuca stricta*; nalazimo je naročito na višim položajima.

### Sipari

Nemirna podloga sipara općenito je slabo obrasla vegetacijom. Pored vrsta koje rastu i na kamenjarima i na stijenama, mogu se na njima primijetiti i biljke koje su za njih manje ili više vezane. To su većinom jedno- i dvogodišnje vrste, kao, na primjer, *Silene armeria*, *Cardamine glauca*, *Isatis tinctoria*, koje se ovdje mogu češće naći. Dvogodišnji serpentinofit *Scrophularia tristis* isključivo raste na ovom tipu staništa.

Neke trajnice poprimaju na siparima plagiotropni rast (u smislu R. Pichi-Sermollija), kao, na primjer, *Silene vulgaris*, čime dobiva izgled svoje sa planinskih sipara subsp. *prostrata*. Isti je slučaj i sa svojom *Stachys chrysophaea* koja je takođe razvijena u gustim jaštučićima. Izdanci ovih biljaka prvo su položeni i tek kasnije se uspravljaju.

Na grubo skeletnom tlu razvijaju se često na siparima skupine ruja, *Cotinus coggygrya*. One nastaju većinom nakon potiskivanja šuma. O njima je bilo govora kod kserofilnih hrastovih šuma.

### Paljevine

Paljevine su na serpentinima, nažalost, prilično česta pojava. U suvim borovim šumama lako dođe do požara u ljetnim mjesecima; borovi brzo gore i teško ih je ugasiti zato što sadrže smolu. Vatra se lako širi i po suhoj vegetaciji niskog rašča.

Veliki kompleksi šuma izgorjeli su u prvim, naročito suhim poslijeratnim godinama, kao, na primjer, na planini Borje, gdje je nestalo gotovo svih šuma u području vrhova, kao i veliki kompleksi oko Gostovića. Na ovom području postoje i stare paljevine, kao, na primjer, na Djedovom Brdu, koje su nastale 1927. godine.

I što se tiče oblika vegetacije na paljevinama postoje razlike između oblika na serpentinima i onih na vaspencima, kao što, naravno, postoje i razlike s obzirom na tip šuma koje su postojale prije požara. Prema istraživanjima M. Glišića (1950, 1955), na požarištima u Bosni pojedini stadiji vegetacije smjenjuju se u sljedećem redoslijedu: prvo dominira *Epilobium angustifolium*, ovoga smjenjuje stadij sa vrstama *Fragaria vesca*, *Rubus idaea*, *Atropa belladonna* i *Sambucus* vrste, a nakon stadija sa trepetljikom, brezom i ivom, kao pionirima šumske vegetacije, nastaje opet tip šume koji je postojao na ovim površinama prije požara. Pod povoljnim uvjetima mogu pojedini stadiji i izostati. Naravno, nemamo uvida u način smjenjivanja pojedinih stadija vegetacije na serpentinima: u to bi mogao biti upućen samo čovjek koji je taj razvoj pratio na terenu od samog početka. Međutim, upoređiva-

njem paljika razne starosti može se ipak ustanoviti da na njima ne postoji nijedna asocijacija koja bi odgovarala bilo kojem stadiju u razvojnom nizu požarišta na vaspencima a koja bi pripadala pojedinim svezama razreda *Epilobetea*. Isto se tako može samo rijetko vidjeti prirodni podmladak šume, kao što su rijetki i pioniri šumske vegetacije trepetljike, breze i ive, čije su sastojine većinom samo ograničenih razmjera.

U zavisnosti od tipa šume koji je postojao prije požara, možemo na serpentinima primijetiti i dva tipa vegetacije paljevina, i to jedan mezofilniji, koji pripada razredu *Epilobetea*, i drugi, kserofilniji, u kojem dominiraju razne vrste žutilovki (*Genista* i *Cytisus* vrste).

#### P a l j e v i n e v r s t e *Brachypodium pinnatum*

Mezofilni tip paljevina nastao je na površinama na kojima su postojale šume bukve i jele. Na takvim površinama razvija se na vaspencima u Bosni vegetacija sjećina i paljevina koju izgrađuju zajednice sveze *Atropion belladonnae*. Na serpentinama, međutim, nailazimo samo na mali broj vrsta koje su karakteristične za različite sveze reda *Epilobetea*. Ova pojava nije samo izazvana siromaštvom na vaspnu već i drugim svojstvima serpentinske podloge. Tako ističe E. Oberdorfer (1957) da se ove nitrofilne zajednice sjećina ne pojavljuju na suhim šumskim tlima niti na klimatski ekstremnim položajima.

Od vrsta razreda *Epilobetea* rijetko i pojedinačno se pojavljuju *Rubus idaeus*, *Atropa belladonna*, *Sambucus racemosa*, *Epilobium angustifolium*, dok su nešto češće *Fragaria vesca*, *Eupatorium cannabinum*, *Sambucus ebulus*, *Salix capraea*, a naročito *Calamagrostis epigeios*. Sve se ove vrste javljaju ili u vidu hrpa ili gomila, dok najviše površine paljika zauzima *Brachypodium pinnatum*. Ova vrsta dominira nakon nestanka šume i na mnogim površinama u većim visinama istočne Bosne. Te se površine već izdaleka ističu svijetлом, žučkastozelenom bojom ove trave. Igleda da je serpentinska podloga naročito pogodna za razvoj ove vrste, pošto je općenito često susrećemo u sloju niskog rašča u borovim kao i u hrastovim šumama. Vegetacijske jedinice u kojima ova vrsta dominira nastale su i nakon sječe šuma na serpentinskим kompleksima u Gornjoj Štajerskoj (J. Eggler 1955). U njima se pojavljuje prilično veliki broj vrsta tipičnih za serpentinsku vegetaciju, što je, naravno, i kod nas slučaj. Sastojine vrste *Brachypodium pinnatum* nastaju i na vaspencima, kao na primjer u Gorskem Kotaru (I. Horvat 1962).

Zanimljivo je da je na serpentinskim paljevinama vrsta *Calamagrostis epigeios* često nazočna, dok je na vaspencima rijetka, a većinom je uopće nema (M. Glišić 1950). Osim vrsta značajnih za naše serpentine možemo u ovim vegetacijskim jedinicama češće zabilježiti vrste *Rubus tomentosus*, *R. hirtus*, *Achillea tanacetifolia*, *Inula conyzoides*, *Satureja vulgaris*, *Dactylis glomerata*, *Salvia glutinosa*, *Pulmonaria mollissima*, *Campanula glomerata* i druge.

Od pionira šumske vegetacije mjestimično se nalaze manje sa-  
stojine breze, trepetljike i ive, u čijem sloju niskog rašća dominira  
*Poa pratensis*. Od ostalih vrsta pojedinačno se javljaju *Potentilla*  
*erecta*, *Genista ovata*, *Asarum europaeum* i druge mezofilne vrste,  
iz čega proizlazi da je za razvoj stadija *Populeto-betuletum* (Glišić  
1950) potreban određeni stepen vlage, koji je vrlo rijetko ostvaren  
na suhim, otvorenim paljkama na serpentinima.

Razvoj šume na serpentinima odvija se vrlo sporo. Stara požarišta  
pružaju sliku pustoši u kojima zaostala, osušena stabla još više  
pojačavaju utisak mrtvila ovih predjela. Nakon požara u punoj mjeri  
se potvrđuje ispravnost zapažanja istraživača serpentinske vegetacije  
da ova podloga nije pogodna za razvoj šuma.

Na prirodni podmladak šume vrlo se rijetko nailazi iako se radi  
o požarištima koja su 15 do 17 godina stara, pa i više, kao na primjer  
ono na Djedovom Brdu u području Gostovića. Prema podacima iz  
Šumske uprave u Zavidovićima, ova požarišta su nastala 1927. godine,  
te su već 37 godina stara, ali i pored toga nisam nigrdje mogla primijetiti  
znakove prirodnog podmlađivanja, kao proces koji pod povoljnim  
uvjetima traje otprilike 20 godina, i to bez intervencije čovjeka  
(E. Oberdorfer 1957).

#### Paljevine vrste *Cytisus heuffelii* var. *maezeius*.

Na paljevinama gdje su postojale kserofilne hrastove i borove  
šume tip vegetacije se znatno razlikuje od prethodnih skupina. U njima  
je *Brachypodium pinnatum* također čest element, ali uglavnom  
dominiraju neke vrste koje su pratile sag crnušće i koje očito dobro  
mogu podnijeti jako osvjetljenje. Posebno su se jako namnožile vrste  
kao *Cytisus* i *Genista*, u prvome redu *Cytisus heuffeli* var. *maezeius*, jedna serpentinomorfoza koja određuje aspekt (Slika 21), zatim  
*Genista pilosa*, *G. januensis*, *Festuca amethystina* te ruže *Rosa pen-*  
*dulina*, *Rosa spinosissima*, *Galium lucidum*, *Trifolium alpestre* i druge.  
U manjoj mjeri mogu se primijetiti ostaci crnušće kao i tipične  
pratilice njenog saga: *Betonica officinalis*, *Peucedanum oreoselinum*,  
*Chrysanthemum corymbosum*, *Potentilla alba*, *Potentilla malyana*,  
*Centaurea triumfetti*, *Lilium martagon* itd.

U području vrhova planine Borje razvila se pod sušim uvjetima  
grupacija biljaka u kojoj dominira *Galium lucidum* i *Rosa spinosissima* (slika 20). I ovdje se, 17 godina poslije požara, ne primjećuju  
nigdje znakovi prirodnog pošumljavanja.

## Z A K L J U Č A K

- 1) U Bosni se *serpentinski kompleksi* protežu u isprekidanom lancu od Prijedora do Višegrada, odnosno do Rudog, tj. paralelno sa dinarskim sistemom u pravcu od sjeverozapada ka jugoistoku.
- 2) Pošto leže u području umjerenog kontinentalne klime koja se odlikuje maksimalnim oborinama u ljetnim mjesecima, klimatski uslovi tu su vrlo povoljni za razvoj vegetacije. Razlike u klimatskim odnosima između pojedinih kompleksa uvjetovani su samo-lokalnim, orografskim prilikama. Jedino u kompleksima u istočnoj Bosni jače je izražena kontinentalnost klime. Tu su ljeta vrlo topla i suha.
- 3) Serpentini pripadaju ekstremnim staništima, jer pružaju bilnjom svijetu vrlo nepovoljne uvjete u kemijskom i fizičkom pogledu. U kemijskom pogledu, serpentinska staništa siromašna najvažnijim hranivima — NPK — i Ca. Osim toga sadrže neke tvari koje djeluju otrovno na biljke (Cr, Ni i kobalt). Razvojem tla i biološkom akumulacijom dolazi u površinskom sloju do povećavanja hranivih sastojaka, ali se ujedno nagnomilavaju i otrovni spojevi. Jedino se količina Mg smanjuje.  
U fizičkom pogledu, serpentini su nepovoljni zbog svojih disgeogenih svojstava. Pod utjecajem mraza i velikih kolobanja temperature, oni se brzo troše u grubi detritus. Zbog toga skeletna tla i dominiraju na skoro svim serpentinskim kompleksima. Pod zaštitom vegetacije ovaj je proces znatno usporen. Ali i pored toga, svi tipovi tala, nastalih trošenjem serpentina, plitki su i bogati skeletnim česticama u cijelom profilu.
- 4) Pored skeletnih tala, zastupljene su i crnice kao primarni razvojni stadij na serpentinima (humusna silikatna tla ili serpentinske rendzine), zatim smedašumska tla po strmim prisajnim padinama, te podzolasta u uvalama i na padinama blagog nagiba. Kod jače dispergiranih tala, kada ne podliježu eroziji, općenito se primjećuju procesi zakiseljavanja, jer se Mg u manjoj mjeri odupire ispiranju od kalcija. Nastale promjene u tlu ogledaju se u sastavu biljnog pokrova; neutrofilne vrste skeletnih tala ustupaju svoje mjesto acidofilnim, kao što na dubljim profilima nestaju stanovnici stijena, a naseljavaju se mezofilne vrste.
- 5) Na skeletnoj su podlozi stupljene sve osobitosti *serpentinske flore* koje u potpunosti iščezavaju kod mezofilnih oblika vegetacije.

Pošto tipovi tala i njima svojstvena vegetacija stoje u uskoj vezi s reljefom terena, izvršena je na osnovu ovih podjela *serpentinskih nalazišta* u Bosni u četiri skupine. Prvoj

skupini pripadaju kompleksi na brežuljkastom terenu sjeverozapadne Bosne gdje dominiraju podzolasta tla. Druga je skupina prelaznog karaktera, dok trećoj skupini pripadaju vrlo disecirani tereni oko srednjeg toka Krivaje, na kojima su pojave serpentinske vegetacije najtipičnije razvijene. Četvrtoj skupini pripadaju kompleksi u istočnoj Bosni koji već iz biljnogeografskih razloga zauzimaju posebno mjesto.

- 6) Zbog heterogenosti u biljnom pokrovu, za pravilno provođenje analize flore na serpentinima morali smo razmatrati odvojeno vrste koje izgrađuju vegetaciju na skeletnom, a odvojeno one koje je izgrađuju na razvijenom tlu. Za utvrđivanje broja vrsta na serpentinima, uzete su u obzir samo one biljke koje su značajne za biljni pokrov na ovom supstratu. Slučajne vrste obuhvaćene su samo brojčano i nisu uzete u obzir kod dalje analize flore.

Ukupno su ustanovljene 583 vrste. Od ovih 173 pripada slučajnim vrstama, 284 izgrađuju vegetaciju na skeletnim tlima, a 126 čine mezofilne oblike vegetacije. Za serpentine je vezano 37 vrsta, što iznosi 9% od ukupnog broja biljaka na području bosanskih serpentina.

Najveći broj vrsta za skeletnih tala pripada porodici *Compositae*, unutar koje je najbogatije zastupljen rod *Centaurea*. Porodica *Caryophyllaceae*, koja dominira na serpentinskim kompleksima u zemljama sjeverne Evrope, u Bosni dolazi na drugo mjesto. Zatim slijede *Papilionaceae*, *Scrophulariaceae* i *Gramineae*. U mezofilnim oblicima vegetacije izmijenjeni su ovih odnosi; kod njih dominira porodica *Gramineae*, dok su *Compositae* na drugom mjestu. Porodica *Caryophyllaceae* i *Scrophulariaceae* izgubile su sav značaj. Njihovo mjesto zauzimaju *Rosaceae* i *Umbelliferae*.

- 7) U životnom spektru dominiraju hemikriptofiti kod svih oblika vegetacije, ali je njihov broj veći kod mezofilnih skupina biljaka. Kod ovih skupina primjećuje se ujedno i opadanje broja hamefita, kao znak blažih popravljenih životnih uvjeta.
- 8) Biljnogeografska analiza biljnog pokrova je pokazala, da vegetacija skeletnih tala potječe iz toplog pojasa jugoistočne Evrope, jer njene vrste imaju težište rasprostranjenosti u tim predjelima (pontsko-panonske vrste, endemi i vrste iz istočnog submediteranskog pojasa Evrope). Prema tome, ovdje se radi pretežnim dijelom o jednoj autohtnoj flori Balkanskog poluostrva. Flora na serpentinima Bosne mlađeg je porijekla od one na dolomitima. Kod nje naime gotovo nema vrsta koje bi imale odvojena, izolirana nalazišta, daleko van njihovog areala, kao što je to slučaj kod dolomitne flore.

Slika broj 17. Dolina Krivaje kod Maoče. Cijelo je područje vrlo disecirano te se sastoji samo od duboko usječenih dolina i strmih skeletnih padina.

Krivajatal bei Maoča.  
Das ganze Gebiet ist stark disseziert und besteht nur aus tief eingeschnittenen Tälern und skelettreichen Steilhängen.



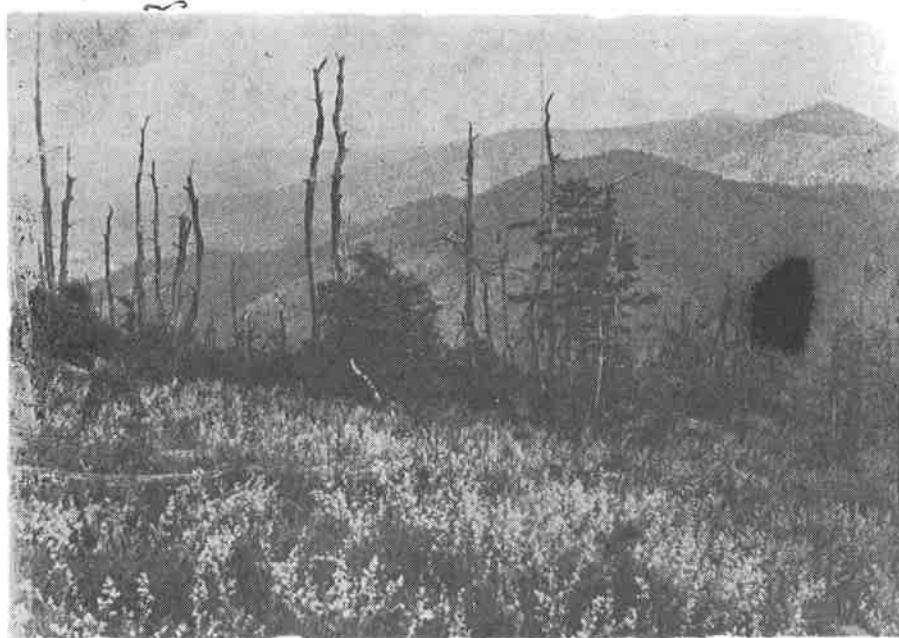
Slika 18. Padine Moševačkog šiljka kod Maglaja. Uslijed zabrane paše namnožile su se trave i druge zeljaste biljke koje potiskuju vrstu *Halacsya sendtneri*.

Moševački Šiljak bei Maglaj. Nach erfolgtem Weideverbot vermehren sich Gräser und krautartige Pflanzen die langsam *Halacsya sendtneri* verdrängen.



Slika broj 19. *Molinia altissima* Lk. prati mnoge tekućice na serpentinima. Strme padine u pozadini pokriva borova šuma. U sloju niskog rašča dominiraju trave.

*Molinia altissima* Lk. begleitet zahlreiche Bäche und Rinnsale auf Serpentinen. Die Steilhänge im Hintergrund bedecken Schwarzkiefern, in ihrer Krautschicht dominieren Grasarten.



Slika broj 20. Paljevine na planini Borje-područje Čalmaša. U zeljastoj vegetaciji dominira *Galium lucidum* i *Rosa spinosissima*.

Brandlächen im Borjegebirge bei Pribinić. In der Krautschicht dominieren *Galium lucidum* und *Rosa spinosissima*.





Slika broj 21. Paljevina na Borje planini, područje Runjavica. U sloju niskog rašća dominira *Cytisus heuffelii* var. *maezeius*. U pozadini leži oborenno stablo kitnjaka.

Brandfläche auf dem Borjegebirge. In der Krautschicht dominiert *Cytisus heuffelii* var. *maezeius*. Im Hintergrund ist noch ein gefällter Baumstamm zu sehen.



Slika broj 22. Vrančuk kod Žepča. Ostaci šume kitnjaka ne mogu više zaštitići tlo od odronjavanja. Borba protiv erozije provedena je pletarima i pošumljavanjem.

Vrančuk bei Žepče. Die Waldreste können die Erosion des Bodens nicht mehr aufhalten. Es wurden daher Aufforstungen und andere Massnahmen zu seinem Schutz durchgeführt.



Slika broj 23. Serpentinski brežuljci na rubu Sprečkog polja. Pod utjecajem paše započinje erozija razvijenog tla. Na ogoljeloj se podlozi više ne mogu naseliti predstavnici serpentinske flore, jer ih je već davno potisnuto mezofilni biljni pokrov okoline.

Serpentinhügeln am Rand des Sprečko Polje. Unter den Folgen der Weide beginnt die Erosion des entwickelten Bodens. Der entblößte Rohboden kann nicht von Vertretern der Serpentinfloren besiedelt werden, da diese schon längst durch die mesophile Vegetation der Umgebung verdrängt wurde.



- 9) Vrste koje su značajne ili vezane za serpentinsku podlogu, raspoređene su u nekoliko kategorija, i to u skupinu reliktnih serpentinofita, u isključive serpentinofite, u vrste koje pretežno rastu na serpentinima i u indiferentne vrste. Reliktni su serpentinofiti vezani i u drugim područjima za serpentine zbog čega je njihov areal mozaičan. Oni su izolirani od srodnih vrsta i pripadaju paleoendemima. Na području Bosne, pet vrsta pripadaju ovoj kategoriji, u koju su uvršteni *Halacsya sendtneri* i *Potentilla visianii*. Tipični su serpentinofiti vezani za serpentine, ali oni ne predstavljaju izolirane, reliktnе vrste. Mnoge od njih smatraju se neoendemima. U Bosni pripada ovoj skupini 14 vrsta, između kojih je *Potentilla rupestrис var. mollis* i *Sesleria latifolia var. serpentinica*. Biljke, koje pretežno rastu na serpentinima, nađene su iznimno i na drugim podlogama. One pripadaju starim vrstama koje pretežno rastu na ekstremnim staništima, kao *Viola beckiana* i *Polygala spinosa*, ili se pak u Bosni nalaze na granici svog areala gdje su vezane za serpentine, kao *Cardamine plumieri*, *Sesleria serbica* i *Silene ameria*. Indiferentne vrste rastu i na drugim podlogama. Mnoge od njih su u stvari češće na serpentinima, kao *Alyssum murale*, *Thymus jankae*, *Thlaspi alananum*. Ipak su češće nađene na drugim podlogama nego vrste prethodne skupine.
- 10) Od serpentinomorfoza, na bosanskim su serpentinima zapaženi: stenofilija, plagiotropizam, nanizam, purpurescencija, glaucescencija i dekoloracija. Navedene su vrste na kojima su ove pojave zapažene. Većinom se na jednoj istoj biljci pojavljuje po nekoliko serpentinomorfoza zajedno. Zbog toga te biljke primaju na serpentinima vrlo tipičan habitus. (*Dorycnium germanicum*, *Cytisus heufelii var. maezeius*).
- 11) Najveće površine na serpentinima zauzimaju bazofilne šume crnog bora i hrasta kitnjaka i to kao trajna stadija, jer je zbog edafskih prilika razvoj vegetacije prema klimatogenim zajednicama bukovih šuma otežan. Zato se te površine i ističu šarenilom vegetacije koje nastaju kao posljedica smjenjivanja klimatski i edafski uvjetovanih biljnih zajednica. Izloženost padina i reljef terena od znatnog su utjecaja na razmještaj vegetacije na serpentinskim kompleksima.
- 12) Kserofilne šume na serpentinima pripadaju svezi *Orno-Ericion Horv.* i to serpentinskoj podsvezi. Od bazofilnih borovih šuma, u našem je području razvijena bosanska varijanta na kompleksima u centralnoj Bosni i srpska u istočnoj Bosni. Borove su šume zastupljene u Bosni sa tri subasocijacije: *Pinetum silvestris-nigrae typicum* i *P. s. n. seslerietosum rigidae* koje su razvijene na vlažnijim mjestima ili na većim nadmorskim visinama, i *P. s. n. seslerietosum latifoliae* na toplim, skeletnim pa-

dinama. Serpetinska vegetacija najtipičnije je razvijena u ovoj subasocijaciji. Najveći broj vrsta iz sloja niskog rašća ulazi u sastav vegetacije stijena i tek nakon nestanka šume one se optimalno razvijaju.

- 13) Kserofilnim hrastovim šumama pripada na vlažnjim mjestima zajednica *Erico-Quercetum petraea*, a na sušim asocijacijama *Potentillo-albae Quercetum*, koja je na skeletnim mjestima zastupana subasocijacijom *orno-spiraeetosum*. Po florističkom sastavu ove su sastojine srodne borovim šumama iz kojih su i proizašle; na dubljim profilima pojavljuju se novi, mezofilni elementi kao pokazatelji promijenjenih životnih prilika.
- 14) Mezofilne šume na serpentinima pripadaju zajednicama reda ilirskih bukovih šuma. One su većinom ograničenih razmjera. Razvijene su na vlažnjim ili hladnjim mjestima i na dubljim profilima. Pojava acidofilnih vrsta u njima može biti tako velika, da se već približuju acidofilnim šumama kitnjaka i bukve (Horvat 1963). Nestankom sloja drveća, one prelaze u vrstine.

Mezofilnim šumama pripadaju šume kitnjaka i običnog graba, brdska bukova šuma i šuma bukve i jele. Sve se ove šume razlikuju od istovrsnih šuma na drugim podlogama nedostatkom mnogih biljaka kao i općenitom siromaštvo u vrstama, te obiljem nastupom skupine *Rubus hirtus* i bujadi *Pteridium aquilinum*, dakle vrstama koje izbjegavaju vapno. Sve postojeće razlike u florističkom sastavu ne mogu se međutim pripisati samo oskudici na vapnu, već općem siromaštvo u hranivima, pošto se mnoge vrste koje nedostaju na serpentinima, pojavljuju pored oranica i seoskih puteva kao i na sličnim, jače nagnojenim mjestima.

- 15) Na teže pristupačnim stijenama južne i zapadne ekspozicije lazi se, u centralnoj Bosni, češće asocijacija *Carex humilis-Halacsya sendtneri*, a u istočnoj Bosni asocijacija *Halacsya sendtneri-Potentilla mollis*. Zajednice sa vrstom *Halacsya sendtneri* tipične su za vegetaciju suhih serpentinskih stijena na Balkanskom poluostrvu.
- 16) Na kamenjarima koji su izloženi paši, dominiraju vrste rodova *Thymus* i *Festuca*, kao i *Teucrium montanum*. U centralnoj Bosni preovladavaju *Festuca sulcata* i *Thymus jankae*, a u istočnoj Bosni vrste još kserofilnijeg karaktera — *Festuca stricta* i *Thymus moesiacus*. Kserotermni uvjeti vegetacije ogoljelih površina dolaze do izražaja u pojavi velikog broja vrsta koje su inače vezane za svezu *Festucion vallesiacae*. Njihov je broj veći na toplim staništima vrste *Halacsya sendtneri* nego na hladovitim stijenama ili kamenjarima. Naročito je taj broj velik na skeletnim tlima u istočnoj Bosni.

- 17) Nepovoljni uvjeti podloge za razvoj vegetacije dolazi do izražaja i kod paljevina. Prirodna regeneracija šuma odvija se vrlo sporo: čak su 37 godina stare paljevine još do danas ostale neobrasle.

#### LITERATURA

1. Adamović L. — Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer (Mösische Länder), Leipzig 1909.
2. Ascherson P. und Graebner O. — Synopsis der mitteleuropäischen Flora, Bd. VII, 1915.
3. Beck Managetta G. — Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, Leipzig 1901.
4. Beck Managetta G. — Flora Bosne, Hercegovine i Novopazarskog Sandžaka, Glasnik Zem. muzeja, Sarajevo, 1903—1923.
5. Beck Managetta G. — Flora Bosnae, Hercegovinae et regions Novi Pazar, III Choripetalae, Beograd—Sarajevo 1927.
6. Braun-Blanquet J. — Pflanzensoziologie, Berlin 1928.
7. Braun-Blanquet J. — Ueber die Trockenrasengesellschaften des *Festucion vallesiacae* in den Ostalpen, Montpellier 1936.
8. Braun-Blanquet J. und Moor W. — Verband des *Bromion erecti*, Prodromus der Pflanzengesellschaften fasc. 5 Montpellier 1938.
9. Conrath P. — Ein weiterer Beitrag zur Flora von Banja Luka, sowie einiger Punkte im mittleren Bosnien. Oesterr. Bot. Zeitschrift, Wien 1887.
10. Ćirić M. — Planinsko-šumska zemljišta Jugoslavije. Jugosl. savjetodavni centar za poljopr. i šumarstvo, Beograd 1961.
11. Ćirić M. — Ein Beitrag zur Bodenbildung auf Serpentin, Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, Bd. 96, Heft 2, 1962 a.
12. Ćirić M. — Pedologija za šumare. Jugosl. savjetodavni centar za poljopr. i šumarstvo, Beograd 1962 b.
13. Ćurić M. — Meteorologija sa Klimatologijom, II Klimatologija, Beograd 1949.
14. Deyl M. — Study of the Genus *Sesleria*, Prag 1946.
15. Domin K. — Císařský les, studie geobotanická. Archiv pro přírodověd. vyzkum Čech, Praha 1924.
16. Dvořák R. — Nanismy (trpasličí formy rostlinné) Mohelno, Archiv pro ochranu přírody a domoviny v zem. Moravskoslezské, Brno 1935.
17. Eggler J. — Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen von den Serpentinegebieten bei Kirchdorf in Steiermark und bei Bernstein im Burgenland. Mittlg. Naturw. Vereins für Steiermark, Graz 1954.
18. Eggler J. — Ein Beitrag zur Serpentinvegetation in der Gulsen bei Kraubath in Obersteiermark. Mittlg. d. Naturw. Vereins f. Steiermark, Graz 1955.
19. Fiala F. — *Viola Beckiana* n. sp. Jedna nova vrsta ljubice, Glasnik Zem. muzeja, Sarajevo 1895.
20. Filipovski G. i Ćirić M. — Zemljišta Jugoslavije. Jugosl. društvo za prouč. zemljišta, Beograd 1963.
21. Formanek E. — Beitrag zur Flora von Bosnien und der Hercegovina, Oesterr. Bot. Zeitschrift, Wien 1888.
22. Fritsch K. — Neue Beiträge zur Flora der Balkanhalbinsel. insbesonders Serbiens, Bosniens und der Hercegovina, Mittlg. naturw. Vereins f. Steiermark, Graz 1911. i 1918.

23. Gams H. — Ueber Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen. Veröffentl. d. geobot. Institutes Rübel, Zürich 6, 1928.
24. Gaukler K. — Serpentinvegetation in Nordbayern, Berichte d. Bay. Bot. Gesellschaft Bd. III München 1954.
25. Glišić M. — Fitocenološki pogledi na pošumljavanje šumskih požarišta. (Prvi prilog). Godišnjak biol. inst. Sarajevo 1950.
26. Glišić M. — Problem pošumljavanja šumskih požarišta. Šumarstvo 3—4, Beograd 1955.
27. Golub Lj. — Petrografija i petrogeneza eruptivnih stijena južnog podnožja planine Kozare. Prirodosl. istraživanja, knjiga 31, Acta Geologica III, Zagreb 1961.
28. Goulimi N. K. — To oros Vourinos kao i hloris tou. Tthens 1960.
29. Gračanin M. — Znakovi nedovoljne prehrane biljaka kalcijem. Poljo. znanstvena smotra, sv. 5 Zagreb 1942.
30. Gračanin M. — Pedologija, I. dio, Geneza tala, Zagreb 1946.
31. Hayek A. — Flora von Steiermark, Bd. I. Berlin 1908—1911.
32. Hayek A. — Beitrag zur Kenntnis der Flora des Albanisch-montenegrinischen Grenzgebietes. Denkschrift. d. Kais. Akademie Wissenschaft. Math. naturw. Klasse, Bd. 94, Wien 1917.
33. Hayek A. — Pflanzengeographie von Steiermark. Mitteilg. Naturw. Vereins Steiermark 1923.
34. Hayek A. — Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Flora von Albanien. Denkschrift kais. Akademie Wissenschaft. Math. naturw. Klasse XCIV, Wien 1923.
35. Hayek A. — Prodromus Flora Peninsul. Balcanicae. Fedde Repert. Berlin-Dahlem, 1927, 1931, 1933.
36. Hegi G. — Flora von Mittel-Europa I—VII.
37. Hiessleitner G. — Serpentin- und Chromerz-Geologie der Balkanhalbinsel und eines Teiles von Kleinasiens, Wien 1951.
38. Horvat I. — Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse. Zagreb 1938.
39. Horvat I. — Biljni svijet Hrvatske. Zemljopis Hrvatske, Zagreb 1942.
40. Horvat I. — Nauka o biljnim zajednicama, Zagreb 1949.
41. Horvat I. — Šumske zajednice Jugoslavije. Institut za šumarska istraživanja, Zagreb 1950.
42. Horvat I. — Laubwerfende Eichenzonen Südeuropas in pflanzensoziologischer, klimatischer und bodenkundlicher Betrachtung. (Bericht internat. Symposium Pflanzensoz.-Bodenkunde, Stolzenau / Weser, 1958).
43. Horvat I. — Composition et circonstances des forêts thermophiles de chêne et de pin de l'Europe du Sud-Est, Zagreb 1959.
44. Horvat I. — Sistematski odnosi termofilnih hrastovih i borovih šuma jugoistočne Evrope. Biološki Glasnik, Zagreb 1959.
45. Horvat I. — Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Prirodosl. istraživanja, knjiga 30. Acta biologica II, Zagreb 1962.
46. Horvat I. — Šumske zajednice Jugoslavije, Šumska enciklopedija, Zagreb 1963.
47. Horvatić S. — Oblici sekcije Leucanthemum iz roda Chrysanthemum u flori Jugoslavije. Acta bot. univ. Zagreb, Zagreb 1928.
48. Ilić M. — Geologija za rudare. Beograd 1950.
49. Jávorka S. — Uj adatok Albánia flórájához. Botanikai Kölemények, vol. XIX, Budapest 1920—1921.

50. K i n z e l H. — Zellsaft-Analysen zum pflanzlichen Calcium- und Säurestoffwechsel und zum Problem der Kalk- und Silikatpflanzen. *Protoplasma*, Bd. LVII Wien 1963.
51. K i š p a t ić M. — Kristalinsko kamenje serpentinske zone u Bosni. Rad Jugosl. akademije znan. i umjet. Zagreb 1897.
52. K o š a n i n N. — O vegetaciji severoistočne Albanije. *Glasnik srpskog geografskog društva*, god. III, 3—4, Beograd 1914.
53. K o š a n i n N. — Ueber die Vegetation von Nordalbanien. *Spomenik srpske kralj. Akademije LXXXIX* Beograd 1939.
54. K r a u s e W., L u d w i g W. — Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans. I. Halacsya sendtneri (Boiss.) Dörfel. Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellschaft, Bd. LXIX, 9, 1956.
55. K r a u s e W., L u d w i g W. — Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans. II. Pflanzengesellschaften und Standorte im Gostovićgebiet (Bosnien). *Flora od. allgem. Zeitung*, Bd. 145, Jena 1957.
56. K r a u s e W. — Andere Bodenspezialisten. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Bd. IV 1958.
57. K r a u s e W. — Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans. IV. Mikropräparate von Serpentinböden aus Griechenland. *Zeitschrift f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*. Bd. 99, 2/3.
58. K r a u s e W., L u d w i g W., S e i d e l F. — Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans. *Vegetationsstudien in der Umgebung von Mantoudi (Euböa) Engl. Bot. Jahrbücher*, 82, 1963.
59. K r e t s c h m e r L. — Die Pflanzengesellschaften auf Serpentin im Gurhofgraben bei Melk. *Verh. d. Zoo. Bot. Gesellschaft*, Wien 1931.
60. K r u c k e b e r g A. R. — Plant species in relation to serpentine soils. *The Ecology of Serpentine Soils, Ecology*, 35, vol. 2 1954.
61. K u š a n F. — Oblici sekcije Eujacea i Leptenanthus roda Centaurea u flori Jugoslavije. *Prirodosl. istr. kraljevine Jugoslavije*, Svezak 20, Zagreb 1936.
62. L ä m m e r m a y e r L. — Materialien zur Systematik und Oekologie der Serpentimpflanzen I. Neue Beiträge zur Kenntnis der Flora steirischer Serpentine. *Sitzungsber. Akad. Wissenschaft*. Bd. 135, Wien 1926.
63. L ä m m e r m a y e r L. — II. Das Problem der »Serpentimpflanzen«. Eine kritische ökologische Studie. *Sitzungsber. Akad. Wissenschaft*. Bd. 136, Wien 1927.
64. L ä m m e r m a y e r L. — Weitere Beiträge zur Flora der Magnesit und Serpentinböden. *Sitzungsber. Akad. Wissenschaft*. Bd. 137, Wien 1928.
65. L ü d i W. — Bericht über den Kurs in Alpenbotanik, veranstaltet in Davos 20—29 Juni 1936. *Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel*, Zürich 1937.
66. M a k s i m o v N. A. — Fiziologija bilja, Novi Sad 1961.
67. M a l y K. — Beiträge zur Kenntnis der Flora Bosniens und der Herzegowina. *Verhandl. Zoo. Bot. Gesellschaft*, Wien 1904.
68. M a l y K. — Zwackhia Sendtneri (Boiss.) n. *Wissenschaft. Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina*, Wien 1907.
69. M a l y K. — Prilozi za floru Bosne i Hercegovine, *Glasnik Zem. muzeja*, Sarajevo 1908—1928.
70. M a l y K. — Ein Beitrag zur Kenntnis einiger Pedicularis-Sippen Illyriens. *Bullet. Inst. et du Jardin Bot. de l'univ. Beograd*, 1931—1932.
71. M a l y K. — Ueber neue und verkannte Pflanzensippen Illyriens, *Glasnik Zem. muzeja*, Sarajevo 1932.
72. M a l y K. — Materialien zur G. von Beck's Flora des ehemaligen Bosniens-Hercegovina, *Glasnik Zem. muzeja*, Sarajevo 1933.

73. M a l y K., Z a h n H. — Hieracia nova Bosnae et Hercegovinae. Glasnik Zem. muzeja, Sarajevo 1925.
74. M a l y K. — Ein Beitrag zur Kenntnis der Hieracienflora Illyriens. Glasnik zem. muzeja, Sarajevo 1929.
75. M a l y K., Z a h n H. — Weitere Beiträge zur Hieracienkunde Illyriens. Fedde Repert. XL. 1936.
76. M a r k g r a f F. — Pflanzengeographie von Albanien. Biblio. Bot. 105, Stuttgart 1932.
77. M e y e r D. E. — Zur Zytologie der Asplenien Mitteleuropas. Ber d. Deutsch. Bot. Gesellschaft. 1958.
78. M o s c h e l e s J. — Das Klima von Bosnien und der Herzegowina. Zur Kunde der Balkanhalbinsel. Sarajevo 1918.
79. N o v á k F. A. — Ad florae Serbieae congnitionem additamentum primum. Preslia ročník IV, V, VIII — Praha 1926, 1927, 1929.
80. N o v á k F. A. — Ekologické úvahy o hadcových rasách o hadcové vegetaci. Věda Přírodní, vl. IX Praha 1928a.
81. N o v á k F. A. — Quelques remarques relatives au problème de la végétation sur les terrains serpentiniques. Preslia vol. VI.
82. N o v á k F. A. — Květena a vegetace hadcových půd. Mohelno, 1928b. Archiv svazu ochr. přírody a domoviny v zemi Moravskosl., Brno 1937.
83. N o v á k V., P e l i š e k J. — Renzinaböden auf Serpentingesteinen. Annales de la faculté d'Agronomie de Bucarest, vol. 1, Bucarest 1939—1940.
84. N y á r á d i E. J. — Studiu preliminar asupra unor specii de Alyssum din sectia Odontarrhenae. Bul. Gradinii Bot. al Muz. Botan. Univ. Cluj 1927—1929.
85. N y á r á d i E. J. — Synopsis Odontarrhenae generis Alyssum. Ed. Acad. R. P. R. Bucuresti 1949.
86. O b e r d o r f e r E. — Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie. Bd. 10, Jena 1957.
87. O b e r d o r f e r E. — Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland, 1962.
88. P a m ić J., T r u b e l j a F. — Osnovne geološko-petrografske karakteristike Ozren pl. u sjeveroistočnoj Bosni. Referat V savjetovanja geologa SFRJ Beograd 1962.
89. P a n č ić J. — Verzeichnis der in Serbien wildwachsender Phanerogamen, Verh. Zoo. Bot. Gesellschaft, Wien 1856.
90. P a n č ić J. — Die Flora der Serpentinberge in Mittel-Serbien. Verh. Zoo. Bot. Gesellschaft. Wien 1859.
91. P a v l o v i t c h St. — Les roches eruptives de Zlatibor (Yugoslavie) et leurs relations avec les formations cristallophylliens et sédimentaires environnantes. Bullt. de la Société française de Mineralogie, Paris 1937.
92. P a v l o v ić Z. — Vegetacija planine Zlatibora. Zbornik radova Inst. za ekolog. i biljogeografiiju. Srp. akad. nauka Beograd 1951.
93. P a v l o v ić Z. — Prilog poznавању serpentinske flore i vegetacije Ozrena kod Sjenice (II). Glasnik prirod. muzeja srpske zemlje, Beograd 1955.
94. P e l i š e k J. — Obsah chromu v některých půdach na serpentinech Sbórnik české akad. zemědělství. Praha 1939.
95. P i c h i - S e r m o l l i R. — Flora e vegetazione delle serpentine e delle altri ophioliti dell'alta valle del Tevere (Toscana) Webbia 6, Firenze 1948.
96. P r e i s s m a n n E. — Zur Flora der Serpentinberge Steiermarks. Oesterr. Bot. Zeitschrift. Wien 1885.

97. R a j e v s k i L. — Borove šume u predjelima od Mokre Gore do reke Uvca, S. A. N. Zbornik radova, Beograd 1951.
98. R a m a n n E. — Bodenkunde, Berlin 1911.
99. R i t e r - S t u d n i č k a H. — Prilozi za floru BiH, II Godišnjak biol. inst. Sarajevo, 1953.
100. R u n e O. — Plant life on serpentines and related rocks in the North of Sweden. *Acta Phytogeographica Suecica*, Upsala 1903.
101. S c h u l z O. E. — Monographie der Gattung Cardamine. 1903.
102. S t e n d t n e r O. — Reise nach Bosnien. Das Ausland. Bd. 21. Stuttgart 1848.
103. S t e b u t A. — Pedološka ispitivanja u istočnoj Srbiji. Glasnik Minist. po-  
ljoprivrede, Beograd 1930.
104. S t o y a n o f f N. — On the origin of the xerothermic plant element in Bulgaria. *The Journal of Ecology*. Vol. XIV, 1926.
105. S u z a J. — Geobotanický průvodce serpentínovou oblastí u Mohelna na jihozápadní Moravě (ČSR), Rozpravy II. tr. České akad. věd, Praha 1928.
106. S u z a J. — Das xerotherme Florengebiet Südwestmährens (ČSR) Beihefte Bot. Zentralblatt Bd. LIII Prag 1935.
107. T a t i č B. — Asplenium adulterinum Milde nova vrsta za floru Srbije. Glasnik prirodnjačkog muzeja, knjiga 12, Beograd 1958.
108. T r u b e l j a F. — Magmatske stijene jugoistočnog dijela planine Konjuh (Bosna). Geološki glasnik 5, Sarajevo 1959.
109. T r u b e l j a F. — Petrografija i petrogeniza magmatskih stijena okoline Višegrada u istočnoj Bosni. Jugosl. akad. znan. i umjet. Acta geologica II, Zagreb 1960.
110. W a l k e r R. B. — Factors affecting plant growth on serpentine soils. *The Ecology of Serpentines*. Ecology, 35, no. 2, 1954.
111. W r a b e r M. — Biljnosociološki prikaz kestenovih šuma BiH. Godišnjak biol. inst. Sarajevo 1958.
112. Ž i v k o v i č M. — Zemljišni pokrivač Zlatibora. Zemljište i biljka, Beo-  
grad 1952.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Serpentinzone in Bosnien bildet eine stark durchbrochene Kette die sich parallel mit dem Dinarischen Gebirge im Inneren des Landes von Prijedor bis Višegrad, bzw. Rudo erstreckt wo sie durch die grossen Vorkommen in Westserbien fortgesetzt wird.

Wegen des Niederschlagoptimums in den Sommermonaten liegen die meisten Komplexe für die Vegetation in klimatisch günstigen Gebieten. Eine Ausnahme bilden die Vorkommen in Ostbosnien, wo der kontinentale Charakter des Klimas stärker ausgeprägt ist und die Sommer daher heiß und trocken sind. Die bestehenden Unterschiede zwischen den Komplexen in West- und Zentralbosnien sind durch die stets grösseren Erhebungen der einzelnen Vorkommen gegen Osten zu bedingt, was in einem kühler und niederschlagsreichen Lokalklima zum Ausdruck kommt. (Tabellen I—IV).

Als Folge ihrer ungünstigen chemischen und physikalischen Eigenschaften bilden Serpentine extreme Standorte. Durch ihre Armut an Nährstoffen und Gehalt an giftigen Verbindungen, sowie durch ihre Trockenheit und starke Erwärmung bestehen auf ihnen ungünstige Lebensverhältnisse für die Pflanzenwelt.

Mit fortschreitender Bodenentwicklung verbessern sich die Lebensbedingungen etwas (Gegenüberstellung des Rohbodens und der entwickelteren Böden auf Seite 112) sowie durch Entwicklung einer Humusschicht (Tabellen VII—X) wodurch auch die Feuchtigkeitsverhältnisse günstiger werden.

Die vorherrschenden Bodentypen bilden Skelettböden sowie Serpentinrendzinen die als primäre Entwicklungsstadien auf Serpentin betrachtet werden (Humussilikatböden), ferner treten Braunerden an Steilhängen auf und podsolierte Böden in flach geneigten Lehnen und Tälern. An starker dispergierten Böden, die vor Erosion geschützt sind, können häufig Versauerungsprozesse beobachtet werden, die im Auftreten von azidiphilen Pflanzen zum Ausdruck kommen.

Sämtliche Eigentümlichkeiten der Serpentinflora können nur auf Skelettböden beobachtet werden, und verschwinden mit der Entwicklung des Bodens. Die xero- und basophile Pioniergevegetation wird von mesophilen, anspruchsvollen Arten vollständig verdrängt.

Da die Bodentypen und die ihnen entsprechende Pflanzendecke im engsten Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Reliefs stehen, wurden auf Grund dieser Eigenschaften die Serpentinvorkommen in Bosnien in vier Gruppen eingeteilt.

Der ersten Gruppe gehören die Vorkommen im nordwestbosnischen Hügelland an, wo podsolierte Böden mit der entsprechenden Heidevegetation vorherrschen. Die zweite Gruppe, der die Komplexe des Ozren und der Borjeplanina angehören, ist von Übergangsscharakter. Die dritte umfasst die Vorkommen um Žepče und das Krivajagebiet mit ihren stark dissezierten Gelände, Steilhängen und

tiefen Tälern. Es herrschen Rohböden vor mit Schwarzkieferwäldern und gelangte die für Bosnien charakteristische Serpentinvegetation hier am besten zur Entwicklung. Der vierten Gruppe gehören die Komplexe in Ostbosnien an, die sich schon aus pflanzengeographischen Gründen von den Vorkommen in Zentralbosnien wesentlich unterscheiden. Auch besiedeln hier Pflanzenarten die Serpentine die auf dieser Unterlage in Zentralbosnien fehlen, eine Erscheinung die vielleicht durch den höheren Kalkgehalt bedingt ist. (Tabellen V und VI).

Sämtliche Pflanzen die in Bosnien auf Serpentin festgestellt wurden sind nach Abzug der zufälligen Arten auf ihre Familienzugehörigkeit, vielmehr auf ihren Anteil in den einzelnen Familien, auf ihr Lebensformenspektrum und pflanzengeographische Verhältnisse analysiert worden, doch erwies sich die Notwendigkeit sie vordem in zwei Gruppen zu trennen, deren eine die Arten auf Skelettböden umfasst, die andere jene auf entwickelten Böden, die also die mesophilen Bestände bilden. Widrigfalls würde sich ein falsches Bild der Serpentinflora ergeben.

Auf den Serpentinkomplexen in Bosnien wurden insgesamt 583 Arten festgestellt. Von diesen sind 173 zufällige Arten, 284 bilden die Vegetation der Skelett - und seichten Böden und 126 die mesophile Pflanzendecke auf entwickelten Böden. Die Zahlenverhältnisse sind aus Tabelle XI ersichtlich.

Von den 284 Arten, die die Serpentinvegetation im eigentlichen Sinne bilden, gehören die zahlreichsten der Familie der Compositen an. An zweiter Stelle stehen die Caryophyllaceen, darauf folgen die Papilionaceen, Scrophulariaceae und Gramineen. Die übrigen Arten sind mit 1—6% an der Gesamtvegetation beteiligt.

Auf entwickelten Böden stehen die Gramineen an erster Stelle, darauf folgen die Compositen, Rosaceaen, Papilionaceaen und Umbelliferaen. Die Artenzahl und ihr prozentueller Anteil an der Gesamtvegetation sind aus den Aufstellungen im Originaltext auf Seite 126 und 127 zu entnehmen, das Verhältnis zwischen den Arten zu den Gattungen aus Tabelle XII.

Das Lebensformenspektrum ist in der Tabelle XIII wiedergegeben in der an letzter Stelle die Heiden angeführt sind, die als Endstadium der Vegetationsentwicklung zufolge der starken Versauerung des Bodens angesehen werden. Die Zusammensetzung der Lebensformen steht im Einklang mit den ökologischen Bedingungen die an den einzelnen Standorten herrschen. Auch bei der Durchführung der pflanzengeographischen Analyse wurden die erwähnten Pflanzengruppen gesondert behandelt. Diese wurde nach E. Oberdorfer 1962 durchgeführt da auf diese Weise die ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten zur Geltung kommen; die Ergebnisse sind in Tabelle XIV zusammengestellt.

Auf Grund des Verbreitungsschwerpunktes der einzelnen Arten konnte festgestellt werden, dass die Vegetation der Rohböden aus den

warmen Gebieten Südosteuropas stammen und es sich bei der Serpentinvegetation, im Gegensatz zu jener auf Dolomit um eine autochthone Flora der Balkanhalbinsel handelt. Die Arten der mesophilen Waldvegetation und der Heiden gehören im Gegensatz zu den ersten vorwiegend der West-sowie auch den osteuropäischen Laubwäldern an.

Die für die Serpentinflora Bosniens typischen Arten sind in Anlehnung an die Klassifikation von R. Pichi-Sermolli und O. Rune in verschiedene Kategorien eingeteilt worden, die den Verhältnissen von Bosnien angepasst wurden, und zwar in die Kategorie der Reliktserpentinophyten, der typischen Serpentinophyten, der Arten die vorwiegend Serpentin besiedeln sowie der indifferenten Arten.

Die Relikte sind Paläoendeme, die in geographischer Hinsicht von verwandten Arten isoliert sind, und ist ihr Areal Mosaikartig da ihre Vorkommen an die verstreuten Serpentinvorkommen gebunden sind. Die typischen Serpentinophyten sind ebenso an Serpentin gebunden, jedoch nicht von verwandten Arten geographisch isoliert, weshalb viele von ihnen als Neoendemiten betrachtet werden. Pflanzen, die vorwiegend Serpentine besiedeln, gehören meist alten Arten an die hauptsächlich auf extremen Standorten zu finden sind. Die indifferenten Arten sind bodenvag, auf Serpentin jedoch so häufig dass sie vom allgemeinen Vegetationsbild auf diesem Substrat nicht weggedacht werden können. Die einzelnen Arten sind auf den Seiten 137-151 im Originaltext angeführt und besprochen; die in den einzelnen Kategorien zuletzt angeführten Arten sind von Übergangsscharakter zu der folgenden Gruppe.

Zufolge mangelhafter Kenntnisse der Gebundenheit einzelner Arten an das Substrat in anderen Gebieten ist ihre Einteilung zu den einzelnen Kategorien provisorisch und hat ihre Gültigkeit für das Gebiet von Bosnien.

Von Serpentinomorphosen im Sinne R. Pichi-Sermolli wurden in Bosnien folgende festgestellt: Stenophylie, Plagiotropismus, Nannismus, Glabrescenz, Glauceszens, ferner Purpurescenz (nach O. Rune) sowie Dekoloration, worunter eine Verblassung der Blütenenteile (Kronen wie Involukralblätter), verstanden wird. Es wurden die Pflanzenarten erwähnt, an denen diese Morphosen beobachtet wurden, und sind aus den Abbildungen No. 3 und 4 einige dieser Erscheinungen ersichtlich.

Die meisten Serpentinvorkommen in Bosnien liegen im klimatogenen Gebiet der Buchenwälder. Indessen nehmen die Schwarzkieferbestände sowie die xerophilen Traubeneichenwälder als edaphisch bedingte Dauerstadien die grössten Flächen ein. Wo immer es jedoch die Bodenverhältnisse gestatten, nimmt die Vegetationsentwicklung ihren natürlichen Verlauf, was, ebenso wie die rasche Basenverarmung eine sehr heterogene Vegetationsdecke zur Folge hat. So stehen mesophile und xerophile Bestände, ebenso wie azidophile und basophile Gesellschaften oft dicht beisammen und bilden auch

Mischbestände. Die grossen Unterschiede der Umweltsbedingungen in den einzelnen Vegetationstypen sind aus Tabelle XV ersichtlich. Die Standorte, an denen diese Messungen durchgeführt wurden, liegen oft keine 20 m Luftlinie von einander entfernt.

Die xerophilen Wälder auf Serpentin bilden Kiefer- und Traubeneichenwälder. Sie gehören dem Verband *Orno Ericion serpentonicum* Horv. an. In Zentralbosnien ist die bosnische geographische Variante der Schwarzkiefernwälder vertreten, während in Ostbosnien die serbische. Die Kiefernwälder treten ferner in drei Subassoziationen auf, dem *Pinetum silvestris-nigrae typicum* in feuchteren Lagen, was auch für das *P. s. n. seslerietosum rigidae* der Fall ist, das ausserdem noch in höheren Lagen an Steilhängen häufig auftritt. *P. s. n. seslerietosum latifoliae* ist an warme, felsige Stellen gebunden und ist daher die Serpentinvegetation in ihnen am typischsten entwickelt. Auch wurde ein Waldtypus beobachtet in denen *Gramineaen*, vor allem *Festuca sulcata*, dominieren.

Die xerophilen Traubeneichenwälder sind syngenetisch mit den Schwarzkieferwäldern verbunden. An luftfeuchteren Stellen ist das *Erico-Quercetum petraea* vertreten, an trockeneren das *Potentillo-albae-Quercetum* Horv. Im Unterwuchs sind diese Bestände von den Wäldern, aus denen sie hervorgegangen sind, nicht wesentlich verschieden, doch tritt auf tieferen Bodenprofilen eine immer grössere Anzahl mesophiler Arten in ihre Bestände ein.

Die mesophilen Wälder gehören den Gesellschaften der illyrischen Buchenwälder an. Sie sind meist an feuchteren Stellen und nördlich oder östlich exponierten Lehnen über tieferen Bodenprofilen entwickelt, Säureliebende Arten können in ihnen so häufig sein, dass sie sich den azidiphilen Gesellschaften des *Quercion roboris-petraea* nähern, und gehen sie nach Beseitigung des Waldes wie diese in Heiden über.

Von den illyrischen Buchenwäldern sind folgende Gesellschaften vertreten: das *Querco-Carpinetum croaticum*, das *Fagetum croaticum montanum* und das *Fagetum croaticum abietetosum*. Die grössten Flächen werden von der letztgenannten Gesellschaft eingenommen, was vielleicht durch das Substrat bedingt ist, das im allgemeinen für Nadelholzarten günstiger ist. Andernteils sind die für Buchenwälder typischen Arten in diesen Beständen am reichlichsten vertreten, was durch die Bodenbeschaffenheit hervorgerufen sein könnte. Die Charakterarten der Buchenwälder sind in neutralen bis mässig sauren Böden optimal entwickelt, und finden sie, auf Serpentin wie aus unseren Analysen in Tabelle XVI hervorgeht, in den Buchen-Tannenwäldern anscheinend entsprechendere Lebensbedingungen.

Die illyrischen Buchenwälder unterscheiden sich strukturell von den gleichen Waldtypen auf Kalkböden durch das Fehlen vieler typischer Arten und ist im allgemeinen eine Artenarmut und reich-

liches Auftreten von kalkmeidenden Pflanzen, wie z. B. von *Rubus hirtus* und *Pteridium aquilinum* zu beobachten. Diese Artenarmut kann jedoch nicht nur dem Kalkmangel, sondern auch der Nährstoffarmut im allgemeinen zugeschrieben werden, da sich an etwas gedüngten Stellen, wie an Ackerrainen und Wegrändern manche Arten einstellen die in den Wäldern fehlen.

An südlich exponierten, meist schwer zugänglichen Felsen tritt stellenweise die Assoziation *Carex humilis-Halacsya sendtneri* auf und in Ostbosnien jene der *Halacsya sendtneri-Potentilla mollis*, die typisch für die trockenen Serpentinfelsen der Balkanhalbinsel sind.

An beweideten, steinigen Böden dominieren oft nur Thymus und *Festuca*-arten sowie auch *Teucrium montanum*. In Zentralbosnien herrschen die Arten *Thymus jankae* var. *subacicularis* und *Festuca sulcata* vor, und im heisseren Ostbosnien nehmen ihre Stelle die xerophileren *Festuca stricta* und *Thymus moesiacus* ein.

Die ungünstigen Lebensbedingungen für die Pflanzenwelt auf Serpentin können auch auf alten Brandflächen beobachtet werden, an denen nach 25 und sogar 37 Jahren noch keine Regeneration der Waldvegetation eingetreten ist. Je nach dem einstigen Waldtyp, bzw. ob diese auf seichtem oder tieferen Profilen entwickelt waren, bilden die Vegetation der Brandflächen Arten der Klasse *Epilobetea*, ohne dass diese Bestände jedoch eine nähere Verwandtschaft zu einem ihrer Verbände aufweisen würde, oder aber gelangten einige Arten aus dem Unterwuchs der xerophilen Bestände zur Vorherrschaft, was besonders häufig bei *Cytisus heuffelii* var. *maezeius* und *Galium lucidum* der Fall ist.

VUKOVIĆ TIHOMIR

Prirodno-matematički fakultet  
i Biološki institut Univerziteta  
u Sarajevu

BEITRAG ZUR KENNTNIS DER VERBREITUNG VON LEUCISCUS SOUFFFIA RISO UND DIE BESCHREIBUNG DER UNTERART LEUCISCUS SOUFFFIA MONTENIGRINUS N. SSP.

Prilog poznavanju rasprostranjenja  
*Leuciscus souffia* Risso u vodama  
Jugoslavije i opis podvrste *Leuciscus*  
*souffia montenigrinus* n. ssp.

Rasprostranjenje vrste *Leuciscus souffia* Risso (*Telestes agassizi* Heckel) u vodama naše zemlje do sada je veoma malo upoznato. Vrlo oskudni podaci se mogu naći kod Heckel-a i Kner-a (1858) koji navode da ova vrsta živi u Dravi, dok je u samom Dunavu nema. Jurinec (1880) u svom radu o ribama Drave, Plitvice i Bednje navodi vrstu *Telestes agassizi*, ali samo kao preneti podatak iz pomenutog rada Heckel-a i Kner-a, dok sam nije pronašao ni jedan primerak ove vrste. Munda (1926) daje kratak opis ove vrste i navodi da naseljava bistre, tekuće vode, naročito pastrmske potoke. Ni u tom radu nema nikakvih preciznih podataka o rasprostranjenju. Taler (1953) navodi podvrstu *Leuciscus souffia muticellus* Bonaparte samo za reku Soču. Drecun (1962) ne spominje u popisu slatkovodnih riba Crne Gore ovu vrstu. Isto tako Berg (1932) ne navodi ni jedan lokalitet iz naše zemlje za ovu vrstu. Dobijao se utisak kao da ta vrsta i ne živi u našim vodama, i da su je stariji istraživači-ihtiolozi greškom uvrstili među slatkovodne ribe Jugoslavije.

Materijal koji je sakupljen tokom 1962. i 1963. godine potvrđuje da je ova vrsta zastupljena u našim vodama, šta više da je zastupljena u vodama jadranskog sliva u Crnoj Gori. U avgustu 1962. godine u Drini je sakupljeno 15 primeraka ove vrste. Taj materijal je sakupio Avdo Sofradžija, student biologije na Prirodno-matematičkom fa-

kultetu u Sarajevu, na čemu mu se najlepše zahvaljujem. Materijal iz Morače, ukupno 17 primeraka sakupio je dr Božina Ivanović, na čemu sam mu takođe zahvalan.

Interesantno je da ova vrsta nema narodno ime ni na jednom od dva navedena nalazišta. U literaturi se mogu naći neki nazivi, ali njih ima više i teško je utvrditi koje se ime najviše upotrebljava i koje se odnosi baš na vrstu *Leuciscus souffia*. Fink (1954) u popisu narodnih imena riba koji je sastavio na osnovu »Rječnika narodnih zooloških naziva« M. Hirtza navodi sledeća narodna imena: jelšovka, laska, svjetlica. Munda (1926) navodi ime blistavec. Taler (1953) za podvrstu *Leuciscus souffia muticellus* navodi ime jelšovka, a ime svjetlica za vrstu *Leuciscus polylepis* (Stenid.) U svakom slučaju pitanje narodnih imena ove vrste još nije raščišćeno.

Interesantno je da ni Berg (1932, 1949) ne spominje ovu vrstu, iako se njen areal znatnim delom poklapa sa teritorijom koju autor obrađuje.

Primerci sakupljeni u Drini kod Ustikoline bili su veći, njihova totalna dužina tela je varirala od 127 do 174 mm, dok su primerci iz Morače imali totalnu dužinu tela od 59 do 100 mm. Izvršena je analiza najvažnijih morfoloških karaktera. Nisu nađene neke bitne razlike u morfometrijskim karakterima; nekim manjim razlikama koje su konstatovane među naseljima ove vrste iz Drine i Morače ne pridajemo veći značaj. Morfometrijske karaktere u konkretnom slučaju moramo razmatrati i sa izvesnom rezervom, pošto nije upoznato uzrasno variranje tih karaktera na svakom lokalitetu posebno. Međutim, kod nekih merističkih karaktera su se pokazale sasvim jasne razlike. Pored razlika u broju granatih zrakova u leđnom peraju (kod primeraka iz Morače se javlja jedan granati zrak manje), podrepnom peraju (kod primeraka iz Morače se javlja jedan granati zrak više) osobitu pažnju zaslužuju razlike koje su utvrđene u broju krljušti u bočnoj liniji i u broju kičmenih pršljenova. Srednja vrednost broja krljušti u bočnoj liniji kod primeraka iz Drine iznosi 54,66 (variranje od 50 do 57), a kod primeraka iz Morače 48,16 (variranje 44 do 50). U svim radovima u kojima sam nalazio podatke o ovoj vrsti je navođeno najmanje 48 krljušti u bočnoj liniji, pa stoga možemo reći da se naselje ove vrste u Morači odlikuje smanjenim brojem krljušti u bočnoj liniji. Još veća razlika je utvrđena kod broja kičmenih pršljenova: kod primeraka iz Drine srednja vrednost iznosi 42,88 (variranje 42—43) a kod primeraka iz Morače srednja vrednost iznosi 37,80 (variranje 37—38). Smatramo da ove razlike u broju krljušti u bočnoj liniji i u broju kičmenih pršljenova dozvoljavaju da se naselje ove vrste u reci Morači (a verovatno i u njenim pritokama) izdvoji u posebnu podvrstu *Leuciscus souffia montenigrinus* n. ssp.

## L I T E R A T U R A

1. Berg L. S. 1932. — Ribi presnih vod SSSR i sopredeljnih stran. Čast I, Leningrad.
2. Berg L. S. 1932. — Uebersicht der Verbreitung der Süßwasserfische Europas. Zoogeographica, Band I, Heft 2, Jena.
3. Berg L. S. 1949. — Ribi presnih vod SSSR i sopredeljnih stran. Čast II, Moskva—Leningrad.
4. Drecun Đ. 1962. — Rasprostranje i popis slatkovodnih riba Crne Gore. Hydrobiologia Montenegrina, Tom II, No 1, Titograd.
5. Fink N. 1954. — Imenik znanstvenih naziva životinja, Zagreb.
6. Heckel J. und Knier R. 1858. — Die Süßwasserrfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die angräzenden Länder, Leipzig.
7. Mundula A. 1926. — Ribe v slovenskih vodah, Ljubljana.
8. Jurinec A. 1880. — O ribah u Dravi Plitvici i Bednji. Izvješće kralj. vel. gimnazije, Varaždin.
9. Taler Z. 1953. — Rasprostranje i popis slatkovodnih riba Jugoslavije. Glas. Prirodnačkog muzeja srpske zemlje, serija B, knj. 5—6, Beograd.

## Z U S A M M E N F A S S U N G

In den Flüssen Drina bei Ustikolina und Morača bei Titograd wurden Exemplare der Art *Leuciscus souffia* Risso gefunden. Diese Funde tragen zur Kenntnis der Verbreitung dieser Art in den Wässern Jugoslawiens bedeutend bei. Aus der durchgeföhrten Analyse der morphometrischen und meristischen Merkmale geht hervor, dass besonders grosse und deutlich bemerkbare Unterschiede im Bestand dieser Art an beiden Lokalitäten bestehen, die in der Schuppenzahl der Seitenlinie und der Zahl der Wirbel in der Wirbelsäule zum Ausdruck kommen. Der Mittelwert der Schuppenzahl der Seitenlinie bei den Exemplaren aus der Drina beträgt 54,66 (er variiert von 50 bis 57) und bei den Exemplaren aus der Morača 48,16 (er variiert von 44 bis 50). Der Mittelwert der Zahl der Wirbel in der Wirbelsäule bei den Exemplaren aus der Drina beträgt 42,88 (er variiert von 42 bis 43) und bei jenen aus der Morača 37,80 (er variiert von 37 bis 38).

Der Autor ist der Ansicht dass auf Grund der bestehenden Unterschiede in der Schuppenzahl der Seitenlinie und der Anzahl der Wirbel der Bestand dieser Art aus der Morača (und wahrscheinlich auch jener aus ihren Nebenflüssen) als besondere Unterart *Leuciscus souffia montenigrinus* n. ssp. auszuscheiden ist.

## NEKI MORFOMETRIJSKI I MERISTIČKI KARAKTERI KOD LEUCIS-CUS SOUFFLIA IZ DRINE I MORAČE

## EINIGE MORPHOMETRISCHE UND MERISTISCHE MERKMALE VON *LECUSISCUS SOUFFIA* AUS DER DRINA UND MORAČA

DRINA				MORAČA				
	x	VARI-RANJE DAS VA-RIEREN	% OD DU-ŽINE TELA BEZ C % DER KÖRPER-LÄNGE OHNE C	% OD DU-ŽINE GLAVE % VON DER KOPF-LÄNGE	x	VARI-RANJE DAS VA-RIEREN	% OD DU-ŽINE TELA BEZ C % DER KÖRPER-LÄNGE OHNE C	% OD DU-ŽINE GLAVE % VON DER KOPF-LÄNGE
Maksimalna dužina tela	152,41	127-174			86,33	59-100		
Maximale Körperlänge								
Dužina tela bez C	162,75	107-143			71,58	48-86		
Körperlänge ohne C								
Dužina glave	30,00	26-34	23,66		18,66	13-21	26,06	
Kopflänge								
Najveća dužina tela	30,08	26-33	27,73		17,50	11-21	24,44	
Grösste Kör-perhöhe								
Najmanja visina tela	12,66	12-14	9,98		7,83	5-9	10,93	
Kleinste Kör-perhöhe								
Antedorzalno rastojanje	63,16	53-73	49,83		36,16	24-42	50,51	
Antadorsaler Abstand								
Anteanalno rastojanje	88,16	74-101	69,55		48,58	33-56	67,86	
Anteanaler Abstand								
Anteventralno rastojanje	59,08	50-68	46,61		33,33	23-38	46,58	
Anteventraler Abstand								
Dužina repnog stabla	30,08	23-33	23,73		16,58	12-19	23,16	
Länge des Schwanzstammes								
Predočni prostor	9,91	8-12		33,03	5,66	4-6		30,33
Anteriorbitaler Abstand								
Međuočni prostor	10,91	10-12		36,36	6,91	5-8		37,03
Interorbitaler Abstand								
Zaočni prostor	14,75	13-17		49,16	8,66	5-10		46,60
Postorbitaler Abstand								
Dijametar oka	6,61	5-7		22,03	4,75	4-5		25,45
Augendiameter								
Broj zrakova u perajama								
Anzahl der Radien in D A	III-8,20 III-8,93	III-8-9 III-8-10			III-7,90 III-9,18	III-7-8 III-8-11		
Broj krljušti u bočnoj liniji								
Schuppenzahl in Ll	54,68	50-57			48,16	44-50		
Broj kičmenih pršlenovova								
Anzahl der Wirbel in der Wirbelsäule	42,88	42-43			37,80	37-38		

ŽIVADINOVIĆ JELENA  
Biološki institut Univerziteta, Sarajevo

## Dinamika populacija Collembola u šumskom i livadskom tlu Igmana

DYNAMIK DER COLLEMBOLAPOULATIONEN IN DEN WALD — UND  
WIESENBÖDEN DES IGMAN

### U V O D

Još 1959. godine postavljen mi je zadatak od strane Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu da pratim promene u populacijama Collembola tla, na planini Igmanu, u odnosu na vreme i prostor.

Igman predstavlja jedan kompleks ekosistema u kome možemo razlikovati veći broj raznovrsnih šumskih i livadskih biocenoza. Ova planina me je posebno zainteresovala i zato što su tu već delom završena detaljna fitocenološka, pedološka, entomološka i meteorološka ispitivanja.

Tokom rada na pomenutom zadatku mogla sam detaljno upoznati faunu kolembola ovog predela, zatim utvrditi u kojoj meri imaju uticaja na populacije kolembola edafski i klimatski faktori kao i različite biljne zajednice koje su na Igmanu zastupljene. Nadalje, mogla sam pratiti i dinamiku populacija kolembola u raznim biocenozama.

Za celokupan rad na ovoj temi u mnogome sam zahvalna na ukazanoj stručnoj pomoći prof. dr. Smilji Mučibabić, zatim poznatom stručnjaku za taksonomiju kolembola dr. Hermanu Gisinu iz Ženeve, kome je jedan deo mterijala slat na kontrolu, zatim prof. dr. Pavlu Fukareku i prof. dr. Milivoju Čiriću, koji su izabrali lokalitete za moja ispitivanja i dali fitocenološke i pedološke podatke za pojedine lokalitete. Zahvalna sam Mirku Živadinoviću kao i Selver Palu koji su mi na terenu, prilikom uzimanja proba, bili od velike pomoći.

## GEOGRAFSKO-GEOLOŠKE OSOBINE IGMANA

Igman je podbrežje Bjelašnice; svojim kosama i vrhovima okružuje masiv Bjelašnice sa severa i zapada.

Geografski položaj Igrama određen je sledećim geografskim koordinatama: prostire se  $18^{\circ}00'$  i od  $18^{\circ}25'$  istočne geografske dužine od Grinviča (Greenwich) i između  $43^{\circ}42'$  i  $43^{\circ}55'$  severne geografske širine.

Veći deo površine Igmana pokriven je visokom šumom. Šume se prostiru na visoravni koja je delimično izdiferencirana u planinske kose i vrhove, a na jugozapadnoj strani prelazi na strme padine Bjelašnice, dok se na severoistočnoj strani visoravan strmo spušta u Sarajevsko polje.

Između grebena Bjelašnice i Igmanske kose (Crni vrh) prostire se Veliko polje, a nešto severozapadno od ovog nalazi se Malo polje. Ispod strmih strana masiva Bjelašnice je izdužena uvala — Ravna vala. Veliko polje, Malo polje, te Ravna vala su udoline i predstavljaju tipična mrazišta na Igmanu.

U celini posmatrano, Igman predstavlja površ — visoravan, koja je blago talasasta i boginja. Ona je prema B. Ž. Milojeviću (1937) fluvio-denudacionog porekla i gornje eocenske i donje oligocenske starijosti. Veliko i Malo polje, prema ovom autoru, predstavljaju delove suve rečne doline Bosne, koji su skrašeni i dezorganizovani i danas se javljaju kao viseći, fosilni oblici u odnosu na sadašnji profil reke Bosne. Karsifikacija i dezorganizacija rečne mreže je nastupila za vreme stvaranja Sarajevsko-zeničke kotline.

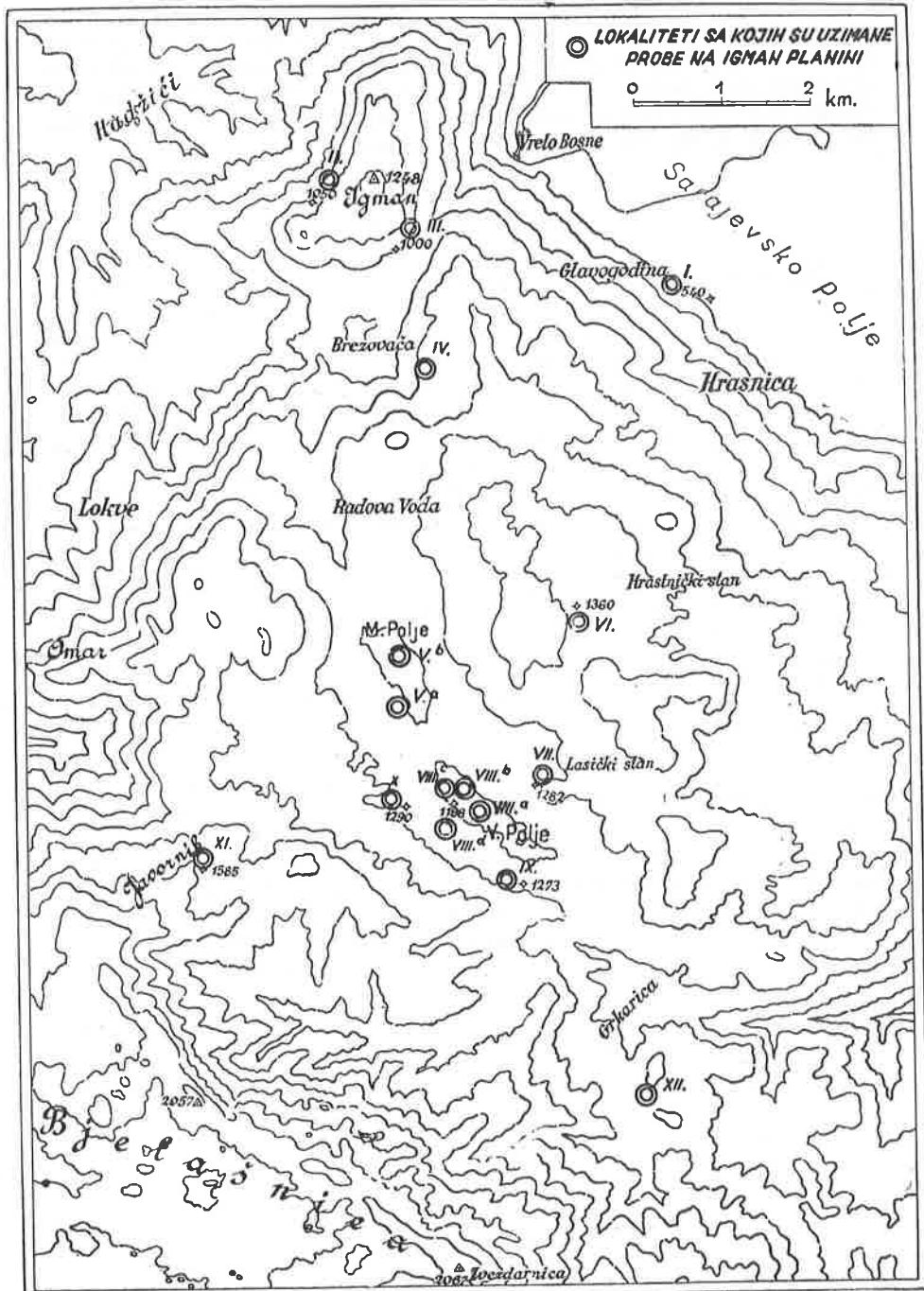
Igmanska površ, kao i Bjelašnica bile su za vreme diluvijuma (wirm) zahvaćene glacijacijom. Iz tog perioda na Igmanu su ostali samo akumulacioni oblici u vidu raznovrsnih morena.

Karakteristika čitave planine — površi je pomanjkanje tekućih voda. Postoji svega jedno vrelo i to pod vrhom Javornika; to je jedino vrelo koje leti ne presuši.

Geološki sastav terena po formaciji pripada gornjem i srednjem trijasu. Krečnici su glavni geološki supstrat tala te čitavo područje ima kraški karakter, često veoma vrtačast. Pored krečnjaka zastupljeni su i dolomiti i klastični sedimenti srednjeg trijasa u kojem je razvijena dijabaz rožna formacija, te krečni fliš.

Prema M. Ćiriću (1964) na Igmanu su zastupljeni sledeći tipovi zemljišta na krečnjaku — rendzine, smeđa krečnjačka zemljišta (odnosno prelazne forme ka rendzini ili ilimerizovanom zemljištu), ilimerizovana (lesivirana) zemljišta i deluvijalna (koluvijalna) zemljišta.

Klima Igmana je kontinentalna, sa oštrim zimama, posle kojih dosta naglo nastaje toplo proleće pod uticajem toplih južnih vetrova. Leta su suva, a jeseni vlažne i dosta hladne.



Geografska karta sa lokalitetima sa kojih su uzimane probe na Igman planini

S obzirom na planinski karakter ovog područja, klima je planinska, no ne odgovara u potpunosti klimi srednjobosanskih planina, jer zbog položaja Igman stoji pod uticajem mediteranskih vazdušnih struja, koje, slivajući se preko barijere masiva Bjelašnice, veoma utiču na opšte klimatske prilike na ovoj planini.

#### METODE RADA

Materijal, obrađen u ovom radu, potiče iz proba tla sa šesnaest lokaliteta, koji su u posebnoj glavi detaljno opisani. Iz tla nekoliko lokaliteta (Va i Vb, VI, VIIIa i VIIIb, X, XI i XII) uzete su probe samo jednom ili nekoliko puta, kako bi se mogao ustanoviti sastav vrsta kolembola na tim mestima. Na ostalim staništima uzimane su po pravilu probe jednom mesečno tokom jedne ili dve godine, te se na taj način mogla pratiti dinamika mešovitih životinjskih populacija (posebno kolembola) u raznim godišnjim dobima, a negde i razlike između uzastopnih godina. Izuzetno u nekim mesecima nisu uzimane probe, jer su usled snega i drugih vremenskih nepogoda izabrani lokaliteti bili nepristupačni.

Zemljišne probe uzimane su valjkastim, gvozdenim kalupom, prečnika 10 cm. Sadržaj probe stavljan je u kesice od polivinila, kako sezemlja prilikom transporta ne bi sušila. Treba napomenuti da vreme transportovanja nikad nije trajalo duže od 48 sati. Probe su zatim stavljane u Tullgrenove aparate, gde su se po principu sušenja zemlje izdvajali stanovnici tla. Izdvajanje se vršilo uvek po pet dana, a zatim se materijal konzervirao u 70% alkoholu.

Da bi se mogla izvršiti kvalitativna analiza kolembola, bilo je potrebno svaku kolembolu obraditi »Gisinovom metodom« (Gisin, 1960). Životinje su stavljene u kap »Gisinove tečnosti« i zagrevane na temperaturi 40°—50° C. Prilikom determinacije korišćena je sistematika i nomenklatura izneta u radu »Collembolenfauna Europas« od Hermanna Gisina (1960). Jedan deo materijala bio je poslat profesoru Gisinu u Ženevu radi proveravanja tačnosti determinacije.

Sa istog lokaliteta u isto vreme uzimane su po tri jednakе probe tla. Posle izdvajanja i prebrojavanja stanovnika tla iz zemlje, računata je srednja vrednost broja organizama iz tih triju proba. Kako količina zemlje nije bila u svim probama s raznih lokaliteta jednaka, to su se sve srednje vrednosti naknadno preračunavale na 1000 cm<sup>3</sup> zemlje. To je bilo potrebno da bi se mogla upoređivati brojnost organizama sa raznih lokaliteta.

Sa staništa IV, VII, VIIIId i IX uzimane su zemljiskne probe iz dva i tri sloja tla. Na taj način se mogla konstatovati razlike u brojnosti individua raznih zemljiskih slojeva.

Pedološke analize vršene su u laboratoriji Biološkog instituta a radi kontrole ponovljene su analize u pedološkom odeljenju Šumarskog instituta u Sarajevu.

## LOKALITETI I NJIHOVE KARAKTERISTIKE

Kako lokaliteti na Igmanu imaju određene specifičnosti (razna nadmorska visina, tip tla, biljna zajednica) to će ovde izneti, prema podacima Čirića, Fukareka i Bjeličić, opis svakog pojedinog lokaliteta:

### Lokalitet I

Nadmorska visina 540 m. Ekspozicija N.

Na ovom lokalitetu je u degradiranom obliku mlada sastojina običnog graba i hrasta kitnjaka (*Querceto-Carpinetum*). Nalazi se na rubu Sarajevskog polja (Glavogodina).

#### Sastav vrsta:

Drveće: *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Pirus communis*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, (*A. tataricum*).

Grmlje: *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Euonymus europaea*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*.

Zeljaste vrste: *Melampyrum pratense*, *Glechoma hederacea*, *Erythronium dens canis*, *Prunula veris*, *Carex verna*, *Anemone nemorosa*, *Pulmonaria officinalis*, *Calamagrostis sp.*, *Poa pratensis*, i dr.

Tip tla je ilimerizovano zemljište na rožnacima i peščarima. Humusni sloj je homogen, tipa zrelog humusa ( $A_1$  kiseo).

#### Pedološka analiza:

pH (u $H_2O$ i n = KCL)	5,40 i 4,15
humus %	7,61
fosfor mg/100 gr	2,15
higroskopska vlaga %	2,20
adsorpcioni kompleks	$S = 9,52 \quad T - S = 15,29 \quad T = 24,82 \quad V\% = 38,35$
granulometriski sastav	$2 - 0,2 = 11,41 \quad 0,2 - 0,02 = 45,88$ $0,02 - 0,002 = 29,31 \quad 0,002 = 13,40$
teksturna klasa	peskovita ilovača

### Lokalitet II

Nadmorska visina 1050 m. Ekspozicija NW.

Tu je brdska bukova šuma (*Fagetum montanum*) na padinama Stupnika.

### Sastav vrsta:

Drveće: *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *A. obtusatum*.

Grmlje: *Corylus avellana*, *Eonymus latifolia*, *Ligustrum vulgare*, (*Juniperus communis*), *Lonicera xylosteum*.

Zeljaste vrste: *Epimedium alpinum*, *Asarum europaeum*, *Anemone nemorosa*, *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum tuberosum*, *Sanicula europaea*, *Aposeris foetida*, *Brachypodium sylvaticum*, *Asperula odorata*, *Melica uniflora*, *Salvia glutinosa*, *Aspidium filix mas*, i dr.

Tip tla je karbonatna rendzina na krečnjaku (A<sub>1</sub>).

### Pedološka analiza:

pH (u H<sub>2</sub>O i n = KCL) 7,60 i 6,80

humus % 13,80

fosfor mg/100 gr 0,11

higroskopska vlaga % 9,60

granulometriski sastav 2 — 0,2 = 0,77 0,2 — 0,02 = 60,04  
0,02 — 0,002 = 33,53 0,002 = 5,66

teksturna klasa peskovita ilovača

### Lokalitet III

Nadmorska visina 1000 m. Ekspozicija SO.

Na ovom lokalitetu nalazi se sastojina crnog graba i crnog jasena (*Querceto-Ostryetum*).

### Sastav vrsta:

Drveće: *Ostrya carpinifolia*, *Acer obtusatum*, *Sorbus torminalis*, *Fraxinus ornus*, *Pirus piraster*.

Grmlje: *Eonymus verrucosus*, *Viburnum lantana*, *Sorbus aria*, *Crataegus oxyacantha*, (*Rhamnus saxatilis*).

Zeljaste vrste: *Teucrium chamaedrys*, *Sanguisorba minor*, *Geranium sanguineum*, *Veronica spicata*, *Iris graminea*, *Melica ciliata*, *Thymus* sp., *Hieracium* div. spec., i dr., i specifične mahovine.

Tip tla je rendzina na jako karstifikovanom krečnjaku (suvo stanište).

Pedološka analiza:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCL)	6,40 i 5,75
humus %	12,44
fosfor mg/100 gr	0,70
higroskopska vlaga %	7,60
adsorpcioni kompleks	S = 49,16 T — S = 8,22 T = 57,38 V% = = 85,67
granulometriski sastav	2 — 0,2 = 4,54      0,2 — 0,02 = 45,26 0,02 — 0,002 = 37,39      0,002 = 12,81
teksturna klasa	peskovita ilovača

Lokalitet IV

Nadmorska visina 1020 m. Ekspozicija NW.

U uvali južno od Brezovače nalazi se šumska zajednica bukve i jele (*Abieto-Fagetum*).

Sastav vrsta:

Drveće: *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, (*Ulmus montana*).

Grmlje: *Sambucus racemosa*, *Lonicera xylosteum*, *L. alpigena*, *Daphne mesereum*, *Rhamnus fallax*.

Zeljaste vrste: *Festuca silvatica*, *Paris quadrifolia*, *Doronicum columnae*, *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Sanicula europaea*, *Elymus europaeus*, *Mycelis muralis*, *Euphorbia amygdaloides*, *Symphytum tuberosum*, *Salvia glutinosa*, *Ranunculus aconitifolius*, *Polygonatum multiflorum* i dr.

Zemljište je rendzina na krečnjaku.

Pedološka analiza:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCL)	5,50 i 4,85
humus %	12,86
fosfor mg/100 gr	4,24
higroskopska vlaga %	7,99
adsorpcioni kompleks	S = 45,07 T — S = 24,60 T = 69-68 V% = = 64,68
granulometriski sastav	2 — 0,2 = 11,07      0,2 — 0,02 = 45,42 0,02 — 0,002 = 31,18      0,002 = 12,33
teksturna klasa	peskovita ilovača

Lokalitet Va

Nadmorska visina 1.100 m. Ekspozicija NO.

Smrčeva šuma (*Homogyneto-Piceetum* Fuk.) nalazi se u vrtaćama Maloga polja.

### Sastav vrsta:

Drveće: *Picea excelsa*, (*Abies alba*).

Grmlje: *Daphne mezereum*, *Lonicera xylosteum*, *Sorbus aucuparia*, *Rubus idaeus*.

Zeljaste vrste: *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum silvaticum*, *Pirola secunda*, *Luzula silvatica*, *L. luzulina*, *Deschampsia caespitosa*, *Carex silvatica*, *Gentiana asclepiadea*, *Prenanthes purpurea* i dr.

Osim ovih biljnih vrsta nalaze se na ovom lokalitetu i specifične mahovine i lišajevi (na drveću).

Tip tla je ilimerizovano zemljište na krečnjaku.

### Pedološka analiza:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	5,30 i 4,50
humus %	12,44
fosfor mg/100 gr	1,73
higroskopska vлага %	7,60
adsorpcioni kompleks	$S = 30,51 \quad T - S = 32,92 \quad T = 63,43 \quad V\% = 48,10$
granulometriski sastav	$2 - 0,2 = 2,05 \quad 0,2 - 0,02 = 52,99$ $0,02 - 0,002 = 31,55 \quad 0,002 = 13,41$
teksturna klasa	peskovita ilovača

### Lokalitet Vb

Nadmorska visina 1100 m.

Lokalitet se nalazi na samoj livadi Maloga polja. Tip vegetacije je *Nardetum* sa karakterističnim vrstama:

*Nardetum stricta*, *Agrostis vulgaris*, *Potentilla tormentilla*, *Luzula campestris*, *Hieracium pilosella*, *Plantago media*, *Festuca rubra*, *Antennaria diolea*, i dr.

### Lokalitet VI

Nadmorska visina 1360 m. Ekspozicija NO.

U vrtačama oko Hrasničkog stana nalazi se smrčeva šuma sa jelenom (*Abieto-Piceetum*).

### Sastav vrsta:

Drveće: *Picea excelsa*, *Abies alba*, (*Acer pseudoplatanus*).

Grmlje: *Lonicera nigra*, *Daphne mezereum*, *Sorbus aucuparia*.

Zeljaste vrste: *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum silvaticum*, *Coral-lorhyza trifida*, *Pyrola secunda*, *P. uniflora*, *Hieracium murorum*, *Luzula luzulina*, *L. silvatica*, *Prenanthes purpurea*, *Gentiana asclepiadea*, *Carex digitata*, *Saxifraga rotundifolia*, *Euphorbia amygdaloides*, i dr.

Na ovom lokalitetu nalaze se brojne mahovine.

Tip tla je rendzina sa sirovim humusom.

#### Pedološka analiza:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	5,65 i 4,85
humus %	15,69
fosfor mg/100 gr	2,25
higroskopska vlaga %	13,69
adsorpcioni kompleks	$S = 53,99 \text{ T} - S = 37,33 \text{ T} = 91,33 \text{ V\%} = 59,11$
granulometriski sastav	$2 - 0,2 = 10,92 \quad 0,2 - 0,02 = 38,26$ $0,02 - 0,002 = 39,14 \quad 0,002 = 11,68$
teksturna klasa	ilovača

#### Lokalitet VII

Nadmorska visina je 1282 m. Ekspozicija S—SW.

Na padinama iznad Velikog polja nalazi se sastojina jele i belog bora (*Abieto-Pinetum*).

#### Sastav vrsta:

Drveće: *Pinus silvestris*, *Abies alba*, (*Picea excelsa*, *Acer pseudoplatanus*).

Grmlje: *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *Daphne mezereum*, *Lonicera xylosteum*, *L. alpigena*.

Zeljaste vrste: *Vaccinium myrtillus*, *Digitalis ambigua*, *Senecio vicianianus*, *Carex digitata*, *Knautia dinarica*, *Luzula silvatica*, *Dentaria bulbifera*, *Senecio rupestris*, *Hieracium murorum*, *Laserpitium marginatum*, *Sanicula europaea*, *Brachypodium silvaticum* i dr.

Na istom lokalitetu zastupljene su brojne mahovine.

Tip tla je rendzina na krečnjaku.

Pedološka analiza:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	4,90 i 4,00
humus %	13,01
fosfor mg/100 gr	1,54
higroskopska vлага %	8,98
adsorpcioni kompleks	S = 28,83 T — S = 61,32 T = 90,15 V% = = 31,98
granulometriski sastav	2 — 0,2 = 5,92      0,2 — 0,02 = 14,20 0,02 — 0,002 = 65,39  0,002 = 14,49
teksturna klasa	praškasta ilovača

Lokalitet VIIa

Nadmorska visina 1190 m.

Lokalitet se nalazi na samom Mrazištu Velikog polja. Tip vegetacije je ovde Nardetum sa karakterističnim vrstama:

*Nardus stricta, Agrostis Vulgaris, Potentilla tormentilla, Luzula campestris, Hieracium piroSELLA, Plantago media, Festuca rubra, A-  
ntennaria dioica*, i dr.

Ova livada se odlikuje visokom pokrovnošću.

Tip tla je ilimerizovano zemljište na fluvioglacijalnim nanosima.

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	5,00 i 4,10
humus %	11,70
fosfor mg/100 gr	0,97
higroskopska vлага %	7,39
adsorpcioni kompleks	S = 13,22 T — S = 30,88 T = 44,10 V% = = 29,97
granulometriski sastav	2 — 0,2 = 1,29      0,2 — 0,02 = 45,68 0,02 — 0,002 = 17,47  0,002 = 35,56
teksturna klasa	peskovita glinuša

Lokalitet VIIb

Nadmorska visina 1190 m.

Ovaj lokalitet nalazi se na Velikom polju, nedaleko od Mrazišta. Tip vegetacije je i ovde kao i na Mrazištu Nardetum:

*Nardus stricta, Agrostis vulgaris, Potentilla tormentilla, Luzula campestris, Hieracium piroSELLA, Plantago media, Festuca rubra, A-  
ntennaria dioica*, i dr.

I ovde se livada odlijeve visokom pokrovnošću.

### Lokalitet VIIIC

Nadmorska visina 1190 m. Ekspozicija N—NO.

Ovaj lokalitet je u mladom delu šume, na samoj ivici smrčeve šume (*Homogyneto-Piceetum*) na Velikom polju.

Odje je ilimerizovano zemljишte na krečnjaku.

Pedološka analiza:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	5,10 i 4,20
humus %	12,22
fosfor mg/100 gr	0,33
higroskopska vlaga %	8,81
adsorpcioni kompleks	S = 16,98 T — S = 44,00 T = 60,99 V% = = 27,84
granulometriski sastav	2 — 0,2 = 3,50      0,2 — 0,02 = 59,73 0,02 — 0,002 = 26,12      0,002 = 10,65
teksturna klasa	peskovita ilovača

### Lokalitet VIIID

Nadmorska visina 1192 m. Ekspozicija N—NO.

Ovaj lokalitet se nalazi u istoj šumi (*Homogyneto-Piceetum*) kao i predhodni, samo probe na ovom lokalitetu potiču iz dubine šume a ne sa ivice.

Sastav vrsta:

Drveće: *Picea excelsa*, *Abies alba*.

Grmlje: *Sorbus aucuparia* ssp. *glabrata*, *Lonicera nigra*, *Salix caprea*.

Zeljaste vrste: *Vaccinium myrtillus*, *Luzula luzulina*, *L. silvatica*, *Homogyne alpina*, *Pyrola secunda*, *P. uniflora*, *Dentaria trifoliata*, *Melampyrum silvaticum*, *Dryopteris robertiana*, *Hieracium murorum*, *Gentiana asclepiadea*, *Lasertitium marginatum*, *Asarum europaeum*, i dr.

Tlo je rendzina sa sirovim humusom.

Pedološke analize:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	4,80 i 3,90
humus %	12,98
higroskopska vlaga %	8,80
adsorpcioni kompleks	S = 17,97      T — S = 61,67 T = 79,65      V% = 22,56
granulometriski sastav	2 — 0,2 = 3,50      0,2 — 0,02 = 37,68 0,02 — 0,002 = 29,28      0,002 = 29,54
teksturna klasa	glinovita ilovača

## Lokalitet IX

Nadmorska visina 1223 m. Ekspozicija NW.  
Na ovom lokalitetu nalazi se jelovo-bukova šuma (*Fageto-Abietum*).

### Sastav vrsta:

Drveće: *Abies alba*, *Fagus silvatica*, (*Picea excelsa*, *Acer Pseudoplatanus*).

Grmlje: *Lonicera alpigena*, *Rhamnus fallax*, *Lonicera xylosteum*.

Zeljaste vrste: *Prenathes purpurea*, *Polygonatum verticillatum*, *Paris quadrifolia*, *Dentaria bulbifera*, *D. enneaphyllos*, *Salvia glutinosa*, *Galeobdolon luteum*, *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Mycelis muralis*, *Gentiana asclepidea*.

Tlo je rendzinsko na moreni.

### Pedološke analize:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	6,60 i 6,00
humus %	13,64
fosfor mg/100 gr	1,79
higroskopska vlaga %	11,01
granulometriiski sastav	2 — 0,2 = 48,51      0,2 — 0,02 = 16,15 0,02 — 0,002 = 25,64      0,002 = 9,70
teksturna klasa	peskovita ilovača

## Lokalitet X

Nadmorska visina 1290 m. Ekspozicija N.  
Sastojina javora i bresta (*Acereto-Ulmetum*) nalazi se na severnim padinama Javornika.

### Sastav vrsta:

Drveće: *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus montana*, *Fagus silvatica*.

Grmlje: *Sorbus aucuparia*, *Salix caprea*, *Rhamnus falax*, *Lonicera xylosteum*.

Zeljaste vrste: *Lunaria rediviva*, *Senecio nemorensis*, *Scolopendrium vulgare*, *Anemone nemorosa*, *Impatiens notitangere*, *Dryopteris filix mas*, *Galeobdolon luteum*, *Asarum europaeum*, i dr.

Na ovom lokalitetu su, pored pomenutih biljaka zastupljene i brojne specifične mahovine i lišajevi.

Tip tla je humusno deluvijalno zemljište, a nalazi se u vrtači.

Pedološke analize:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	6,10 i 5,45
humus %	11,85
fosfor mg/100 gr	1,53
higroskopska vlaga %	8,59
adsorpcioni kompleks	S = 51,46 T = 65,08
	T — S = 13,62 V% = 79,07

Lokalitet XI

Nadmorska visina 1585 m. Ekspozicija NW.

Bukova šuma na ovom lokalitetu pripada subalpskoj bukovoj zoni. Tlo je ilimerizovano zemljište na peščaru.

Pedološke analize:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	5,20 i 4,30
humus %	10,80
fosfor mg/100 gr	0,95
higroskopska vlaga %	5,21
adsorpcioni kompleks	S = 24,37 T — S = 29,51 T = 53,88 V% = = 45,23
granulometriski sastav	2 — 0,2 = 1,89      0,2 — 0,02 = 39,40 0,02 — 0,002 = 41,35      0,002 = 17,36
teksturna klasa	ilovača

Lokalitet XII

Nadmorska visina 1400 m. Ekspozicija NO.

Na ovom lokalitetu nalazi se predplaninska šuma bukve (*Fagetum subalpinum*) u inverziji oko Babina dola.

Sastav vrsta:

Drveće: *Fagus silvatica*, *Abies alba*.

Grmlje: *Rhamnus fallax*, *Lonicera xylosteum*, *L. alpigena*, *Daphne mezereum*, *Sorbus aucuparia*.

Zeljaste vrste: *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Premianthes purpurea*, *Polygonatum verticillatum*, *Adenostyles alliariae*, *Dentaria bulbifera*, *D. enneaphyllos*, *Mycelis muralis*, *Pyrola secunda*, *Vaccinium myrtillus*, *Pulmonaria officinalis*, i dr.

Za lokalitet je karakteristično ilimerizovano tlo na fluvioglacijskim nanosima.

Pedološke analize:

pH (u H <sub>2</sub> O i n = KCl)	5,05 i 4,20
humus %	9,34
fosfor mg/100 gr	0,74
higroskopska vlaga %	5,39
adsorpcioni kompleks	S = 16,47 T — S = 29,57 T = 46,04 V% = = 35,77
granulometriski sastav	2 — 0,2 = 1,16      0,2 — 0,02 = 31,01 0,02 — 0,002 = 49,80      0,002 = 18,03
teksturna klasa	ilovača

F A U N A C O L L E M B O L A I G M A N A

Fauna kolembola se do sada u Jugoslaviji vrlo malo ispitivala. Franz Kos (1937, 1939, 1942) vršio je faunistička ispitivanja kolembola u predelima Slovenije, gde je opisao i neke nove vrste. Dragica Stevanović (1956) dala je spisak nađenih vrsta iz listinca i tla nekoliko šumskih asocijacija na Kopaoniku. Josef Nosek (1958) je prikupio kolembolski materijal iz tla Kamniških Alpa (Kamniško sedlo i K. bistrice) u Sloveniji. Osim ova tri stručnjaka, od kojih je Kos najviše doprineo upoznavanju faune kolembola naše zemlje, do sada se нико nije bavio sistematskom ove interesantne životinjske grupe. Iz tog razloga malo je poznato koje se vrste nalaze u našoj zemlji i kako su one u njoj rasprostranjene.

U Bosni se počelo sa ispitivanjem kolembolske faune tek nedavno. Kao prvi objekat ovih ispitivanja uzet je Igman. U tlu izabranih lokaliteta na ovoj planini nađeno je 56 vrsta kolembola (tabela I). Do sada su od ovih vrsta kolembola u Jugoslaviji bile poznate sledeće: *Hypogastrura socialis*, *Neanura conjuncta*, *Onychirus granulosus*, *O. terricola*, *Folsomia 4-oculata*, *Istomiella minor*, *Isotoma monochaea*, *I. notabilis*, *I. violacea*, *Tomocerus minor*, *Lepidocyrtus lanuginosus*. Svi ostalih 45 vrsta su novih za Jugoslaviju.

Nađeno je i šest novih vrsta: *Neanura caeca* Gisin, *N. minuta* Gisin, *Onychiurus jugoslavicus* Gisin, *O. bosnarius* Gisin, *O. tetragrammus* Gisin i *Tetracanthella brevempodialis* Gisin.

Sve vrste kolembola nisu jednako rasprostranjene u tlu Igmana. Prema njihovom arealu rasprostiranja moguće su biti obuhvaćene u pet grupa (tabela II).

Prvoj grupi pripadaju one vrste, koje imaju mali areal rasprostranjenja i koje nastanjuju tlo samo jedne određene šumske zajednice. Obično je populacija mala, ali ima ih koje su veće kao što je populacija *Isotomina bipunctata*, *Onychiurus terricola* i *Tullbergia callipygos*. Neke čak izrazito dominiraju u svojoj sredini (*Isotomina bipunctata* je zastupljena sa 88% u mešovitim populacijama kolembola na Vb lokalitetu).

Druga grupa obuhvata vrste koje uglavnom naseljavaju šumsko tlo ispod 1.100 m n. v.

Trećoj grupi pripadaju vrste, koje su pretežno stanovnici iznad 1.300 m n. v.

Četvrту grupu čine vrste naseljene u tlu Velikog polja i šuma oko njega (1.200—1.300 m n. v.).

Peta grupa obuhvata vrste koje su nađene u tlu gotovo svih ispitivanih lokaliteta (540—1.500 m n. v.). Pojedine vrste iz ove grupe, kao, na primer, *Onychiurus serratotuberculatus* (Stach) sencu Gisin, nisu u istom broju zastupljene na celom Igmanu. U tabeli I jasno se vidi, da je *O. serratotuberculatus* najbrojniji na Velikom polju (Mrazištu), dok njegova brojnost sve više opada što je lokalitet dalje od tog mesta.

#### DISKUSIJA

Kolebole predstavljaju danas u svetu još uvek nedovoljno ispitanoj grupu apterigotnih insekata, kako taksonomski tako i zoogeografski. Monografija kolebola od Stacha i »Collembolenfauna Europas« od Gisina (1960) predstavljaju kapitalna dela u kojima su dati opisi vrsta kolebola. Međutim, ova dela ni izdaleka ne daju još potpunu sliku svih vrsta koje se stvarno nalaze u Evropi. Dok je u severnoj i srednjoj Evropi sve do Poljske na istoku fauna kolebola dobro ispitana, u ostalim predelima Evrope (južnim i istočnim) ova fauna je negde slabo a negde nimalo istražena.

Iz ovih razloga ni zoogeografsko rasprostranjenje pojedinih vrsta nije moglo biti dovoljno ispitano. Najveće napore u tom pravcu vršio je Franz. On je izdao jednu monografiju austrijskih Alpa — »Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. Eine Gebirgsmonographie« (1954), u kojoj je pokušao da dâ, pored rasprostranjenja ostalih životinja tla, i rasprostranjenje vrsta kolebola. Podaci o kolebola-ma u tom delu vrlo su dragoceni za poznavanje rasprostranjenja vrsta

**Tabela I** PROSEČNA GUSTINA POPULACIJE NADENIH VRSTA COLLEMBOLA IZRĀZENA NA 1000 cm<sup>3</sup> ZEMLJICE DURHSCHNITTLICHE POPULATIONSDICHTE DER FESTGESTELLTEN COLLEMBOLENARTEN IN 1000 cm<sup>3</sup> ERDE

<i>Neanura caeca</i> Gisin	0,1	0,08			0,06	0,01	0,01	0,1	0,05	0,05	0,05	0,06
<i>N. conjuncta</i> (Stach)					0,01							
<i>N. minuta</i> Gisin					0,1							
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i> Stach	0,6	0,2	5,7	6,1	45,0	1,7	4,9	12,8	12,9	4,0	11,8	0,4
<i>O. burmeisteri</i> (Lubbock)		0,9						2,3	2,3	1,2	3,7	
<i>O. fimbriatus</i> Gisin										0,2		0,2
<i>O. procampatus</i> Gisin	7,6	6,6	2,7	0,8			0,5	0,05	2,2	0,4	5,5	
<i>O. gisini</i> Haybach		0,9	4,6	0,4	2,1	3,4	0,01	2,1	3,8	0,05		
<i>O. armatus</i> (Tullberg) sensu Gisin	0,8	15,3	0,8									
<i>O. tetragramatus</i> Gisin												
<i>O. terricola</i> Kos	0,03	0,04	0,3	4,6	0,5	0,06		0,02	0,4	1,5		
<i>O. jugoslavicus</i> Gisin		0,1	0,7	1,1			0,1	0,9	0,1	0,1		
<i>O. bosnarius</i> Gisin										0,05		
<i>O. granulosus</i> Stach	0,7											
<i>Tullbergia calipygos</i> Börner												
<i>T. affinis</i> Börner		2,3	12,6	25,6	1,7	0,4		0,2				
<i>T. quadrispina</i> (Börner)								0,05				
<i>Tetracanthella brevopodialis</i> Gisin												
<i>Anurophorus laricis</i> Nicllet							0,07					
<i>Folsomia 4-oculata</i> (Tullberg)	6,9	0,08	19,5	17,1	1,0	6,4	66,2	3,0	2,5	4,3	10,0	0,5
<i>F. multiseta</i> Stach	6,0	71,5	0,5		0,1	23,9		1,2	1,7	6,9	12,9	0,06
<i>F. diplophthalmia</i> (Axelson)								3,6	1,7	4,0	11,0	7,4
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	4,9	17,8	12,6	14,9	5,1	8,6	20,0	0,04	0,2	1,7	11,7	11,9
<i>Folsomia spinosa</i> Kseneman												
<i>Isotoma bipunctata</i> (Axelson)												
<i>Isotoma monochaeta</i> Kos	2,1		0,03		84,9				0,1			3,8
												7,9
												3,0
												0,06



Tabela II RASPROSTRANJENJE COLEMBOLA NA PLANINI IGMANU  
DIE VERBREITUNG DER COLLEMBOLENARTEN AUF DEM IGMANGEBIRGE

Vrste Collombola	Glavogodina 540 m. n. v.	Brezovača 1000-1100 m n. v.	M. polje 1100 m. n. v.	Hrasnješki star 1360 m. n. v.	V. polje 1200-1300 m n. v.	Javornik 1200-1500 m n. v.	lokaliteti							Babim dol 1400 m. n. v.						
							I	II	III	IV	Va	VI	Vb	VII	VIII	VIII	IX	X	XI	XII
I grupa		+																		
<i>Hypogastrura socialis</i>																				
<i>Tullbergia callipygus</i>																				
<i>Onychiurus tetragramatus</i>																				
<i>Pseudosinella sexoculata</i>																				
<i>Onychiurus granulosus</i>																				
<i>Tomocerus mixtus</i>																				
<i>Hypogastrura armata</i>																				
<i>Pseudachorutes palmiensis</i>																				
<i>Xenylla maritima</i>																				
<i>Isotomina bipunctata</i>																				
<i>Hypogastrura gibbosa</i>																				
<i>Neunura minuta</i>																				
<i>Anurophorus laricis</i>																				
<i>Tomocerus minor</i>																				
<i>Pseudachorutes parvulus</i>																				
<i>Onychiurus terricola</i>																				
<i>Friesea mirabilis</i>																				
<i>Isotoma olivacea</i>																				



Vrste Collembola	Glavogodina 540 m. n. v.	Brezovčica 1000—1100 m n. v.	M. polje 1100 m. n. v.	Hrasnički stan 1360 m. n. v.	V. polje 1200—1300 m. n. v.	Javornik 1200—150 m. n. v.	lokaliteti													
							I	II	III	IV	Va	Vb	VI	VII	VIII	VIIIb	VIIIc	IX	X	XI
<b>V grupa</b>																				
<i>Hypogastrura sigillata</i>																				
<i>H. granulata</i>																				
<i>Odontella empodialis</i>																				
<i>Neanura conjuncta</i>																				
<i>Onychiurus procampatus</i>																				
<i>O. serratotuberculatus</i>																				
<i>O. gisini</i>																				
<i>O. jugoslavicus</i>																				
<i>O. bosnarius</i>																				
<i>Tullbergia quadrispinosa</i>																				
<i>Folsomia 4-oculata</i>																				
<i>Isotomiella minor</i>																				
<i>Istoma maritima</i>																				
<i>I. violacea</i>																				
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>																				

ove životinjske grupe. Oni još nisu potpuni jer nema podataka o fauni kolembola iz mnogih krajeva Evrope.

Podaci o pojavi određenih vrsta kolembola na Igmanu unekoliko će doprineti rešavanju opšteg problema rasprostranjenja ove životinjske grupe. Posebno bi trebalo istaći nalaze sledećih vrsta — *Hypogastrura scotica* (do sada nađena u Engleskoj, Švedskoj i Finskoj), *H. tergilobata* (na Korzici i južnoj Španiji), *Pseudachorutes subcrassus* (poznato je do sada njeno rasprostranjenje od Skandinavije do Španije), *Folsomia diplophthalma* (nađena do sada u Skandinaviji, na severnim ostrvima i planinama srednje Evrope) i *Tomocerus mixtus* (nađena samo u Tirigenu).

Interesantan je zoogeodrafski problem vrste *Onychiurus serratotuberculatus*. Već je istaknuto da je ona nađena samo na austrijskim Alpima i Karpatima sa još sedam vrsta, koje Franz smatra zajedničkim za ove dve planine. Treba uočiti činjenicu da je ova vrsta nađena tek pojedinačno na obe ove planine, dok se na Igmanu javlja u massama (naročito na Mrazištu).

Prema meni dostupnim podacima iz literature, vrste — *Hypogastrura hystrix*, *Odontella empodialis* i *Onychiurus gisini*, nađene su do sada samo u Alpima; sada su konstatovane i na Igmanu.

Veći broj vrsta označenih u literaturi kao izrazito planinske vrste (*Onychiurus terricola*, *O. granulosus*, *Folsomia diplophthalma*, *F. spinosa*, *Isotoma monochaeta*, *I. fennica* i *Tomocerus mixtus*) nađene su i na planini Igmanu.

O novopronađenim vrstama na Igmanu ne bi se moglo za sada još govoriti kao o endemima. Međutim, mogla bi se barem za neke vrste samo naslutiti ova mogućnost. Na primer, *Onychiurus jugoslavicus* i *O. bosnarius* nađene su uglavnom na svim ispitivanim lokalitetima, ali *Neanura caeca* je nađena samo na dva lokaliteta iznad 1.200 m n. v., *N. minuta* samo na tlu jedne šumske zajednice, *Onychiurus tetragramatus* u tlu šumske zajednice *Homogyneto-Piceetum* i *Teteracantella brevempodialis* u tlu subalpske bukove zone. One, znači, predstavljaju vrste usko lokalizovane i obično nađene na većoj visini.

*Neanura minuta* je vrsta koju možemo za sada označiti kao zimsku vrstu, jer je nađena samo u decembru mesecu, a *Onychiurus tetragramatus* kao letnju, jer je nađena samo u avgustu.

Bilo bi potrebno ovde nešto reći i o »vrsti« *Hypogastrura* sp., nađenoj u vrtači Javornika, u šumskoj asocijaciji *Acereto-Ulmetum*. To

je vrsta od koje su samo tri primerka nađena u jednom mesecu. Svi kasniji naporci da se na tom mestu ili pored njega nađe još neki primerak, bili su uzaludni. Sve jedinke ove vrste slate su Gisinu u Ženevu. Kako su nađena samo tri primerka to je on mišljenja da se možda radi o formi jedne druge vrste roda *Hypogastrura*, degenerisanoj u određeno godišnje doba.

## UTICAJ EDAFSKIH I KLIMATSKIH FAKTORA NA POPULACIJE COLLEMBOLA

Sastav i gustina populacije kolembola u zavisnosti je od kompleksa ekoloških faktora koji deluju u jednoj biocenози. Kako je nemoguće u isto vreme analizirati uticaj svih faktora, to će u ovom radu biti prvo izložen uticaj abiotičkih faktora na populacije kolembola ispitivanih lokaliteta.

Izabrani lokaliteti na Igmanu pripadaju različitim tipovima tla (I, Va, VIIIa i VIIIc, XI i XII — ilimerizovano zemljište; X — deluvijalno zemljište; II, III, IV, VI, VII, VIIIId i IX — rendzina), koji su pretežno na krečnjačkoj podlozi.

Sva tri tipa tla su po svojim osobinama vrlo različita. Hidrotermički režim, procenat humusa, aciditet, aeracija tla, mehanički sastav itd., sve su to osobine, koje su u većoj ili manjoj meri različite kod ovih tala.

Prema ispitivanjima na Igmanu, raspored vrsta kolembola stoji u tesnoj vezi sa tipovima zemljišta. Iz tabele III vidi se da su pojedine vrste vezane za određene tipove tla. Tako je za rendzine vezana grupa kolembola koja inače na Igmanu nije nađena ni u jednom drugom tipu tla. Interesantno je da je većina tih vrsta poznata kao zimske vrste, koje se javljaju i u snegu a naročito se nalaze za vreme otapanja snega.

Nasuprot ovim vrstama stoji grupa vrsta kolembola, koja se javlja na Igmanu isključivo na ilimerizovanom zemljištu, odnosno na deluvijalnom zemljištu, znači, u tlima u kojima je vodni režim mezo-filniji nego u prethodnom tipu zemljišta.

Tabela III

DISTRIBUCIJA COLLEMBOLA PREMA TIPOVIMA TALA  
DIE VERTEILUNG DER COLLEMBOLENARTEN IN DEN EINZELNEN BODENTYPEN

Vrste Collembola	Lokaliteti												Rendzina na: moreni	
	Uimerizovano zemljište na:			Deluvijalno zemljишte										
	roznačima	krečnjaku	fluvio-glijalnim nanosima	peskarima	XI	XII	VIIIa	VIIIc	Va	I				
<b>I grupa</b>														
<i>Hypogastrura socialis</i>	+													
<i>Tullbergia callipygos</i>														
<i>Hypogastrura armata</i>														
<i>Pseudachorutes palmensis</i>														
<i>Onychiurus tetragramatus</i>														
<i>Pseudachorutes parvulus</i>														
<i>Tullbergia quadrispina</i>														
<i>Hypogastrura scotica</i>														
<i>Onychiurus firmatus</i>														
<i>Tetracanthella brevempodialis</i>														
<b>II grupa</b>														
<i>Friesea mirabilis</i>														
<i>Isotoma olivacea</i>														
<i>Hypogastrura hystric</i>														
<b>III grupa</b>														
<i>Onychiurus terricola</i>													+	



Vrste Collembola	lokaliteti									Rendzina na:				
	I	Va	VIIIc	VIIIa	XII	XI	X	IX	III	IV	VII	VI	VIII	IX
<b>VIII grupa</b>														
<i>Nemura caeca</i>														
<i>Isotoma maritima</i>														
<i>I. monochaeta</i>														
<b>IX grupa</b>														
<i>Hypogastrura denticulata</i>														
<i>H. signata</i>														
<i>H. granulata</i>														
<i>Odontella empodialis</i>														
<i>Pseudachorutes subcrassus</i>														
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>														
<i>Folsomia 4-oculata</i>														
<i>F. diplophthalma</i>														
<i>Isotomiella minor</i>														
<i>Isotoma cinerea</i>														
<i>I. violacea</i>														

Od posebnog interesa su ilimerizovana zemljišta na fluvioglacijalnim nanosima (VIIa i XII) i pešcarima (XI), kao i rendzina na moreni (IX). Kako se vidi iz tabele III postoji niz vrsta kolembola koje se ne javljaju na ovim lokalitetima, a zastupljene su u ostalim ispitivanim tlima. Za razliku od ovih vrsta, vrste *Hypogastrura hystrix*, *Friesea mirabilis* i *Isotoma olivacea* nalaze se isključivo na ovim zemljištima.

Poslednju grupu vrsta u tabeli III sačinjavaju kolembole, koje se javljaju uglavnom na svim ispitivanim lokalitetima.

Ako se posmatraju populacije kolembola odvojeno od ostalih životinjskih populacija jedne biocenoze i ako se obrati pažnja na njihove interspecifičke odnose, onda će se primetiti, da se oni menjaju sa promenom tipa tla, odnosno sa promenom edafskih i klimatskih faktora, koji deluju na njihove populacije.

U tabeli I data je za svaki lokalitet srednja vrednost broja jedinki svake vrste kolembola iz tri probe na  $1.000 \text{ cm}^3$  zemlje u periodu ispitivanja. Zbir srednjih vrednosti iz jednog lokaliteta (preposlednji red u tabeli) predstavlja srednju vrednost gustine svih kolembola tog lokaliteta. Na osnovu toga zbira mogu se upoređivati razni lokaliteti, kako po gustini populacije svih kolembola, tako i po bogatstvu vrsta (broj vrsta dat je u poslednjem redu tabele).

U tlima sa debelim slojem stelje i humusa, sa dobrom aeracijom tla, sa velikom vlažnošću, sa ujednačenom klimom tla itd., znači na mestima sa povoljnim uslovima, održava se veliki broj kolembola. Međutim, na mestima gde takvi uslovi nedostaju ili gde postoji jedan do dva faktora koja su ograničavajuća, javlja se mali broj vrsta.

Prema tome, od sva tri tipa tla, na ispitivanim lokalitetima, najpovoljnije uslove za opstanak većeg broja vrsta kolembola imaju rendzinska zemljišta, koja su bogatija humusom i sa dobrom aeracijom tla. Međutim, od velikog je značaja za populacije kolembola vlažnost zemljišta, koja je u ovim tlima mala. Verovatno je to razlog što u rendzinskim tlima na Igmanu živi veliki broj zimskih vrsta koje su direktno vezane za vodu iz snežnog pokrivača. Lep primer pružaju rendzinska zemljišta koja pripadaju IV, VII, VIIId i IX lokalitetu. U njima je veliki broj vrsta kolembola zauzeo odgovarajuće ekološke niše.

Veliki broj vrsta (24) živi i u deluvijalnom zemljištu X lokaliteta. Ovo tlo je sa nešto manjom količinom humusa ali je humusni sloj dubok i vlažnost tla je veća nego u rendzinskim tlima.

Iako su rendzinska zemljišta, kao što je napred izloženo, zemljišta sa najpovoljnijim uslovima za opstanak kolembola, javljaju se na Igmanu dva lokaliteta VIIIC i XI, na ilimerizovanom zemljištu, u kojima je nađen veći broj vrsta (18, odnosno 17 vrsta). Ilimerizovana zemljišta su siromašnija humusom i sa slabijom aeracijom od rendzinskih, ali su zato manje propustljiva za vodu, te se u ovim tlima mogu naći vrste koje za svoj opstanak zahtevaju veću količinu vlage (pr. na VIIIC lokalitetu: *Hypogastrura sigillata*, *Folsomia diplophthal-*

ma a na XI lokalitetu *Hypogastrura sigillata*, *H. scotica* i *Onychiurus burmeisteri*). Lokalitet XI leži na 1.585 m n. v., te se u tlu ove biocenoze javljaju neke vrste visokoplaninske: *Hypogastrura hystrix*, *Onychiurus serratotuberculatus*, *O. procampatus* i *Isotoma monochaeta*. Znači, na lokalitetima VIIIc i XI, nalazi se veći broj vrsta koje zahtevaju za svoj opstanak veću količinu vlage nego što je mogu koristiti u rendzinskim zemljištima, ili su pak stanovnici većih nadmorskih visina, te je onda nadmorska visina jedan od odlučujućih faktora. Prisustvom svih ovih vrsta uvećava se broj kolembola na oba lokaliteta.

Nasuprot lokalitetima na kojima živi veliki broj vrsta kolembola, stoji niz drugih sa mnogo nepovoljnijim uslovima života, te i sa znatno manjim brojem vrsta: na Mrazištu (Veliko polje) je količina humusa mala. Temperatura na ovom lokalitetu je ekstremna i vrlo kolebljiva, jer je to otvoreno stanište na kome mali sloj listinca ne sprečava prenošenje temperaturnih kolebanja okoline u tlo. Poroznost tla je slaba, jer je to kompaktne tlo. Tu žive u većem broju dve vrste *Onychiurus serratotuberculatus* i *Folsomia 4-oculata*, eurotopne i euriterme vrste, a pored njih u neznatnom broju na ovom staništu mogu se naći dve vrste *Pseudachorutes subcarassus* i *Folsomia diplophtalma*.

Na lokalitetu Vb, na livadi Maloga polja, živi samo osam vrsta kolembola, od kojih dominira *Isotomina bipunctata*, dok se ostale javljaju u vrlo malom broju primeraka. Ako gledamo samo količinu humusa, koja je ovde u odnosu na druge lokaliteve jako mala, i ako uzmemo u obzir da je i Malo polje isto tako jedno mrazište na Igmanu, onda postaje jasno siromaštvo vrsta u tlu ove livade kao i na Mrazištu Velikog polja. Ipak vrsta ima više nego na Mrazištu. To se može pripisati uticaju okolne šume: Veliko polje je mnogo prostranije a uticaj okolne šume nešto slabiji nego na Malom polju, gde je livada manja, te uticaj šume mnogo veći.

Na lokalitetu Va broj vrsta kolembola je mali iako je ovaj lokalitet na tlu šumske biocenoze. Ovde dominiraju dve vrste: *Tullbergia affinis* i *Folsomia diplophtalma*, dok su ostale nadene u malom broju primeraka. Na lokalitetu II, za koji bi se očekivalo da ima sve uslove za opstanak većeg broja vrsta, nalazi se samo osam vrsta, od kojih jedna dominira — *Folsomia multiseta*. Verovatno je da na ova dva mesta deluju jedan ili možda više ograničavajućih faktora, koji se na prvi pogled ne mogu konstatovati. Potrebno bi bilo organizovati laboratorijska eksperimentalna ispitivanja, i, verovatno, da bi se pod strogo kontrolisanim uslovima mogli otkriti neki ograničavajući faktori.

Lokaliteti VI, VIIib i XII se nisu uzeli u obzir za poređenje, jer su sa tih mesta samo u jednom mesecu uzete probe tla.

Iz izloženih podataka o uticaju abiotičkih faktora na populacije kolembola u raznim biocenozama na Igmanu, može se zaključiti da je

ekoklima biotopa, zajedno sa tipom tla, od velikog značaja za raspored i broj vrsta kolembola određene biocenoze.

Franz je 1950. godine u svom delu »Bodenzoologie als Grundlage der Bodenflege« formulisao pravilo po kome na lokalitetima koji stoje pod uticajem iste klime, pripadaju istoj biljnoj zajednici i nalaze se na istoj nadmorskoj visini, naselje životinja tla utoliko je gušće ukoliko je veća poroznost tla, ukoliko ima više organske materije i ukoliko je klima tla ujednačenija.

Interesantno je upoređivati gustinu mešovitih populacija i broj vrsta kolembola iz svih lokaliteta na ilimerizovanom zemljištu sa gustinom populacija i brojem vrsta iz svih lokaliteta na rendzinama: broj jedinki kolembola koje žive u ilimerizovanom zemljištu (razna podloga) je veći od broja jedinki koje žive u rendzinama raznih podloga (prosečno na svakom lokalitetu sa ilimerizovanim zemljištem žive 52,5 jedinke a sa rendzinskim 49); broj vrsta stoji u obrnutoj сразмери sa brojem jedinki u oba tipa tla (11:16 vrsta).

Do ove pravilnosti dolazi se samo kada se upoređuju nalazi iz svih ispitivanih ilimerizovanih, odnosno rendzinskih zemljišta, ali ako se analizira svako zemljište posebno dolazi se do zaključka da se ne može samo po klimatskim prilikama i tipu tla jednog biotopa utvrditi mesto gde živi jedna vrsta, odnosno da li će se u tom tlu nalaziti veliki ili mali broj vrsta. Tako, na primer, na mestima II i III, koji pripadaju rendzinama, ima znatno manje vrsta nego što je nađeno u drugim rendzinskim zemljištima. Znači, da na sastav i broj vrsta utiču, osim ekoklimе i tipa tla, svakako još i drugi ekološki faktori.

#### POPULACIJE COLLEMBOLA U BIOCENOZAMA IGMANA

Broj i sastav vrsta kolembola, kao i gustina njihovih populacija razlikuju se u raznim biocenozama, odnosno unutar različitih biljnih zajednica. Naročito velika razlika postoji između populacija u tlu šumskih i livadskih ekosistema (tabela IV). U sastav šumske biocenoze ulazi veliki broj vrsta, koje se nalaze samo u šumskom tlu, dok samo dve vrste predstavljaju isključivo stanovnike livadskog tla. Druge vrste su zajedničke za šumske i livadske biocenoze.

Prema tome, postoji razlika u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu faune kolembola u tlu obe kategorije biljnih zajednica. Za opstanak većeg broja vrsta mnogo povoljniji uslovi života su u šumskom tlu, koje je bogatije humusom a poseduje i deblji sloj strelje, te je i klima šumskog tla ujednačenija.

Posmatrajući populacije kolembola raznih šumskih biocenoza može se konstatovati da postoje i vrste koje su stanovnici tla samo jedne određene biljne zajednice. Međutim, takvih vrsta je malo.

U tabeli V pokušalo se sa grupisanjem biljnih zajednica u više skupina, vodeći pri tome računa o srodstvu biljnih zajednica i o zoni

**Tabela IV**  
**DISTRIBUCIJA COLLEMBOLA U ŠUMSKOM I LIVADSKOM TLU**  
**DIE VERTEILUNG DER COLLEMBOLENARTEN IN DEN WALD**  
**= UND WIESENBÖDEN**

Vrste Collembola	šumska tla	livadska tla
<i>Hypogastrura socialis</i>	+	
<i>H. sigillata</i>	+	
<i>H. scotica</i>	+	
<i>H. hystrix</i>	+	
<i>H. gibbosa</i>	+	
<i>H. tergilobata</i>	+	
<i>H. armata</i>	+	
<i>Friesea mirabilis</i>	+	
<i>Odontella empodialis</i>	+	
<i>Pseudachorutes parvulus</i>	+	
<i>P. palmiensis</i>	+	
<i>Neanura caeca</i>	+	
<i>N. conjuncta</i>	+	
<i>N. minuta</i>	+	
<i>Onychiurus burmeisteri</i>	+	
<i>O. fimatus</i>	+	
<i>O. procampatus</i>	+	
<i>O. armatus</i>	+	
<i>O. tetragramatus</i>	+	
<i>O. terricola</i>	+	
<i>O. jugoslavicus</i>	+	
<i>O. bosnarius</i>	+	
<i>O. granulosus</i>	+	
<i>Tullbergia callipygos</i>	+	
<i>Tetraclonthella brevempodialis</i>	+	
<i>Anurophorus laricis</i>	+	

Vrste Collembola	šumska tla	livadска tla
<i>Folsomia multiseta</i>	+	
<i>F. spinosa</i>	+	
<i>Isotoma westerlundi</i>	+	
<i>I. cinerea</i>	+	
<i>I. maritima</i>	+	
<i>I. olivacea</i>	+	
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	+	
<i>Pseudosinella sexoculata</i>	+	
<i>Tomocerus minor</i>	+	
<i>T. mixtus</i>	+	
<i>T. longicornis</i>	+	
<i>Oncopodura crassicornis</i>	+	
<i>Xenylla maritima</i>		+
<i>Isotomina bipunctata</i>		+
<i>Hypogastrura denticulata</i>	+	+
<i>H. granulata</i>	+	+
<i>Odontella lamellifera</i>	+	+
<i>Pseudachorutes subcrassus</i>	+	+
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>	+	+
<i>O. gisini</i>	+	+
<i>Tullbergia affinis</i>	+	+
<i>T. quadrispina</i>	+	+
<i>Folsomia 4-oculata</i>	+	+
<i>F. diplophthalma</i>	+	+
<i>Isotomiella minor</i>	+	+
<i>Isotoma monochaeta</i>	+	+
<i>I. notabilis</i>	+	+
<i>I. fennica</i>	+	+
<i>I. violacea</i>	+	+

**Tabela V DISTRIBUCJA COLIMBOLA PREMA SKUPINAMA BILJNIH ASOCIACIJA**  
DIE VERTEILUNG DER COLIMBOLENARTEN IN DEN EINZELNEN PFLANZENGESELLSCHAFTEN

IV grupa		+ + +						
	<i>Onychiurus terricola</i>							
	<i>Hypogastrura scotica</i>							
	<i>Terracanthella brevempodialis</i>							
	<i>Isotoma olivacea</i>							
	<i>Friesea mirabilis</i>							
	<i>Onychiurus fimatus</i>							
V grupa								
	<i>Neanura caeca</i>							
	<i>Folsomia spinosa</i>							
	<i>Isotoma cinerea</i>							
	<i>I. maritima</i>							
VI grupa								
	<i>Hypogastrura armata</i>							
	<i>Pseudachorutes palmensis</i>							
	<i>Onychiurus tetragramatus</i>							
	<i>Isotoma westerlundi</i>							
	<i>Hypogastrura gibbosa</i>							
	<i>Neanura minuta</i>							
	<i>Anurophorus laricis</i>							
	<i>Tomocerus minor</i>							
	<i>Pseudachorutes parvulus</i>							
	<i>Tullbergia quadrispina</i>							
VII grupa								
	<i>Isotoma monochaeta</i>							

Vrste Collembola	Submontane termofiline listopadne šume (hrastova i montana bukova zona)	Zajednice jеле и смрћом	Subalpske zajednice listopadnog drveća (alpska bukova zona)	lokaliteti									
				I	II	III	IV	IX	X	XI	XII	Va	VI
<b>VIII grupa</b>													
<i>Hypogastrura signiflata</i>													
<i>Odontella empodialis</i>													
<i>Isotoma violacea</i>													
<i>Tomocerus longicornis</i>													
<i>Onychiurus gisini</i>													
<b>IX grupa</b>													
<i>Onychiurus procampatus</i>													
<i>O. serratotuberculatus</i>													
<i>O. jugoslavicus</i>													
<i>O. bosnarius</i>													
<i>Hypogastrura granulata</i>													
<i>Folsomia 4-oculata</i>													
<i>Isotomiella minor</i>													
<i>Lepidocyrtus lamuginosus</i>													
<i>Hypogastrura tergilobata</i>													
<i>Odontella lamellifera</i>													
<i>Tullbergia affinis</i>													
<i>Pseudachorutes subcrassus</i>													
<i>Folsomia diplophthalma</i>													
<i>Isotoma notabilis</i>													
<i>Neanura conjuncta</i>													

u kojoj se određena asocijacija nalazi. Tako su izdvojene četiri skupine: submontane termofilne zajednice listopadnog drveća, u kojoj su obuhvaćene tri asocijacije na Igmanu (do visine od oko 1.000 m n. v.) i to *Querceto-Caprinetum*, *Fagetum montanum* i *Querceto-Ostryetum*. Drugu skupinu sačinjavaju zajednice jele i bukve sa smrćom (*Abieto--Fagetum* i *Fageto-Abietum*). Naredna skupina pripada alpskoj bukovoj zoni, a sačinjavaju je *Acereto-Ulmetum*, bukova šuma na peščaru i *Fagetum subalpinum* na rendzini.

Posljednji skup biljnih asocijacija sastavljen je od četinarske sastojine koje pripadaju *Piceetalia-ma* (*Homogyneto-Piceetum* u vrtačama Maloga polja, *Abieto-Piceetum*, *Abieto-Pinetum* i *Homogyneto-Piceetum* u inverziji Velikog polja).

U tabeli V raspoređene su vrste kolembola prema ovim skupinama biljnih asocijacija. Na taj način dobole su se različite grupe kolembola koje su vezane za jednu ili više skupina biljnih asocijacija. Poslednja grupa sastavljena je od vrsta koje imaju najšire rasprostranjenje i predstavljaju stanovnike skoro svih biljnih asocijacija na Igmanu.

Prema ovim nalazima moglo bi kolembole predstavljati indikatore skupina šumskih asocijacija, a u nekim slučajevima i indikatore sasvim određenih šumskih asocijacija.

Na ovom problemu je naročito mnogo radio H. U. Thiele (1956). On je konstatovao da se veći deo životinjskih populacija stelje nalazi u određenim biljnim zajednicama, odnosno stelji, za koju su organizmi vezani uglavnom ishranom. Autor dalje predlaže da se u buduće više radi na utvrđivanju karakterističnih životinjskih vrsta za pojedine biljne zajednice. Time bi se dobio jedan opšti pregled zoocenoza pojedinih šumskih zajednica. Prema tome kolembole nisu životinjska grupa koja pokazuje takvu vezanost za određene biljne zajednice. Međutim, kako su one pretežno stanovnici tla, a samo se pojedine vrste nalaze u stelji, to je verovatno da bi Thiele i kod kolembola naišao na izvesnu zavisnost od tipova vegetacije; da je proučavao faunu i stelje i tla.

Danas se u svetu ustalilo mišljenje da je raspored vrsta kolembola, kao i ostalih životinjskih grupa u tlu, u zavisnosti od vegetacije. Međutim, dugo se verovalo da vrste kolembola nisu vezane za pojedine životne zajednice, već da ih ima svuda u prirodi. Tako je Agrell (1941) smatrao da su kolembole vrlo nezahvalne kao objekat za dokazivanje da su vrste specijalizirane na pojedine lokalitete.

Međutim, kasniji autori dokazuju suprotno. G. Gisin (1952) smatra da su raniji autori do tog zaključka došli zato što sistematika vrsta

nije još bila dovoljno proučena, a i zato što su apriori polazili od jednog jedinstveno stvorenog tipa zemljišta, na primer: »humus« ili »mahovina u vodi«. Treba prvo, po G. Gisin, videti u prirodi ekološko rasprostranjenje organizama, pa tek na osnovu toga donositi zaključke o specijaliziranosti organizma na pojedina mesta.

Isto tako Franz (1950) primećuje da životinjski organizmi u tlu ne žive bez reda, već da pojedine vrste ulaze u sastav određenih životnih zajednica (biocenoza). Nadalje, H. Franz-M. Beier (1948) nalaze jasne razlike u sastavu vrsta između tla livade i šume. H. Gisin (1943, 1947) i G. Haybach (1959) tvrde da su skoro sve vrste kolembola vezane za određena staništa. Ispitivanja na Konjičkom dolomitu (Žividinović, 1961) pokazuju da vrste kolembola nemaju opšte rasprostranjenje i da se iste vrste ne nalaze u svim zajednicama na dolomitu.

U novije vreme i mnogi drugi autori dele mišljenje da životinjske vrste tla, zajedno s kolebolama, nisu ubikvisti i da njihov raspored u mnogome zavisi od vegetacije. Međutim, još je ostalo otvoreno pitanje za koju kategoriju biljnih zajednica su vezane pojedine vrste kolembola.

#### DINAMIKA POPULACIJA COLLEMBOLA TOKOM GODINE

Iz prethodnih poglavlja (petog, šestog i sedmog) vidi se da su populacije kolembola različite po broju vrsta, njihovom sastavu i po gustoći u raznim ispitivanim biocenozama Igmana. Te promene su u direktnoj vezi sa abiotičkim i biotičkim faktorima koji na populaciju deluju. Ali ni populacije kolembola, unutar jedne biocenoze, nisu stalne. Njihova gustina i sastav se menja u funkciji vremena.

Na lokalitetima I, II, III, IV, VII, VIII c i VIIIId i IX praćena je brojnost populacija kolembola tokom godine. Iz tabele VI — XIII može se konstatovati, da se iz meseca u mesec brojnost ispitivane populacije menja. Te fluktuacije su različite u raznim biocenozama što zavisi od sastava populacije, od klimatskih i drugih faktora koji vladaju u određenom biotopu.

Sve vrste kolembola, nađene na Igmanu, ne javljaju se tokom cele godine. Vrste *Hypogastrura socialis*, *H. sigillata*, *Isotoma westerlundi* i *I. fennica* označene su u literaturi kao zimske vrste, što potvrđuju i ispitivanja na Igmanu. *Hypogastrura gibbosa*, *Neanura minuta* i *Pseudosinella sexoculata* nađene su samo u zimskim mesecima na ispitivanoj planini. Druge vrste mogu se ubrojiti u letnje for-

**Tabela VI**  
KRETANJE BROJNOSTI MEŠOVITIH POPULACIJA COLLEMBOLA U TLU ŠUMSKE ZAJEDNICE  
QUERCETO-CARPINETUM (lokalitet I)  
JAHRESZEITLICHE SCHWANKUNGEN DER COLLEMBOLAPOPULATIONEN IM QUERCETO-CARPINETUM

Vrste Collembola	1959					1960	
	15. VIII	1. IX	11. X	14. XI	25. XII	18. III	2. V
<i>Hypogastrura socialis</i>							
<i>H. granulata</i>	1	1		1			
<i>H. tergilobata</i>	2						
<i>Odontella lamellifera</i>			1				
<i>Pseudachorutes subcrassus</i>	1		2	3	1		
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>	1	1	2	3	1		
<i>O. armatus</i>	1					1	3
<i>O. jugoslavicus</i>	1						
<i>Tullbergia callipygos</i>	1				1		
<i>Folsomia 4-oculata</i>	3	1	4	18	13	2	10
<i>F. multiseta</i>	4	1	4	18	3	7	5
<i>Isotomiella minor</i>	13	7	3	1	5	4	2

**Tabela VII** KRETANJE BROJNOSTI MESOVITIH POPULACIJA COLLEMBOLA U TLU ŠUMSKE  
ZAJEDNICE FAGETUM MONTANUM (lokalitet II)  
JAHRESZEITLICHE SCHWANKUNGEN DER COLLEMBOLAPOPULATIONEN IM FAGETUM MONTANUM

Vrste Collembola	1959					1960	
	11. VIII	11. IX	11. X	14. XI	10. IV	20. VI	
<i>Hypogastrura granulata</i>							
<i>Neamira conjuncta</i>	2	1					
<i>Onychiurus procamptus</i>	12	19	5	2	2	6	
<i>O. bosnarius</i>	1					1	
<i>Folsomia multiseta</i>	211	125	12	13	5	64	
<i>Isotomiella minor</i>	59	33	6	3	2	4	
<i>Isotoma monachaeta</i>	11	2	1				
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	1						

Tabela VIII  
KRETANJE BROJNOSTI MEŠOVITIH POPULACIJA COLLEMBOLA U TLU ŠUMSKE ZAJEDNICE QUERCETO-OSTRYETUM (lokalitet III)  
JAHRESZEITLICHE SCHWANKUNGEN DER COLLEMBOLAPOPULATIONEN IM QUERCETO-OSTRYETUM

Vrste Collembola	1959					1960				
	11. VIII	11. IX	11. X	11. XI	25. XII	18. III	10. IV	20. VI		
<i>Hypogastrura granulata</i>										
<i>H. tergilobata</i>	1		2	1		1	1			
<i>Odontella lamellifera</i>				1						
<i>Onychiurus armatus</i>	31	15		37	16	5	10	2		8
<i>O. jugoslavicus</i>		1								
<i>Tullbergia affinis</i>	4	2	2		6	1	2			2
<i>Folsomia 4-oculata</i>						1	1			
<i>F. multiseta</i>						5				
<i>F. diplophthalma</i>					1		1	1		
<i>Isotomiella minor</i>	21	8	13		36	13	2			6
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>		1			1			1		
<i>Pseudosinella sexoculata</i>					1					

Tabela IX  
KRETANJE BROJNOSTI MEŠOVITIH POPULACIJA COLLEMBOLA U TLU ŠUMSKE ZAJEDNICE ABIETO-FAGE-TUM (lokalitet IV)  
JAHRZEITLICHE SCHWANKUNGEN DER COILI EMBOLAPOPULATIONEN IM ABIETO-FAGETUM

Vrste Collembola	1961											
	1960		14. XII		18. I		7. II		24. III		28. V	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Hypogastrura denticulata</i>			1				1		1			
<i>H. granulata</i>			1				2					
<i>Odontella lamellifera</i>												
<i>O. empodialis</i>	3						1		1			
<i>Pseudachorutes subcrassus</i>												
<i>Neanura conjuncta</i>												
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>							1		2			
<i>O. burmeisteri</i>												
<i>O. procampatus</i>	2		1	1	2			1		1	7	4
<i>O. gisini</i>	2		1	1	1			1		1	2	2
<i>O. jugoslavicus</i>	2	1	1	2	3			1		1	7	21
<i>O. granulosus</i>	3	1	23	2	54	5	63	5	3		6	6
<i>Tullbergia affinis</i>	9											
<i>Folsomia 4-oculata</i>	16	1	16		4	1	6	71	1	29	7	125
<i>Isotomella minor</i>	18	11	1	8	1	2	1	4	1	16	127	9
<i>Isotoma monochaeta</i>										1		
<i>I. notabilis</i>											4	1
<i>I. violacea</i>	29										21	1
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	1										2	1
<i>Tomocerus mixtus</i>	1											

Tabela X

KRETANJE BROJNOSTI MEŠOVITIH POPULACIJA COLLEMBOLA U TLU ŠUMSKE ZAJEDNICE ABIETO-PINETUM (lokalitet VII)

JAHRESZEITLICHE SCHWANKUNGEN DER COLLEMBOLAPOPULATIONEN IM ABIETO-PINETUM

Vrste Collembola	1959												1960												
	3. VIII			8. IX			19. X			11. XI			17. XII			6. I			24. IV			15. VI			
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
<i>Hypogastrura signifata</i>	1	1	1	3						1	1		2	2	5	1	4	1				3			
<i>H. gibbosa</i>													1	1	1										
<i>H. granulata</i>	1	1	3		1																				
<i>Odontella empodialis</i>	1	1	1				1	1		1	1	1													
<i>Neanura caeca</i>																									
<i>N. conjuncta</i>																									
<i>N. minuta</i>																									
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>	6	11	4	3	7	2	17	3	1	9	7	3				22	4	2	2				6		
<i>O. procampatus</i>										6	1	1	1	1	1		2								
<i>O. gisini</i>	16	1	3		2	1	12	1	1	3	1	3	1	8	1	1	1	4							
<i>O. jugoslavicus</i>																									
<i>Anurophorus laricis</i>																									
<i>Folsomia 4-oculata</i>	7	5	1	1	5	1	23	24	3	1	2	14				2	1	4	5						
<i>F. diplophtalma</i>										2	6	4	1	1											
<i>F. spinosa</i>																									
<i>Isotomella minor</i>	4	5	17	2	13	4	4	6	5	11	14	19	26	1	5	5	6	3	1	10					
<i>I. westerlundi</i>																									
<i>I. notabilis</i>																									
<i>I. maritima</i>																									
<i>I. violacea</i>																									
<i>Lepidocyrtus lamuginosus</i>	6	1	3																						
<i>Tomocerus minor</i>																									
<i>T. longicornis</i>																									

Tabela XI  
KRETANJE BROJNOSTI MEŠOVITIH POPULACIJA COLLEMBOLA U TLU ŠUMSKE ZAJEDNICE HOMOGYNETO-  
-FICEETUM (lokalitet VIIIc)

JAHEESZEITLICHE SCHWANKUNGEN DER COLLEMBOLAPOPULATINEN IM HOMOGYNETO-PICEETUM

Vrste Collembola	1959					1960					1961					1962						
	2. VII	2. IX	15. X	11. XI	22. XII	6. I	21. III	24. IV	16. V	20. VI	4. VII	25. VIII	X. IX	28. X	17. XI	9. II	8. III	12. V	15. VI	15. VII	25. VIII	12. IX
<i>Hypogastrura signata</i>	1		1	1	2																	
<i>H. gronulata</i>	1		1		2																	
<i>Odontella empodialis</i>						1																1
<i>Pseudachorutes parvulus</i>							1															
<i>P. subcrassus</i>								1														
<i>Neanura conjuncta</i>									1													
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>	2		4	18	11	1	1	1	6	1	1	7	6	1	5	7	2	2	2	16	2	17
<i>O. procampatus</i>						1	1	2		2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2		
<i>O. gisini</i>	1																					
<i>O. jugoslavicus</i>																						
<i>O. bosnarius</i>	1																					
<i>Tullbergia affinis</i>																						
<i>T. quadrispina</i>																						
<i>Folsomia 4-oculata</i>																						
<i>F. diplophthalma</i>	1		1	1	9	1	6	1		1	1	6	1		20	1	1	2	2	1	6	
<i>Isotomella minor</i>	4		2	21	7	20	6	1	3	3	40	14	1	18	8	1	2	5	72	2	59	
<i>Isotoma notabilis</i>	1		1	1	6	14	1	2	1	2		1	5	2	1			1	1	2		
<i>I. violacea</i>	1		1		1						5		1		2							

Tabela XII  
KRETANJE BROJNOSTI MEŠOVITIH POPULACIJA COLLEMBOLA U TLU ŠUMSKE ZAJEDNICE HOMOGYNETO-  
-PICEETUM (lokalitet VIII)

JAHRESZEITLICHE SCHWANKUNGEN DER COLLEMBOLAPOPOPULATIONEN IM HOMOGYNETO-PICEETUM

Vrste Collembola	1960												1961												1962											
	4. VII			25. IX			24. XI			28. XII			17. II			15. III			8. V			12. VI			15. VII			5. VIII			25. X			12. I		
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b				
<i>Hypogastrura signifata</i>	12	16		2	1												5	1																		
<i>H. granulata</i>	9																1	1	1																	
<i>Odontella lamellifera</i>					1	1		2																												
<i>Pseudachorutes subcrassus</i>																																				
<i>Neanura caeca</i>	1	1															1																			
<i>N. conjuncta</i>	1	1	6	3	37	3											6	17	1	35	5	42	57	76	55	94	8	31	6							
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>	73	4	57	1																																
<i>O. procampatus</i>	16	1	11	1	4	3	1	1	5	3	2						4	1	1	1	5	5	21	7	3	2	6	1								
<i>O. gisini</i>	1	1	4	1																																
<i>O. jugoslavicus</i>	7	1	9	1	11	3	2	2	5	2							6	4	1	1	5	5	21	7	3	2	6	1								
<i>O. bosnarius</i>																																				
<i>Folsomia 4-oculata</i>	52	22	1	1	9												37	17	11	1	13	1	4	1	11	3	12	13	1							
<i>F. diplophthalma</i>	79	4	28	10	1	27											35	21	37	1	12	1	23	1	51	30	45	13	52	1	53	2				
<i>F. spinosa</i>	5																1	1	5																	
<i>Isotomiella minor</i>	8	2	1		2	1	8	6	5	30	4	13	12	9																						
<i>I. cinerea</i>																	1																			
<i>I. violacea</i>																																				

**Tabela XIII**  
 KRETANJE BROJNOSTI MEŠOVITIH POPULACIJA COLLEMBOLA U TLU ŠUMSKE ZAJEDNICE FAGETO-ABIETUM (lokalitet IX)  
 JAHRESZEITLICHE SCHWANKUNGEN DER COLLEMBOLAPOULATIONEN IM FAGETO-ABIETUM

Vrste Collembola	1959						1960					
	2. VIII		8. IX		19. X		22. XII		22. III		16. V	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Hypogastrura signata</i>			1						1			
<i>H. hystrix</i>	1			1					1			
<i>H. granulata</i>	1			1					1			
<i>Odontella empodialis</i>					1				1			
<i>Neanura conjuncta</i>	71	25	1	1	11	6	2	1	13	1	13	3
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>	9	3				8	1	1	3	3	4	
<i>O. burmeisteri</i>	11	9	2	3	4	4	1	1	1	1		6
<i>O. procampatus</i>	9	1	2	24	4	4	1	2	1			
<i>O. gisini</i>	1											
<i>O. bosnarius</i>	36	6	6	4	45	9	13	2	6	1		3
<i>Folsomia 4-oculata</i>	40	20	2	5	17	2	2	2	8	7	17	21
<i>Isotomiella minor</i>									1	1	1	
<i>Isotoma fennica</i>	22					1			1			
<i>I. violacea</i>												
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>												
<i>Tomocerus longicornis</i>	1			3								
<i>Oncopodura crassicornis</i>	11	6										

me — *Tomocerus longicornis*, *T. minor* i *Oncopodura crassicornis*, od kojih je *T. longicornis* poznat i u literaturi kao letnja vrsta. Ostale vrste nađene su u svim mesecima na određenim lokalitetima.

Brojnost organizama svake vrste je različita tokom godine. Ta promena brojnosti zavisi u mnogome od broja generacija svake vrste tokom godine i od vremena trajanja životnog ciklusa jedne generacije itd. Osim toga, fluktuacije zavise i od vrste biljne zajednice određene biocenoze kao i od starosti sastojine.

Na otvorenim mestima sa mladom šumom (lokalitet I i III) gde klima toga kraja ima najvećeg uticaja na klimu tla, variranja brojnosti su veća, dok u gustim šumama, sa debelim slojem listinca, klima u tlu je više ili manje ujednačena, te su i variranja manja. Ali i to nije uvek slučaj, jer, na primer, biljna zajednica na IV lokalitetu je gusta, a kolebanja brojnosti su velika. Međutim, to se može objasniti hidrotermičkim režimom tla. IV mesto nalazi se na rendzini, koja je za vodu jako propustljiva, te su organizmi u njoj u zavisnosti od količine padavina. Osim toga temperatura ovog tla jako varira u zavisnosti od temperature atmosferskog vazduha, odnosno ovo tlo se brzo zagreva i brzo hlađi. Iz ovih razloga nije čudo što su na lokalitetu IV kolebanja brojnosti tokom godine velika kad se zna da količina vode i temperature u rendzinama jako variraju tokom godine. Znači, da je i tip tla važan faktor u fluktuaciji brojnosti.

Izrazito hladna mesta — Mrazište na Velikom polju i mrazište na Malom polju — utiču na okolne lokalitete IV, VII, VIIIc i VIIId i IX, tako da se u zimskim mesecima javlja jedan maksimum brojnosti.

Iz ovoga proizlazi da na dinamiku populacija kolembola u tlu raznih biocenoza na Igmanu imaju velikog uticaja klima toga kraja, zajedno sa tipom tla i vrstom biljne zajednice. Razume se da fluktuacije brojnosti zavise i od ekološkog spektra datih vrsta kao i od biotičkih odnosa.

Mnogi autori (Ionescu 1931, Ford 1937, 1938, Kühnelt 1950, Jahn 1951, Gunchold-Pschorn-Walcher 1956) nalazili su izvesne pravilnosti u godišnjim variranjima brojnosti organizama tla. Ta kolebanja su, prema njima, direktno vezana za klimatske faktore, koji utiču na populacije, a koji se tokom godine menjaju. Naročito veliki uticaj oni pripisuju intenzitetu vlažnosti. Kako padavina, a time i vlage u tlu, ima najviše u jesen i proleće, to bi po pravilu trebalo da u tim mesecima uvek mešovite populacije budu najbujnije.

Međutim, iz proba uzetih tokom godine na Igmanu, nisu se mogla ustanoviti jasno izraženi proletnji maksimum a zimski i letnji minimum. Kod svih populacija mogao se konstatovati jesenji maksimum, koji je na nekim lokalitetima dostignut već u avgustu, na drugim u septembru ili oktobru. Letnji minimum se javlja samo kod populacija na malom broju lokaliteta (na IV mestu u julu a na VII mestu u junu mesecu), dok kod većine nije zastupljen. Proletnji maksimum je izražen samo na IV lokalitetu (maj mesec). U zimskim mesecima (XI, XII ili I) javlja se pored jesenjeg još jedan maksimum na većem broju mesta (I, III, IV, VII, VIIIc i VIIId).

Populacija kolembola ima u tlu mozaičnu distribuciju. Ako bi se upoređivao sastav i gustina populacije iz tri zemljišne probe uzete nedaleko jedna od druge, moglo bi se ustanoviti velike razlike. Dešava se da se u nizu mesečnih proba poneka vrsta uopšte ne obuhvati uzetim probama po nekoliko meseci. Zato je potrebno uzimati mnogo više proba, možda 20—30 pa i više, što zavisi od veličine određenog lokaliteta koji se ispituje i veličine probe.

Broj i sastav vrsta, kao i gustina populacija kolembola različita je u raznim slojevima tla. U tom smislu vršena su ispitivanja na lokalitetima IV VII, VIIId i IX. Na svim ovim mestima moglo se konstatovati da je fauna kolembola bogatija i u pogledu vrsta i u pogledu individua u gornjem sloju tla (humusnom sloju, Ao). Veliki broj vrsta nađenih u površinskom sloju, javlja se i u nižim, samo s manjim brojem jedinki. Postoje i vrste koje su zastupljene samo u gornjim slojevima na određenom lokalitetu (Tabela XIV), a neke samo u donjim slojevima istog lokaliteta. To ne znači da se uvek vrste koje žive na jednom lokalitetu u površinskom sloju nisu našle u drugim biotopima u donjim slojevima. Na primer, *Pseudachorutes subcrassus* je stanovnik Ao sloja na mestu IV i VIIId kao i vrsta *Lepidocyrtus lanuginosus* koja živi u sloju Ao na mestima IV, VIIId i IX. U istom sloju nađene su i vrste *Hypogastrura denticulata*, *Istoma monochaeta*, *I. westerlundi*, *Hypogastrura hystrix*, na raznim lokalitetima. Vrste *Neanura minuta*, *Anurophorus laricis* i *Isotoma fennica* nađene su isključivo u Sloju A<sub>1</sub>. Međutim, *Neanura conjuncta* se na lokalitetima IV i VIIId nalazi u sloju Ao, a u tlu VII lokaliteta u sloju A<sub>1</sub>, dok se na lokalitetu IX javlja u oba sloja. Sličan je slučaj sa *Tomocerus longicornis*, koji se nalazi na mestu VII u A<sub>1</sub>, a na lokalitetu IX u Ao sloju. Ostali primjeri vide se iz tabele XIV. Prema tome, samo za vrste *Pseudachorutes subcrassus* i *Lepidocyrtus lanuginosus* kao i za *Hypogastrura denticulata*, *H. hystrix*, *Istoma monochaeta* i *I. westerlundi* mogli bismo tvrditi da su stanovnici isključivo površinskih slojeva, odnosno sloja Ao, a za vrste *Neanura minuta*, *Anurophorus laciris* i *Isotoma fennica* isključivo stanovnici A<sub>1</sub> sloja, dok sve ostale vrste se javljaju, u zavisnosti od prirode lokaliteta i promena u njima u raznim slojevima tla. Kako se sve vrste kolembola ne hrane istom vrstom hrane, odnosno ne hrane se istom fazom raspadanja materije u tlu, to je možda njihov raspored u tlu po slojevima u zavisnosti i od stupnja razložene materije u određenom sloju pojedinih lokaliteta.

Broj vrsta nađenih samo u jednom sloju tla određenog lokaliteta, u odnosu na broj vrsta koje žive na svim dubinama, je mali. Na VII mestu, gde su uzimane probe i iz sloja B (20—29 cm), nije nađena ni jedna vrsta koja bi bila karakteristična za taj sloj. Uglavnom, može se reći, da se vrste nađene u površinskim slojevima javljaju i u ostalim, samo su zastupljene u manjem broju.

Tabela XIV

SLOJEVITI RASPORED VRSTA COLLEMBOLA U TLU  
DIE SCHICHTENARTIGE VERTEILUNG DER COLLOMBOLEN IM BODEN

Vrste Collembola	lokaliteti													
	IV		VII		VIIIId		IX							
	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	(A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> )	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	B	(A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> )	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	(A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> )	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	(A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> )	
<i>Hypogastrura denticulata</i>	+													
<i>Isotoma monochaeta</i>	+													
<i>I. westerlundi</i>				+										
<i>Hypogastrura hystrix</i>														
<i>Neanura minuta</i>		+		+										
<i>Anurophorus laricis</i>														
<i>Isotoma fennica</i>														
<i>Pseudachorutes subcrassus</i>	+						+							
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	+													
<i>Odontella empodialis</i>	+							+						
<i>Neanura conjuncta</i>	+						+							
<i>Isotoma notabilis</i>	+							+						
<i>Onychiurus jugoslavicus</i>														
<i>Folsomia spinosa</i>														
<i>Isotoma violacea</i>														
<i>Tomocerus longicornis</i>														

<i>Onychiurus procampatus</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypogastrura sigillata</i>											
<i>H. granulata</i>											
<i>Onychiurus granulosus</i>											
<i>Tullbergia affinis</i>	+	+									
<i>Odontella lamellifera</i>											
<i>Onychiurus serratotuberculatus</i>											
<i>Onychiurus burmeisteri</i>											
<i>O. gisini</i>											
<i>Folsomia 4-oculata</i>											
<i>Isotomiella minor</i>											
<i>Tomocerus mixtus</i>											
<i>Hypogastrura gibbosa</i>											
<i>Isotoma maritima</i>											
<i>Neanura caeca</i>											
<i>Folsomia diplophthalma</i>											
<i>Isotoma cinerea</i>											
<i>Onychiurus bosnarius</i>											
<i>Oncopodura crassicornis</i>											

Sličnu pojavu opisao je i Haarløv (1960). Prema njemu, mogu se razlikovati tri kategorije organizama, koji žive u raznim slojevima: organskom sloju, u delu između organskog i mineralnog i u mineralnoj zoni tla. Međutim, autor nije našao ni jednu vrstu, koja bi isključivo živela u trećem sloju tla. Vrste koje je našao u dva poslednja sloja bile su sitne. Čak je našao samo u nižim slojevima neke vrste, koje bi trebalo (na osnovu veličine) da pripadaju prvom, premda bi po njihovim dimenzijama mogle biti stanovnici nižih slojeva. Međutim, veće vrste koje je nalazio u nižim slojevima, mogle su tamo migrirati kroz kanale koje su napravili mravi, uholaže ili druge životinje.

Gisin (1943) deli prema habitusu vrste kolembola u dva tipa, u dve kategorije životnih formi, koje žive u dva različita sloja tla. Kolembole koje pripadaju prvom tipu — hemiedafonu — žive u gornjim slojevima tla. Kod ovih vrsta pigment, furka i ekstremiteti su dobro razvijeni, postantenalni organi, oči i antenalni sinusni organi postoje itd. Drugom tipu — euedafonu — pripadaju vrste donjih slojeva tla, koje su bez pigmenta ili sa neznatnim pigmentom. Njihova furka i ekstremiteti su jako reducirani; to su slepi organizmi, sa slabom dlačavošću tela itd. Gisin u istom delu izjavljuje da u prirodi ove dve životne forme, odnosno ova dva sloja tla, sa posebnim životnim formama, nisu jasnom granicom izdvojeni.

Prema tome, moglo bi se reći, da po pravilu postoje različite životne forme, koje odgovaraju pojedinim slojevima tla i listinca, ali se u prirodi nailazi na faunu tla u kojoj su životne forme iz raznih uzroka više ili manje izmešane.

Neka veća migriranja organizama u dublje slojeve, zbog suše, niskih temperatura ili uticaja drugih faktora nisu se mogla zapaziti. Postoji na nekim lokalitetima u pojedinim mesecima porast broja individua u nižim slojevima a smanjenje u višim, ali su to razlike male. S obzirom da vertikalni gradijent temperature i vlažnosti nije tako naglašen a i da hrane, kiseonika i životnog prostora uvek ima više u površinskom sloju, nema potrebe da se kolembole masovno sele iz jednog u drugi sloj tla. Pojedinačna kretanja kolembola kroz kanale i pore sigurno postoje, samo se ona nisu mogla ustanoviti na osnovu broja individua u pojedinim mesecima.

Kako se stelja kao životna sredina u mnogome razlikuje od tla, čije se naselje ovde ispitivalo, to bi se verovatno prilikom upoređivanja jednog i drugog naselja mogla konstatovati masovna kretanja iz jednog sloja u drugi tokom zime ili za vreme druge neke promene klimatskih faktora. Zato su predviđena u toku daljeg rada detaljna ispitivanja i stelje i tla.

## REZIME

Ispitivanja faune i ekologije kolembola na planini Igman vršena su od 1959. do 1962. godine.

Materijal, obrađen u ovom radu, potiče iz proba tla sa šesnaest lokaliteta. Iz tla lokaliteta Va i Vb, VI, VIIIa i VIIIb, X, XI i XII probe su uzimane samo jednom ili nekoliko puta, kako bi se mogao ustanoviti sastav kolembola na tim mestima. Međutim, iz tla lokaliteta I, II, III, IV, VII, VIIIc i VIIIId i IX uzimane su po pravilu zemljisne probe jednom mesečno tokom godine, ili dve godine, te se na taj način mogla pratiti dinamika populacija kolembola tokom godine, kao i razlike između uzastopnih godina.

Nakon izdvajanja stanovnika tla u Tullgren-ovim aparatima i nakon fiksiranja materijala u 70% alkoholu vršilo se sortiranje životinjskog sveta. Sa istog lokaliteta u isto vreme uzimane su po tri jedne zemljisne probe. Posle izdvajanja i prebrojavanja organizama, računata je srednja vrednost broja organizama iz tih triju proba. Kako količina zemlje nije bila u svim probama s raznih lokaliteta jednak, to su se sve srednje vrednosti naknadno preračunavale na istu zapreminu od  $1.000 \text{ cm}^3$  zemlje. Sa lokalitetom IV, VII, VIIIId i IX uzimane su zemljisne probе iz dva ili tri sloja tla. Na taj način se mogla konstatovati razlike u brojnosti individua zemljisnih slojeva.

U tlu izabranih okaliteta (I—XII) nađeno je 56 vrsta kolembola. Do sada su od ovih vrsta u Jugoslaviji bile poznate sledeće: *Hypogastrura socialis*, *Neanura conjuncta*, *Onychiurus granulosus*, *O. terricola*, *Folsomia 4-oculata*, *Isotomiella minor*, *Isotoma monochaeta*, *I. notabilis*, *I. violacea*, *Tomocerus minor* i *Lepidocyrtus lanuginosus*. Svih ostalih 45 vrsta nove su za Jugoslaviju, a od njih šest su nove vrste, koje je Gisin opisao (1961): *Neanura caeca*, *N. minuta*, *Onychiurus jugoslavicus*, *O. bosnarius*, *O. tetragramatus* i *Tetrapanthella brevempodialis*. U radu se raspravlja o zoogeografskom rasprostarenju svih nađenih vrsta kolembola i ističe interesantnost njihovog nalaza na Igmanu, kako u ekološkom tako i u zoogeografskom pogledu.

Koliko se odabrani lokaliteti razlikuju po kompleksu ekoloških faktora, ispitivanja su pokazala da broj i sastav vrsta kao i gustina populacija zavise od tipa lokaliteta, odnosno od biljne zajednice jedne biocenoze, tipa tla i klimatskih faktora. Nađena je velika razlika u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu faune kolembola livadskih i šumskih biocenoza. Međutim, razlika se uočava već i između populacija kolembola pojedinih skupina biljnih zajednica, pa čak nekad i pojedinih biljnih asocijacija. Prema tome, moglo bi kolembole predstavljati indikatore šumskih skupina, a u nekim slučajevima i indikatore određenih šumskih asocijacija.

U radu je utvrđeno da su prema tipu tla mogле kolembole biti izdvojene u vrste koje se javljaju samo u rendzinama, one koje su zastupljene samo u ilimerizovanim, ili samo u deluvijalnom zemljишtu,

te na vrste koje se nalaze u svim tlima osim u ilimerizovanim zemljištima na fluvioglacijskim nanosima i peščarima, kao i u rendzini na moreni. Za razliku od poslednjih vrsta, vrste *Hypogastrura hystrix*, *Friesea mirabilis* i *Isotoma olivacea* nalaze se isključivo na ovim zemljištima. Od sva tri tipa tla, koja pripadaju ispitivanim lokalitetima, najveći broj kolembolskih vrsta zastupljen je u rendzinskim zemljištima, jer su bogata humusom i imaju dobru aeraciju tla. Međutim, kako je njihova vlažnost mala, to je razlog što u rendzinskim tlima na Igmanu živi veliki broj vrsta koje su direktno vezane za vodu iz snežnog pokrivača.

Konstatovano je da se unutar jedne biocenoze gustina i sastav populacija kolembola menja u funkciji vremena. Sve vrste kolembola, nađene na Igmanu, ne javljaju se tokom cele godine. Vrste *Hypogastrura socialis*, *H. sigillata*, *Isotoma westerlundi* i *I. fennica* označene su u literaturi kao zimske vrste, što potvrđuju ispitivanja na Igmanu. *Hypogastrura gibbosa*, *Neanura minuta* i *Pseudosinella sexoculata* nađene su samo u zimskim mesecima na ispitivanoj planini. Neke druge vrste mogu se ubrojiti u letnje forme — *Tomocerus longicornis*, *T. minor* i *Oncopodura crassicornis*, od koji je *Tomocerus longicornis* i u literaturi poznat kao letnja vrsta. Ostale vrste nađene su svim mesecima na određenom lokalitetu, samo se njihova gustina menja tokom godine. Ta promena brojnosti, prema ispitivanjima na Igmanu, u mnogome zavisi od vrste biljne zajednice određene biocenoze, od starosti sastojine, od tipa tla i od klime biotopa.

Broj i sastav vrsta, kao i gustina populacija kolembola različiti su u raznim slojevima tla. Na svim ispitivanim mestima moglo se konstatovati da je fauna kolembola bogatija i u pogledu vrsta i u pogledu individua u gornjem sloju tla (humusnom sloju Ao). Nađene su pojedine vrste koje žive samo u određenim slojevima tla ali je broj tih vrsta mali; najčešće su one vrste koje su stanovnici svih slojeva tla samo je njihova gustina u pojedinim slojevima različita. Neka veća migriranja organizama u dublje slojeve, zbog suše, niskih temperaturi ili uticaja drugih faktora nisu se mogla zapaziti. Postoji u nekim lokalitetima u pojedinim mesecima porast broja individua u nižim slojevima a smanjenje u višim, ali su to male razlike. S obzirom da vertikalni gradijent temperature i vlažnosti nije jako naglašen i da hrane, kiseonika i životnog prostora ima više u površinskom sloju, nema potrebe da se kolembole masovno sele iz jednog u drugi sloj tla. Pojedinačna kretanja kolembola kroz kanale i pore sigurno postoje, samo se ona nisu mogla ustanoviti na osnovu broja individua u pojedinim mesecima.

## LITERATURA

1. Agrell I., 1941. — Zur Ökologie der Collembolen (Untersuchungen im Schwedischen Lappland), Opuscula entomologica Supplementum, III : 236. S. Lund.
2. Cirić M., 1964. — Zemljštva Igmana, u štampi.
3. Franz H., 1950. — Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege, Akademie — Verlag Berlin : 316.
4. Franz H., 1954. — Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. Innsbruck: 290.
5. Franz H. — Beier M., 1948. — Zur Kenntnis der Bodenfauna im pannosischen Klimagebiet Österreichs (Die Arthropoden), Ann. Naturhist. Museums. Wien. 56 : 440—549.
6. Ford J., 1937. — Fluctuations in Natural Populations of Collembola and Acarina, Jour. of Anim. Ecolog. 6 : 98—111.
7. Ford J., 1938. — Fluctuations in Natural Populations of Collembola and Acarina. Jour. of Anim. Ecolog. 7 : 350—369.
8. Gisin G., 1952. — Oekologische Studien über die Collembolen des Blattkomposts, Rev. Suisse Zool. 59 : 543—578.
9. Gisin H., 1943. — Oekologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels, Rev. Suisse Zool. 50 : 131—224.
10. Gisin H., 1947. — Le groupe Entomobrya nivalis (Collembola), Mitt. Schweiz. Ent. Ges. XX : 541—550.
11. Gisin H., 1960. — Collembolenfauna Europas, Geneve : 312.
12. Gisin H., 1961. — Sieben neue Arten von Collembolen aus Bosnien und Wiederbeschreibung von Onychirus serratotuberculatus Stach, Godišnjak biološkog instituta Univ. Sarajevo, XIV : 3—13.
13. Gunchold - Pschorr - Walcher, 1956. — Untersuchungen über die Mikrofauna von Verlandungs-, Steppen- und Waldböden im Neusiedlersee-Gebiet, Wissenschaftl. Arb. a. d. Burdeul. 12 : 3—27.
14. Haarlov N., 1960. — Microarthropods from Danish Soils, Oicos, 3 : 176.
15. Haybach G., 1959. — Über die Collembolenfauna verschiedener Waldböden, Verhandl. d. Zool. Bot. Ges. Wien, 98, 99 : 31—51.
16. Ionescu M. A., 1931. — Tierökologische untersuchungen in der Buchenwaldstreu von Sinaia, Phytogeogr. international Roumanie : 90—99.
17. Jahn E., 1951. — Bodentieruntersuchungen in der Flugsandgebieten des Marchfeldes, Zeit. f. angew. Entom. : 208—274.
18. Kos F., 1937. — Über die polymorphe Aufspaltung der Isotomurini. Prirodosl. Raspr. 3 : 167—237.
19. Kos F., 1939. — Die Onychiurinen der Jugoslawischen Ostjulischen Alpen, Prirodosl. Raspr. 3 : 263—329.
20. Kos F., 1942. — Isotomide Vzhodnih Alp, Prirodosl. Raspr. 2 : 115—160.
21. Kühnelt W., 1950. — Bodenbiologie, Wien. 368.
22. Milojević Ž. B., 1937. — Visoke planine u našoj Kraljevini, Beograd.
23. Nosek J., 1958. — Prispevek k faune Apterygot Lesnich Pud, Acta Societ. Entom. Čechosl. 55 : 375—360.

24. Stevanović D., 1956. — Naselje Collembola šumskih asocijacija na Kopaoniku, Zbornik radova, 7 : 3—16.
25. Thiele H. U., 1956. — Die Tiergesellschaften der Waldstreu in den verschiedenen Waldtypen des Niederbergischen Landes, Z. f. angew. Ent 39 : 316—367.
26. Živadinović J., 1962. — Sukcessija mešovitih populacija Collembola na dolomitu Konjica, Godišnjak biološkog instituta, Sarajevo, XV : 147—150.

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Untersuchungen der Collembolenfauna und ihrer Oekologie wurden in den Jahren 1959. bis 1962. auf dem Igmangebirge bei Sarajevo durchgeführt.

Das bearbeitete Material stammt aus Erdproben von 16 Lokalitäten. Aus den Lokalitäten Va und Vb, VI, VIIa und VIIb, X, XI und XII wurden die Proben nur einmal oder einige Male entnommen um die Zusammensetzung der Collembolen an diesen Orten feststellen zu können. An den Lokalitäten I, II, III, IV, VII, VIIc und VIIId und IX wurden jedoch die Proben in der Regel einmal monatlich durch ein und auch zwei Jahre hindurch entnommen um auf diese Weise die Dynamik der Populationen sowie auch die Unterschiede die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Jahren bestehen, feststellen zu können.

Nach Ausscheidung der Bodenfauna in Tullgren Apparaten und Fixierung des Materials in 70% Alkohol wurde das Sortieren der einzelnen Tiergruppen durchgeführt.

Um die qualitativ Analyse der Collembolen vornehmen zu können, musste jedes Individuum mit der Methode nach Gisin (1960) behandelt werden. Die Determination und Nomenklatur erfolgten auf Grund des Werkes »Collembolenfauna Europas« von H. Gisin (1960). Ein Teil des Materials wurde an Herrn dr H. Gisin zur Dursicht und Kontrolle gesandt und danke ich ihm auch an dieser Stelle wärmstens für seine Hilfe.

Von einer Lokalität wurden je drei Erdproben gleichzeitig entnommen. Nach Ausscheidung der Tiere und ihrer Zählung wurde der Mittelwert der Organismenzahl aus diesen drei Proben errechnet. Da die Menge der Erde von allen Lokalitäten nicht die gleiche war, so wurden alle Mittelwerte nachträglich auf die gleiche Menge von 1.000 cm<sup>3</sup> Volumen berechnet. Von den Lokalitäten IV, VII, VIIId und IX wurden die Proben aus zwei bis drei Schichten entnommen auf welche Art es möglich war den Unterschied der Individuenzahl in verschiedenen Schichten festzustellen.

In den Böden der gewählten Lokalitäten (I—XII) wurden insgesamt 56. Collenbolenarten gefunden (Tab. I). Bisher waren folgende dieser Arten für Jugoslawien bekannt: *Hypogastrura socialis*, *Neanura conjuncta*, *Onychiurus granulosus*, *O. terricola*, *Folsomia 4-oculata*, *Isotomiella minor*, *Isotoma monochaeta*, *I. notabilis*, *I. violacea*, *Tomocerus minor* und *Lepidocyrtus lanuginosus*. Alle übrigen 45 Arten sind neu für Jugoslawien und erwiesen sich von ihnen 6 als neue Arten, die von H. Gisin beschrieben wurden (1961): *Neanura caeca*, *N. minuta*, *Onychiurus jugoslavicus*, *O. bosnarius*, *O. tetragrammatus* und *Tetracanthella brevempodialis*.

Sämtliche Collembolenarten sind nicht gleichmäßig in den Böden des Igman vertreten. Nach ihrem Verbreitungsareal konnten sie in fünf Gruppen eingeteilt werden (Tab. II).

Interessant ist das zoogeographische Problem der Art *Onychiurus serratotuberculatus* das nur in den österreichischen Alpen und Karpaten gefunden wurde, die wie noch weitere 7 Arten H. Franz als für diese beiden Gebirge gemeinsame Arten ansieht. Auf ihnen wurden sie jedoch nur vereinzelt aufgefunden, während sie am Igman in grossen Mengen auftritt.

Nach der mir zugänglichen Literatur wurden die Arten *Hypogastrura sigillata*, *H. hystrix*, *Odontella empodialis* und *Onychiurus gisini* bisher nur in den Alpen defundiert; jetzt sind sie auch vom Igman bekannt geworden.

Mehrere in der Literatur als ausschliessliche Gebirgsarten (*Onychiurus terricola*, *O. granulosus*, *Folsomia diplophthalma*, *F. spinosa*, *Isotoma monochaeta*, *I. westerlundi*, *I. fennica* und *Tomocerus mixtus*) bezeichnete Arten wurden auch am Igman gefunden.

Die am Igman neu entdeckten Arten können derzeit noch nicht als Endeme angesprochen werden, doch kann immerhin für einige von ihnen diese Möglichkeit angenommen werden. So z. B. *Onychiurus jugoslavicu*s und *O. bosnarius* wurde ziemlich an allen untersuchten Lokalitäten gefunden, während *Neanura caeca* nur an zwei Stelen über 1.200 m Seehöhe festgestellt werden konnte, *N. minuta* nur im Boden einer Waldgesellschaft (*Abieto-Pinetum*), *Onychiurus tetragramatus*, im Boden der Gesellschaft *Homogyneto-Piceetum* und *Tetraclanthes brevempodialis* nur im Boden der voralpinen Buchenwälder. Sie gehören daher zu Arten die eng lokalisiert sind und meist in grösserer Menge gefunden wurden. *Neanura minuta* kann als Winterart und *Onychiurus tetragramatus*, als Sommerart betrachtet werden, da erstere bisher nur im Dezember, die letztere nur im August gefunden wurde.

Die Untersuchungen haben ergeben, dass auf die Zahl und Zusammensetzung der Arten sowie der Populationesdichte von dem Komplex der ökologischen Faktoren, in denen sich die einzelnen Lokalitäten unterschieden, von entscheidendem Einfluss der Lokalitätstypus ist, bzw. die Pflanzengesellschaft einer Biocenose, ferner der Bodentyp und die klimatischen Faktoren. In den Wald- und Wiesengesellschaften wurde ein grosser Unterschied in der qualitativen Zusammensetzung der Collembolenfauna festgestellt (Tab. IV). Es kann jedoch schon ein Unterschied zwischen den Collembolenpopulationen der einzelnen Gruppen der Pflanzengesellschaften beobachtet werden und manchmal sogar schon zwischen den einzelnen Assoziationen (Tab. V). Dacher könnten die Collembolen als Indikatoren für einzelne Waldgesellschaften und in einigen Fällen auch als solche für bestimmte Assoziationen dienen.

Die Untersuchungen ergaben das einige Collembolen nur in bestimmten Bodentypen auftreten, und zwar konnten einige Arten nur in Rendzinen festgestellt werden, andere nur in illimerisierten Böden, oder nur in Diluvialböden, sowie es auch Arten gibt die in allen Böden zu finden waren mit Ausnahme in den illimerisierten Böden auf

fluvioglazialen Ablagerungen und Sandsteinen, sowie in der Rendzina die auf der Morräne entwickelt ist.

Zum Unterschied der letzten Arten, fanden sich *Hypogastrura hystrix*, *Friesea mirabilis* und *Isotoma olivacea* nur auf dieser Bodenart (Tab. III). Von allen drei Bodentypen die in den untersuchten Lokalitäten vorkamen, ist die grösste Zahl von Collembolen in den Rendzinenvierteln da sie reich an Humus sind und gute Bodendurchlüftung haben. Daher haben sie aber ein schlechtes Wasserregime und sind viele Collembolen an die Feuchtigkeit die sie aus Schneedecke erhalten gebunden. Aus diesem Grunde sind im Rendzinaböden die Winterarten am häufigsten.

Es ist festgestellt worden dass sich die Zusammensetzung und Dichte einer Population auch innerhalb einer Biocenose während des Jahres ändert (Tab. VI—XIII). Alle am Igman aufgefundenen Collembolenarten treten nicht während des ganzen Jahres auf. Die Arten *Hypogastrura socialis*, *H. sigillata*, *Isotoma westerlundi* und *I. jennica* sind in der Literatur als Winterarten bezeichnet was im Einklang mit den Befunden am Igman steht. *Hypogastrura gibbosa*, *Neanura minuta* und *Pseudosinella sexoculata* sind nur in den Wintermonaten auf dem untersuchten Gebirge gefunden worden. Andere Arten können zu Sommerarten gezählt werden wie *Tomocerus longicornis*, *T. minor* und *Oncopodura crassicornis* von denen *Tomocerus longicornis* auch in der Literatur als Sommerart bekannt ist. Die übrigen Arten sind in allen Monaten an bestimmten Lokalitäten festgestellt worden, doch ändert sich ihre Populationsdichte im Laufe des Jahres. Diese Änderung ihrer Anzahl hängt nach den Untersuchungen am Igman vielfach von der Pflanzengesellschaft einer bestimmten Biocenose, vom Alter des Bestandes, vom Bodentyp und dem Klima des Bitopes ab.

In den durch das ganze Jahr hindurch entnommener Proben konnte kein ausgeprägtes Frühlingsmaximum und Winter- und Sommerminimum festgestellt werden. Bei sämtlichen Populationen konnte ein Herbstmaximum konstatiert werden, das an manchen Lokalitäten bereits im August erreicht war, an anderen im September oder Oktober. Das Sommerminimum zeigt sich nur bei einigen Populationen an einer kleinen Anzahl von Lokalitäten (am IV Ort im Juli und am VII Ort im Juni) während es bei der Mehrzahl der Orte nicht festzustellen war. Das Frühlingmaximum ist nur an dem Orte IV ausgesprägt gewesen (im Mai). In den Wintermonaten (XI, XII oder I) trat außer dem Herbstmaximum noch eines im Winter an einer grösseren Anzahl von Orten (I, III, IV, VII, VIIIc und VIIIId) auf.

Die Anzahl und die Zusammensetzung der Arten sowie die Populationsdichte der Collembolen sind in den verschiedenen Erdschichten verschieden. An allen untersuchten Lokalitäten konnte festgestellt werden, dass die Individuen in der obersten Schicht am reichsten waren, (d. h. in der

Humusschicht Ao). Einige Arten sind nur in bestimmten Tiefen aufgetreten, doch ist ihre Zahl gering. Am häufigsten sind Artendie alle Schichten besiedeln nur ist ihre Dichte in den einzelnen Schichten verschieden. Grössere Migrationen in tiefere Schichten wegen Trockenheit, niedriger Temperaturen oder unter dem Einflus anderer Faktoren konnte nicht festgestellt werden. An einigen Lokalitäten besteht in einzelnen Monaten ein Anwachsen der Individuenzahl in den tieferen Schichten und eine Verminderung in den Höheren, welche Unterschiede jedoch gering sind. Mit Rücksicht darauf dass die vertikale Temperatur- und Feuchtigkeitsgradient nicht sehr ausgeprägt ist und dass Nahrung, Sauerstoff und Lebensraum mehr in der Oberflächenschicht vorhanden ist, besteht keine Notwendigkeit dass die Collembolen, in grösseren Mengen aus einer Schicht in die andere wanderten. Vereinzelte Wanderungen der Collembolen durch Kanäle und Poren findet bestimmt, sie konten jedoch nicht auf Grund der Individuenzahl in den einzelnen Monaten festgestellt werden.