

## УТИЦАЈ ПОТЕНЦИЈАЛА ЛОКАЛНЕ ТОПЛОТЕ НА РАСПРОСТРАЊЕЊЕ БУКОВИХ ШУМА У СЕВЕРОИСТОЧНОЈ СРБИЈИ

МИЛУН КРСТИЋ

**Извод:** Појава и опстанак вегетације на одређеном подручју зависи од великог броја еколошких чинилаца, од којих је, увек, једна група фактора доминантна. Орографски фактори, модификујући остале еколошке чиниоце, првенствено климатске, самим тим, постају и доминантни у просторном распореду шума одређених врста дрвећа. У раду је, у склопу осталих еколошких чинилаца, ближе дефинисан утицај орографских фактора на појаву и распрострањење букових шума у североситочној Србији, односно прецизније изражена њихова зависност. Због утицаја орографских фактора на загревање голе површине одређеног локалитета и значај температуре земљишта на распоред појединих шумских заједница, у буковим шумама је утврђен потенцијал локалне топлоте и локални топлотни фактор. Они, за одређену надморску висину и комбинацију експозиције и нагиба терена, карактеришу потенцијалну могућност загревања земљишта сваког локалитета. Поређењем локалних топлотних фактора утврђена је могућност загревања конкретног локалитета и условљеност појаве букових шума одређеног састава и смеше на подручју североисточне Србије.

**Кључне речи:** Орографски фактори, потенцијал локалне топлоте, североистона Србија, букове шуме, распрострањење

**Abstract:** The occurrence and survival of vegetation in a region depends on a great number of ecological factors, of which always one group of factors is dominant. Orographic factors, by modifying the other ecological factors, primarily the climate, become the dominant ones in the spatial distribution of forests of some tree species. This paper defines more closely the effect of orographic factors, among other ecological factors, on the occurrence and the range of beech forests in Northeast Serbia, i.e. defines their correlation. The potential of the local temperature and the local thermal factor have been determined in beech forests because of the effect of orographic factors on the temperature of the bare ground of a locality, and the significance of soil temperature on the distribution of forest communities. For the definite altitude and the combination of exposure and slope, they characterise the potential heating of the soil at each locality. By the comparison of local thermal factors, the study determines the potential temperatures at each locality and the conditions of beech forest occurrence, composition and mixture in the region of Northeast Serbia.

**Key words:** orographic factors, the potential of local temperature, Northeast Serbia, beech forests, range

---

*Др Милун Крстић, редовни професор Шумарског факултета у Београду. Рад је финансирано Министарство за науку, технологију и развој Републике Србије, у оквиру Пројекта БТН број 7231А и 7231Б.*

## 1.УВОД

Познато је да појава и опстанак вегетације на одређеном подручју зависи од великог броја еколошких чинилаца, односно да се само једном групом чинилаца не може објаснити, јер постоји њихова међусобна зависност, условљеност и заменљивост. Међутим, увек је једна група фактора доминантна, а самим тим и постају одлучујући фактори. У том смислу орографски фактори су веома значајни, јер у условима израженог рељефа, са честим и наглим променама експозиције или нагиба терена, долази до промене услова средине на релативно малом простору. Они модификују остале еколошке чиниоце, првенствено климатске, па самим тим постају и доминантни у просторном распореду шума одређених врста дрвећа.

На овакав значај орографских фактора и несумњиву везу између њих и смене одређених типова вегетације посебно указују Бунушевац (1951), Лујић (1960, 1973), Сољаник (1960), Колић (1972), Крстић (1986) и др. Наводећи резултате многобројних мерења и истраживања сунчевог зрачења, светлости, темпетаруре и испаравања на разним експозицијама и нагибима терена, они указују на следеће:

- интензитет наведених појава се, полазећи од јужне експозиције, преко источне и западне смањује и минимум достиже на северној експозицији;
- интензитета зрачења на истом локалитету разних експозиција је пропорционалан величини упадних углова сунчевих зрака;
- најтоплија комбинација експозиције са нагибом терена на нашем подручју је јужна експозиција 40-50° нагиба, у зависности од годишњег доба, а најхладније су северне експозиције великог нагиба;
- хоризонтална површина на подручју Београда прима 79 % зрачења од јужне експозиције најпогоднијег нагиба;
- истоку и западу експониране стране примају мању годишњу суму зрачења по једници површине него хоризонтална површина, а налазе се на средини између јужне и северне;
- југоисточна и југозападна експозиција су по овом елементу „ближе“ јужној него североисточна и северозападна северној;
- приближавајући се екватору, максималне суме зрачења су на јужним експозицијама све мањег нагиба, тако да је на екватору хоризонтала „најтоплија“ експозиција;
- разлика између најтоплијег и најхладнијег места неког подручја зависи од комбинације елемената конфигурације терена;
- топлотна разлика између јужне и северне експозиције малог нагиба је незнатна, па је подела на топле и хладне експозиције неприхватљива ако се не узиме у обзир нагиб терена, што значи да постоји само „топла и хладна комбинација“ експозиције и нагиба терена.

Разматрајући утицај орографских фактора на загревање голе површине одређеног локалитета и значај температуре земљишта на распоред појединих шумских заједница, Лујић (1960) је увео термине потенцијал локалне топлоте и локални топлотни фактор. Степен топлоте који карактерише комбинацију експозиције и нагиба терена назвао је њиховом топлотном координатом и обележио са Е, а степен топлоте за одређену надморску висину топлотном координатом V, и сваку обележио бројевима

од 1 до 9. Могућност загревања конкретног локалитета до надморске висине 1800 m може се изразити са 81 комбинациојом наведених бројева. Истовремено, ради прецизнијег дефинисања степена загревања површине, термин локални топлотни фактор (L) представља производ бројева топлотних координата E и V. Поређењем локалних топлотних фактора на одређеном подручју, може се добити приближна представа о могућности загревања сваког локалитета.

Наведеним методом Лујић је установио везу између локалног топлотног фактора и појаве одређених „типова“ шума на подручју Грделичке клисуре. Истовремено, указао је на потребу оваквог дефинисања и других подручја. На значај оваквих истраживања указују Шафар (1963), Лујић (1973), Крстић (2002), а у свом раду су их примењивали Раткнић et al. (2001).

На основу изнетог, циљ овог рада је да се, у склопу осталих еколошких чинилаца, ближе дефинише утицај орографских фактора на појаву и распрострањење букових шума у североситочној Србији, односно прецизније изрази њихова зависност.

## **2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА, МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА**

Истраживања у оквиру овог рада извршена су на подручју североисточне Србије чије су границе, у grubим цртама, Дунав са северне стране, са западне долина Пека, Млаве и Мораве до близу Параћина, са јужне стране пут Праћин - Зајечар, а са источне граница са Бугарском. Шуме овог подручја налазе се на планинским масивима Северног и Јужног Кучаја, Лишковца, Хомољских планина, Малиника и Дели Јована. Шумама газдују НП „Бердап“, ШГ „Северни Кучај“ из Кучева, ШГ „Тимочке шуме“ Болевац, а мањом површином газдује Шумарски факултет у Београду – наставна база „Дебели луг“. Подручје се простире на географској ширини између 43°50' и 44°40'. С обзиром да је разлика у географској ширини мања од 1°, према Лујићу (1960), одступања у интензитету зрачења су веома мала, па степен загревања терена неће битије зависити од ње.

Орографске услове подручја карактерише јако диференциран рељеф са разним геоморфолошким облицима: ниске и средње високе планине (ретко преко 1000 m н. в.), котлине, речне долине и терасе, са веома израженом купираношћу, где се нагло смеђују оштри гребени, стрме стране и заравњени платои. Хидрографске услове истраживаног подручја карактерише велики број већих и мањих водотока, који имају воду током целе године. Са геолошког аспекта ово подручје припада Старопланинском и Кучајско-Хомољском метаморфном појасу стена, које су представљене гнајсевима, гнајсомикашистима, амфиболитима, хлоритским шкриљцима са албитом и епидотом, квар-серицит-хлоритским шкриљцима са биотитом, серицитским шкриљцима, метакарбонатима и метаседиментима вулканогно-седиментне асоцијације и другим стенама (Крстић, 2003).

Подручје североисточне Србије је по климатским карактеристикама веома интересантно јер се ту сучељавају и мешају утицаји континенталне климе Панонске низије са севера са утицајима умерено-континенталне климе средње-европског типа са запада и утицајима Влашко-понтijske



климе са појачаном континенталношћу са истока. Опште климатске карактеристике висинског појаса 300-1100 м.н.в. овог подручја, према Крстићу и Стојановићу (2002) карактерише следеће: на доњој граници појаса средња годишња температура ваздуха износи 9,5°C, на горњој граници 6,2°C. Годишња количина падавина се креће од 626 mm на доњој граници до 701 mm на горњој граници појаса, а просечна годишња количина релативне влаге износи 78 - 81 %. Биоклиматска класификација климе по Лангу, дефинисана на основу кишног фактора, показује да у анализираном висинском појасу влада хумидна клима. На доњој граници свог висинског ареала шуме нису у свом климатско-физиолошком (биолошком) оптимуму а на горњој јесу. Класификација климе по Торнтрајту показује да до око 800 м.н.в. влада субхумидна влажнија клима, типа C<sub>2</sub>, а изнад блага хумидна клима типа В<sub>1</sub>.

Истраживања су обављена у шумама букве (*Fagus moesiaca*) подручја североисточне Србије у наведеном висинском појасу 300-1100 м.н.в. При томе су оне третиране само као шуме букве, не улазећи у дефинисање фитоценолошке припадности, порекла, старости, развојне фазе, структуре и квалитета састојине. Посебна пажња обрађана је на састав састојине. При томе су састојине класификоване као апсолутно чисте (без присуства других врста), чисте са појединачним учешћем других врста, чисте букове са

учешћем других врста до 10 % по броју стабала и мешовите шуме букве са осталим врстама, чије учешће не прелази 50 %.

У циљу утврђивања зависности појаве и распореда овако класификованих састојина од орографских фактора, прикупљани су подаци о надморској висини, експозицији, нагибу и конфигурацији терена. Тежило се да буду што равномерније обухваћене све комбинације орографских услова у којима се појављују букове шуме. Снимљено је укупно 419 састојина букве, и то: 47 % апсолутно чистих, 34 % чистих са појединачним учешћем других врста, 3 % чистих са учешћем других врста до 10 % и 16 % мешовитих састојина (табела 1).

Табела 1 – Распоред снимљених састојина по мешовитости и надморским висинама

Н.В.	Састав саст.		Апсолутно чисте		Чисте ОТЛ појед.		Чисте ОТЛ < 10 %		Мешовите ОТЛ 10-50 %		Укупно	
	ком	%	ком	%	ком	%	ком	%	ком	%	ком	%
300-399	10	5,1	12	8,4	1	8,3	6	9,1	29	6,9		
400-499	19	9,6	51	35,6	10	83,4	23	34,8	103	24,5		
500-599	28	14,1	36	25,2	1	8,3	31	47,0	96	22,9		
600-699	30	15,2	21	14,7			5	7,6	56	13,5		
700-799	27	13,6	18	12,6			1	1,5	46	11,0		
800-899	36	18,2	5	3,5					41	9,8		
900-999	21	10,6							21	5,0		
1000-1099	27	13,6							27	6,4		
Укупно	198	100	143	100	12	100	66	100	419	100		
%	47,2		34,1		2,9		15,8		100			

Ради добијања што репрезентативније слике појаве букових шума у одређеним орографским условима, подаци су прикупљани на три различита начина:

- кретањем дуж изохипсе на одређеним надморским висинама, коришћењем алтиметра, и регистравањем промена свих података везаних за састав шуме и орографске факторе;
- коришћењем оваквих података из основа газдовања шумама;
- коришћењем података са огледних површина катедре Гајења шума са овог подручја.

На овај начин обухваћене су састојине букве где је она доминантна, као и локалитети у „зони борбе“ за станиште.

Обрада података и анализа резултата извршена је по методу Лујића (1960), дефинисањем потенцијала локалне топлоте, односно локалног топлотног фактора. При томе су задржане вредности координате експозиције и нагиба терена ( $E = 1-9$ ), а координата надморске висине ( $V$ ) је коригована, односно модификована. Због познате изражене промене климатских фактора са променом надморске висине, уместо Лујићеве деветостепенске скале (један топлотни степен = 200 м.н.в.), примењивана је осамнаестостепенска скала, при чему један топлотни степен означава 100 м.н.в. На тај начин добијена је осетљивија скала од 162 могуће комбинације потен-

цијала локалне топлоте, која прецизније изражава зависност и везаност букових састојина за орографске услове.

За сваку снимљену састојину одређене су топлотне координате експозиције и нагиба терена, и координату надморске висине. Подаци су груписани према потенцијалу локалне топлоте и локалном топлотном фактору по надморским висинама у појасевима од 100 m. За прецизније дефинисање зависности букових састојина од орографских фактора, израчунате су пондерисане средње вредности топлотне координате експозиције терена (E) и локалног топлотног фактора (L) за сваки висински појас од 100 m, тј. топлотну координату V. Добијени резултати приказани су табеларно и графички.

### **3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА.**

#### **3.1. Распрострањење састојина букве на истраживаном подручју**

Детаљнијом анализом састојина по надморским висинама (табела 1) утврђено је:

- састојине букве јављају се на надморској висини 300-1100 m, односно до највиших планинских врхова на овом подручју. То је у сагласности са наводима висинског рашчлањења вегетације планине Дели Јован (Калинић, М. et all, 1984.) да буква у најнижем појасу храста сладуна и нешто вишем појасу храста китњака насељава северне, хладније експозиције. На надморским висинама од 600-900 (1100) m гради климарегионални појас планинске букове шуме (*Fagetum moesiacaе montanum* Jov.). Изнад планинског појаса букве, по врховима и истакнутим гребенима на вишим надморским висинама, јавља се појас субалпijske букове шуме (*Fagetum altimontanum moesiacum* Jov.),

- најзаступљеније су апсолутно чисте састојине које чине готово половину укупног броја снимљених састојина,

- са повећањем надморске висине повећава се заступљеност чистих састојина,

- у трећини састојина појединачно се појављују друге врсте, пратиоци букових шума, као што су јавори, бели јасен, липе, граб, планински брест, јасика, али и китњак, црни јасен и др. Оне су најзаступљеније у субмонтаном појасу букових шума, а могу се наћи и до 900 м.н.в.,

- израженије присуство других врста у буковим шумама је у субмонтаном појасу, и условљава њихово присуство до 10 % по броју стабала,

- мешовите шуме букве са другим наведеним врстама су, такође, у овом појасу. Овде посебно треба истаћи мешовите шуме букве и храста китњака на њиховом прелазном станишту – на ширим гребенима на свим експозицијама и у уским засењеним увалама на јужној експозицији.

#### **3.2. Заступљеност састојина букве према потенцијалу локалне топлоте**

Анализа наведених података о заступљености букових састојина приказана је и према потенцијалу локалне топлоте у табели 2. Како између апсолутно чистих букових састојина и чистих састојина са појединачним

учешћем других врста није било значајније разлике, то су оне у даљем раду приказиване заједно.

Досадашњом анализом распрострањености састојина одређене врсте вршен је приказ само на основу аналитичких вредности појединачних орографских фактора, при чему се могло говорити само о томе да ли се одређене врсте јављају на одређеној надморској висини, на овим или оним еспозицијама и нагибима. Приказ података према потенцијалу локалне топлоте, према Лу ји ћу (1960), омогућава повезивање ових орографских фактора, односно њихов заједнички утицај и на тај начин прецизније дефинисање веза између њих.

Из табеле 2 и графикана 1 запажа се да се букве састојине у североисточној Србији налазе на стаништима чија је топлотна координата Е између 3 и 9, док су на подручју Грделичке клисуре, према Лу ји ћу (1960), између 2 и 9, а на подручју западне Србије, према Раткнићу и сар (2001) између 3 и 8.

Чисте састојине су процентуално најзаступљеније на стаништима са топлотном координатом Е = 6 и то са 36 % код чистих и чак 50 % код састојина са учешћем других врста до 10 %. Мешовите састојине букве са другим лишћарским врстама најзаступљеније су на стаништима са координатама Е = 7 и 8, што значи да су та станишта ксеротермнија.

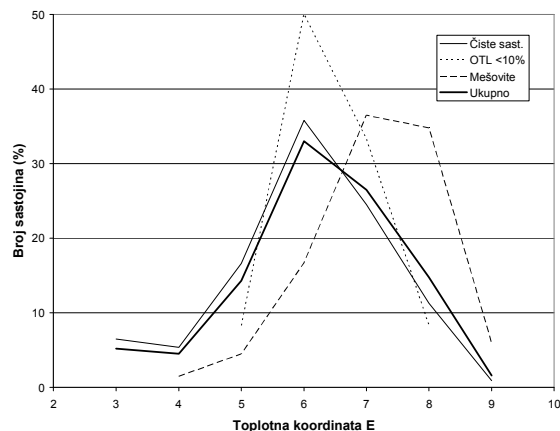
Табела 2 – Процентуална заступљеност састојина према потенцијалу локалне топлоте (Е;V)

Састав састојине	НВ Е	300 - 399	400 - 499	500 - 599	600 - 699	700 - 799	800 - 899	900 - 999	1000 - 1099	Укупно %
		V=15	V=14	V=13	V=12	V=11	V=10	V=9	V=8	
I Чисте ОТЛ појед.	3	0,3	3,5	1,8			0,9			6,5
	4	0,9	2,1	2,1		0,3				5,4
	5	2,2	2,1	6,0	2,9	0,6	0,9		0,9	15,6
	6	2,8	5,8	2,6	6,5	7,9	5,9	1,8	2,6	35,8
	7	0,3	2,9	3,7	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5	24,5
	8		3,8	1,8	2,1	0,9	0,9	0,9	0,9	11,3
	9		0,3	0,6						0,9
	Ук.	6,5	20,5	18,7	15,0	13,2	12,0	6,2	7,9	100
II Чисте ОТЛ < 10 %	5			8,3						8,3
	6	8,3	41,8							50,1
	7		33,3							33,3
	8		8,3							8,3
	Ук.	8,3	83,4	8,3						100
III Мешовите ОТЛ 10-50 %	4		1,5							1,5
	5		3,0	1,5						4,5
	6		6,1	9,1	1,5					16,7
	7	4,6	7,6	18,2	6,1					36,5
	8	4,5	13,6	15,2		1,5				34,8
	9		3,0	3,0						6,0
	Ук.	9,1	34,8	47,0	7,6	1,5				100

На најмањим надморским висинама (у висинском појасу 300-399 m) чисте састојине букве јављају на стаништима чија је топлотна координата Е између 3 и 7, а на подручју Грделичке клисуре, према Лујићу (1960), између 2 и 5, дакле на хладнијим комбинацијама експозиције и нагиба, док их на подручју западне Србије, према Ратковићу и сар. (2001) у овом појасу нема.

Најшири дијапазон јављања букових састојина је у субмонтаном буковом појасу – на надморској висини до 600 m, односно до топлотне координате надморске висине  $V=13$ , када се јављају у 19 разних комбинација топлотних координата Е и V. До ове надморске висине констатоване су све чисте састојине са учешћем других врста до 10 %, и чак 91 % мешовитих састојина букве са другим врстама. У монтаном појасу, изнад надморске висине од 600 m, састојине букве налазе се на стаништима топлотне координате Е = 5-9, и координате V = 8-12. При томе, са повећањем надморске висине, максимална заступљеност укупног броја састојина се помера са топлотне координате Е = 6 на Е = 7, што значи да се буква иде на све топлија станишта, односно и на јужне експозиције већих нагиба.

Запажа се, такође, да се букове састојине јављају и на стаништима са топлотном координатом Е = 9, што означава веома топла станишта, тј. јужне експозиције нагиба 28-47°. Разлог за то је утицај четвртог орографског фактора – конфигурације терена. Наиме, због засењености уских долина околним брдима, без обзира на експозицију терена, такви локалитети су хладнији и влажнији, па се на њима јавља буква, тј. долази до познате инверзије вегетације. Потврда ове констатације је повећана заступљеност мешовитих састојина букве и осталих врста (првенствено китњака и граба) на стаништима са топлотном координатом Е = 8 и 9.



Графикон 1. Заступљеност састојина према топлотној координати Е

Према средњим вредностима топлотне координате експозиције и нагиба терена (Е) и локалног топлотног фактора (L) уочавају се значајне разлике распрострањености букових састојина различитог састава и меше.

Просечне средње вредности топлотне координате Е у чистим буковим састојинама износи 6,12, у састојинама друге групе 6,33, а у мешовитим састојинама 7,24 (табела 3). Идентичне промене констатоване су и по висин-



ским зонама. У висинком појасу брдске букове шуме – до 600 м.н.в., у састојинама прве групе средње вредности топлотне координате Е се крећу од 5,32 до 5,66, у састојинама друге групе од 6,0 до 6,6, а у састојинама треће групе 7,1 до 7,58. Наведени подаци јасно указују на ксеротермизацију станишта са повећањем вредности координате Е, што се манифестује постепеном појавом све термофинлијих врста у буковим шумама, до појаве мешовитих шума букве и ксеромезофилног китњака, односно њиховом појавом на све топлијим комбинацијама експозиције и нагиба терена. Према Лујићу, (1960), у буковим шумама на подручју југоисточне Србије просечна вредност топлотне координате Е износи 5,12.

Табела 3 – Средња вредности топлотне координате експозиције и нагиба (Е) по висинским зонама

Састав састојине	300 - 399	400 - 499	500 - 599	600 - 699	700 - 799	800 - 899	900 - 999	1000 - 1099	Прос.
Чисте бк	5,32	5,49	5,66	6,31	6,34	7,12	6,86	6,53	6,12
ОТЛ < 10 %	6,0	6,6	6,0						6,33
ОТЛ 10-50 %	7,50	7,10	7,58	6,80	7,0				7,24

### 3.3. Заступљеност састојина букве према локалном топлотном фактору

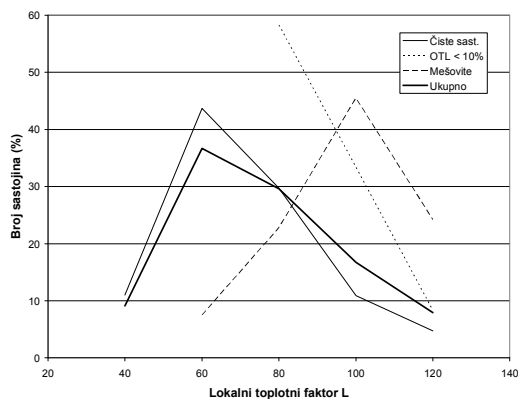
За прецизније дефинисање потенцијалне могућности загревања одређеног станишта коришћен је и локални топлотни фактор (L), који, према Лујићу (1960), представља производ топлотних координата експозиције и нагиба терена (Е) и надморске висине (V). Конкретан локалитет се више загрева ако је производ његових топлотних координата већи. Нпр. за терен са топлотним координатама Е = 8, а V = 2, локални топлотни фактор L = 16; за Е = 8, а V = 5, биће L = 40, што значи да се други локалитет знатно јаче загрева због мање надморске висине. Други пример: за терен где је Е = 7, V = 8, биће L = 56; а за терен са Е = 4, V = 8 биће L = 32, што значи да се сада на истој надморској висини први терен више загрева, јер је „повољнија“ комбинација експозиције и нагиба.

Вредности локалног топлотног фактора у буковим шумама груписане су у степене од 20 поена, и приказани у табели 4. Може се запазити веома изражена разлика у заступљености састојина према локалном топлотном фактору између букових састојина различитог састава и смеше. Чисте букове састојине најзаступљеније су, са 43,7 %, на стаништима са локалним топлотним фактором 51-70, састојине са учешћем других врста до 10 %, на стаништима са локалним топлотним фактором 71-90, и то 58,3 % свих састојина, а мешовите шуме букве са осталим врстама (46 % укупног броја) на стаништима са L фактором 91-110. На најхладнијим буковим стаништима – са локалним топлотним фактором 31-50 налази се 11 % састојине прве групе (чисте), док састојина друге и треће групе (мешовитих) нема. Истовремено, на најтоплијим стаништима, са локалним топлотним фактором 111-130, јавља се свега око 5 % чистих састојина, око 8 % састојина друге групе, а чак четвртина свих мешовитих састојина. Ови подаци

указују на све израженију ксеротермизацију станишта, почев од апсолутно чистих букових шума до мешовитих.

Табела 4 – Засиуљеност састојина према локалном шойлојном фактору (L)

Састав Састојине	Н.В.	300-399	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	Укупно
	L	%	%	%	%	%	%	%	%	%
I Чисте ОТЛ поједин.	31-50	0,3	3,5	1,7		0,3	1,7		3,5	11,0
	51-70	0,9	4,1	8,2	2,9	8,5	9,4	5,3	4,4	43,7
	71-90	5,0	5,9	2,6	10,0	4,4	0,9	0,9		29,7
	91-110	0,3	2,9	5,6	2,1					10,9
	111-130		4,1	0,6						4,7
	Укупно		6,5	20,5	18,7	15,0	13,2	12,0	6,2	7,9
II Чисте ОТЛ < 10%	71-90	8,3	41,7	8,3						58,3
	91-110		33,4							33,4
	111-130		8,3							8,3
	Укупно		8,3	83,4	8,3					100
III Мешовите ОТЛ 10-50 %	51-70		4,5	1,5		1,5				7,5
	71-90		6,1	9,1	7,6					22,8
	91-110	4,6	7,5	33,4						45,5
	111-130	4,5	16,7	3,0						24,2
	Укупно		9,1	34,8	47,0	7,6	1,5			100



Графикон 2. Засиуљеност састојина према локалном шойлојном фактору (L)

Просечна средња вредност локалног топлотног фактора (L) у чистим буковим састојинама износи 70, у састојинама друге групе 91, а у мешовитим састојинама друге групе 106 (табела 5). Такође, идентичне промене констатоване су и по висинским зонама. У висинском појасу брдске букове шуме, у састојинама прве групе, средње вредности локалног топлотног фактора износе 76-79, у састојинама друге групе 80-92, а у састојинама треће групе 96-110. Наведени подаци, такође, указују на ксеротермизацију станишта са пове-

ћањем вредности локалног топлотног фактора, са идентичним последицама за појаву букових шума одређеног састава и смеше. Због наведених карактеристика овог обележја потенцијалног загревања земљишта, његове вредности се са повећањем надморске висине самњују. То означава све мезофилније услове, што у буковим шумама доводи до постепеног нестајања термофилнијих врста. Ово, истовремено, показује да се на подручју североисточне Србије мешовите шуме букве са осталим врстама јављају на стаништима са средњом вредношћу локалног топлотног фактора 60-65.

Табела 5 – Средња вредности локалног топлотног фактора (L) по висинским зонама

Састав састојине	300 - 399	400 - 499	500 - 599	600 - 699	700 - 799	800 - 899	900 - 999	1000 - 1099	Прос.
Чисте бк	76	79	76	78	64	59	63	51	70
ОТЛ < 10 %	90	92	80						91
ОТЛ 10-50 %	110	100	96	80	66				106

### 3.4. Распрострањење састојина букве према потенцијалу локалне топлоте

Како је већ истакнуто, на основу примењеног метода, могуће су 162 претпостављене комбинације потенцијала локалне топлоте, а на истраживаном подручју, према распрострањености букових шума, 72 комбинације. Анализом је установљено да се букве састојине јављају на свега 43 комбинације (табела 2). Ради прегледнијег приказа ових података урађени су шематски прикази (шеме 1 и 2). Свако поље у њима представља једну комбинацију потенцијала локалне топлоте. Уочава се да је еколошка амплитуда букве на овом подручју доста широка. Креће се од најхладније комбинације топотних координата  $E.V = 3.10$  до  $9.14$ , што истовремено значи на стаништима са локалним топлотним фактором  $L = 30-126$ . При томе значајно је констатовати да је на комбинацијама топотних координата које означавају хладнија станишта састојине букве уопште нису нађене, као нпр. са топлотном координатом  $E = 1$  и  $2$ . То су северне експозиције са нагибом изнад  $38^\circ$ , односно североисточне и северозападне експозиције већег нагиба од  $54^\circ$ . Исто тако, састојине букве се веома ретко јављају и на најтоплијим стаништима са топлотном координатом  $E = 9$ , а то су терени на јужним експозицијама нагиба  $28-47^\circ$ . Изузетно, констатоване су само у 3% случајева, и то на локалитетима који су засењени суседним гребенима, што није прави одраз потенцијала локалне топлоте станишта, јер конфигурација терена модификује утицај експозиције и нагиба.

Најширу еколошку амплитуду имају чисте састојине букве, које се јављају на стаништима са наведеним комбинацијом топотних координата  $E.V = 3.10$  до  $9.14$ . Мешовите састојине букве са другим врстама имају далеко ужу еколошку амплитуду јер се налазе на теренима са 15 комбинација топотних координата  $E.V = 4.14$  до  $9.14$ , што истовремено значи на стаништима са локалним топлотним фактором  $L = 56-126$ .

Имајући у виду неравномерну заступљеност терена са одређеним потенцијалом локалне топлоте на којима се налазе састојине букве, ради ут-

врђивања комбинације топлотних координата на којима су најзаступљеније, израчуната је просечна процентуална заступљеност сваке комбинације за састојине сваке од наведених група по саставу и смеши. Она износи код чистих састојина 2,5 %, што је просечно 8,5 састојина, за састојине друге групе 20 %, односно када се појављује просечно 2,4 пута, за мешовите састојине 6,7%, или 4,4 пута. На основу тога израђен је други шематски приказ комбинација потенцијала локалне топлоте (шема 2), на којој је дата заступљеност сваке групе састојина по смеши које се јављају у проценту блиском просечним или изнад њега. Овакав приказ реалније одражава зависност појаве састојина букве од орографских фактора дефинисаним потенцијалом локалне топлоте, па се такви локалитети могу се сматрати стаништем букве.

На шеми 2 се запажа да је еколошка амплитуда букве на овом подручју сада доста сужена. Креће се од најхладније комбинације топлотних координата  $E.V = 3.14$  до  $8.14$ , што значи стаништима са локалним топлотним фактором  $L = 42-112$ . Састојина букве сада нема на најтоплијим стаништима са топлотном координатом  $E = 9$ . Чисте састојине букве заступљене су на стаништима са комбинацијом наведених топлотних координата  $E.V = 3.10$  до  $8.14$ . Састојине букве са учешћем других врста до 10% јављају се на теренима топлотних координата  $E = 6.14-7.14$ , тј. локалног топлотног фактора  $L = 84-98$ . Станишта мешовитих букових састојина су терени са 7 комбинација топлотних координата  $E.V = 6.13$  до  $8.14$ , или са локалним топлотним фактором  $L = 78-112$ .

Коришћењем потенцијала локалне топлоте и локалног топлотног фактора, може се на одређеном подручју утврдити која станишта, односно које комбинације екпозиције терена, нагиба и надморске висине припадају одређеним врстама дрвећа. На основу тога може се са већом сигурношћу извршити избор врста дрвећа при биомелиорацији голети и других обешумљених терена.

Шема 1. Распрострањење састојине букве у североисточној Србији

НВ (m)	Комбинација топлотних координата (E.V)								
	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8
1000-1099	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8
900-999	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9
800-899	1.10	2.10	3.10	4.10	5.10	6.10	7.10	8.10	9.10
700-799	1.11	2.11	3.11	4.11	5.11	6.11	7.11	8.11	9.11
600-699	1.12	2.12	3.12	4.12	5.12	6.12	7.12	8.12	9.12
500-599	1.13	2.13	3.13	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13	9.13
400-499	1.14	2.14	3.14	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14	9.14
300-399	1.15	2.15	3.15	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15	9.15

Легенда:

Чисте састојине	ОТЛ < 10%	ОТЛ 10-50%
-----------------	-----------	------------

Шема 2 – Распростирање састојине букве - просечне вредности

НВ (m)	Комбинација топлотних координата (E.V)								
	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8
1000-1099	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8
900-999	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9
800-899	1.10	2.10	3.10	4.10	5.10	6.10	7.10	8.10	9.10
700-799	1.11	2.11	3.11	4.11	5.11	6.11	7.11	8.11	9.11
600-699	1.12	2.12	3.12	4.12	5.12	6.12	7.12	8.12	9.12
500-599	1.13	2.13	3.13	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13	9.13
400-499	1.14	2.14	3.14	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14	9.14
300-399	1.15	2.15	3.15	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15	9.15

#### 4. ЗАКЉУЧЦИ

Орографски фактори, за одређену надморску висину и комбинацију експозиције и нагиба терена, карактеришу потенцијалну могућност загревања земљишта сваког локалитета. Ближе дефинисање утицаја орографских фактора на појаву и распрострањење букових шума у североситочној Србији, односно прецизније изражавање њихове зависности, извршено је утврђивањем потенцијала локалне топлоте и локалног топлотног фактора.

Састојине букве на овом подручју јављају се на надморској висини 300-1100 m, тј. до највиших планинских врхова. Најзаступљеније су чисте састојине букве, а израженије присуство других врста у буковим шумама јавља се у субмонтаном појасу и условљава њихово присуство до 10 % по броју стабала. Мешовите шуме букве са другим врстама су, такође, у овом појасу. Овде посебно треба истаћи мешовите шуме букве и храста китњака на њиховом прелазном станишту – на ширим гребенима на свим експозицијама у уским засењеним увалама на јужној експозицији.

Састојине букве су процентуално најзаступљеније на стаништима са топлотном координатом експозиције и нагиба терена  $E = 6$  и то чисте са 36%, и чак 50% код састојина са учешћем других врста до 10 %. Истовремено, мешовите састојине букве са другим лишћарским врстама су најзаступљеније на стаништима са овим координатама  $E = 7$  и  $8$ , што значи да су та станишта ксеротермнија.

Чисте букове састојине најзаступљеније су, са 43,7 %, на стаништима са локалним топлотним фактором  $L = 51-70$ , састојине са учешћем других врста до 10 %, на стаништима са локалним топлотним фактором  $71-90$ , и то 58,3 % свих састојина, а мешовите шуме букве са осталим врстама (46 % укупног броја) на стаништима са  $L$  фактором  $91-110$ .

Најширу еколошку амплитуду имају чисте састојине букве, које се јављају на стаништима са комбинацијом топлотних координата експозиције и нагиба терена са надморском висином (E.V) 3.10 до 9.14. Мешовите састојине букве са другим врстама имају далеко ужу еколошку амплитуду, јер се налазе на теренима са 15 комбинација топлотних координата  $E.V = 4.14$  до 9.14, што, истовремено, значи на стаништима са локалним топлотним фактором  $L = 56-126$ .

Коришћењем потенцијала локалне топлоте и локалног топлотног фактора, може се на одређеном подручју утврдити која станишта, односно, које комбинације експозиције терена, нагиба и надморске висине припадају одређеним врстама дрвећа. На основу тога може се са већом сигурношћу извршити избор врста дрвећа при биомелиорацији голети и других обешумљених терена.

## ЛИТЕРАТУРА

- Т. Бунушевац (1951) *Гајење шума*. Научна књига, Београд.
- Р. Лујић (1960) *Локални топографски фактор и његова улога у распореду вегетације*. Гласник Шумарског факултета бр. 18, Београд.
- Р. Лујић (1973) *Шумске мелиорације*. Минерва, Суботица.
- Б. Колић (1972) *Утицај експозиције терена и локалних услова на промене микроклиматских елемената у сасијојини Abieto-Fagetum на Гочу*. Зборник радова са скупа: Актуелни проблеми шумарства, дрвне индустрије и хортикултуре, Београд, 97-108.
- М. Калинић, В. Мишић, А. Динић (1984) *Едафско-вегетацијске особености планине Дели Јован и крајине у североисточној Србији*. Земљиште и биљка, Вол. 33, бр. 3, Београд.
- М. Крстић (1986) *Утицај неких елемената изграђености сасијојине на режим свјетлости у мешовитој шуми букве и јеле на Гочу*. Шумарство бр. 3-4, Београд, стр. 51-64.
- М. Крстић (2002) *Мелиорација деградираних шума*. Скрипта, Шумарски факултет, Београд.
- М. Крстић (2003) *Климакове шуме Бердајског подручја – стање и узгојне мере*. Монографија. Академска мисао, Београд.
- М. Крстић, Љ. Стојановић (2002) *Прилог познавању климатских карактеристика источне Србије*. »7<sup>th</sup> Symposium on flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions». Proceeding, 213-217, Димитровград.
- М. Ратковић, З. Токовић (2001) *Разграничење пољопривредног и шумског земљишта*. Поглавље у монографији: Стање, проблеми и унапређење газдовања приватним шумама. Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду, Београд.
- И. Сољаник (1960) *Експозиција као фактор при шошумљавању голети*. Пољопривредно-шумарска комора АКМО, Приштина.
- Ј. Шафар (1963) *Узгајање шума*. СХШД, Загреб

### EFFECT OF THE LOCAL THERMAL POTENTIAL ON THE RANGE OF BEECH FORESTS IN NORTHEAST SERBIA

Milun Krstic

#### Summary

Orographic factors at a given altitude and the combination of exposure and slope characterise the soil temperature potentials of the locality. This paper defines more closely the effect of orographic factors, among other ecological factors, on the occurrence and the range of beech forests in Northeast Serbia, i.e. defines their correlation and the condition of beech forests occurrence, composition and mixture.

Beech stands in this region occur at the altitude of 300-1100 m, i.e. up to the highest mountain peaks. The most represented types are pure beech stands. A greater presence of other species in beech forests occurs in the submontane belt and their presence reaches up to 10 % per tree number. Mixed

forests of beech with other species also occur in this belt. Special emphasis should be given to mixed forests of beech and sessile oak at their transition site – on wider ridges at all exposures and in narrow shaded hollows at the south exposure.

Beech stands attain the highest percentage at the sites with thermal co-ordinate of exposure and slope  $E = 6$  i.e. pure stands - 36 %, and even 50 % - the stands with the mixture of other species up to 10 %. Mixed stands of beech with other broadleaf species are most represented at the sites with the above co-ordinates  $E = 7$  and 8, meaning that these sites are more xerothermic.

Pure beech stands have the highest percentage, 43.7 %, at the sites with the local thermal factor  $L = 51-70$ , the stands with the mixture of other species up to 10 %, at the sites with the local thermal factor 71-90, i.e. 58.3% of all stands, and mixed forests of beech with other species (46 % of the total number) at the sites with L factor 91-110.

The widest ecological range characterises the pure beech stands, occurring at the sites with the combination of thermal co-ordinates of exposure and slope with the altitude (E.V) 3.10 to 9.14. Mixed stands of beech with other species have a far narrower range, because they occur at the sites with 15 combinations of thermal co-ordinates E.V = 4.14 to 9.14, which simultaneously means the sites with the local thermal factor  $L = 56-126$ .

By using the potentials of the local temperature and the local thermal factors, it can be determined which sites, i.e. which combinations of exposure, slope and altitude, belong to a definite tree species. On this basis, in the bio-reclamation of bare lands and other treeless terrains, the selection of tree species can be performed with greater reliability.

