

УТИЦАЈ ОРОГРАФСКИХ ФАКТОРА НА РАСПРОСТРАЊЕЊЕ ШУМСКЕ ВЕГЕТАЦИЈЕ НА КОСМАЈУ

СНЕЖАНА СТАЈИЋ¹
МИЛУН КРСТИЋ²
ВЛАДО ЧОКЕША¹
ВИОЛЕТА БАБИЋ²

Извод: У раду су приказани резултати истраживања утицаја орографских фактора (надморске висине, експозиције и нагиба терена) на појаву и распрострањење шумске вегетације на подручју предела изузетних одлика „Космај“. Истраживане састојине храстова и букве класификоване су према њиховој фитоценолошкој припадности. Укупно је анализирано 76 састојина. Примењен је модификовани метод Лујића (1960) одређивања потенцијала локалне топлоте и локални топлотни фактор, који представљају потенцијалну могућност загревања земљишта без вегетације. Анализом је утврђено да састојине сладуна и цера на истраживаном подручју имају најширу еколошку амплитуду и јављају се на стаништима са комбинацијом топлотних координата E.V од 5.15 до 8.15, што значи да највећу распрострањеност имају у висинском појасу 401-500 m (53,5 %) и са топлотном координатом E = 8 (57,1%). Састојине цера су подједнако заступљене на теренима са надморском висином 401-500 m и 501-600 m (50 %), а највише их је на стаништима са топлотном координатом E = 8 (50 %). Састојине китњака и цера присутне су на стаништима са седам комбинација топлотних координата E.V, али су најзаступљеније на теренима са надморском висином 401-500 m (44,4%) и топлотном координатом E = 6 (50,0 %). Чисте састојине букве највише су распрострањене на стаништима са комбинацијама топлотних координата E.V 5.14 и 5.13 са по 25 %, а мешовите са храстом китњаком са по 30%.

Кључне речи: Космај, орографски фактори, шумска вегетација, потенцијал локалне топлоте

EFFECTS OF OROGRAPHIC FACTORS ON THE DISTRIBUTION OF FOREST VEGETATION ON MT. KOSMAJ

Abstract: The paper presents the results of the study of effects of orographic factors (altitude, exposure and slope of the terrain) on the occurrence and distribution of forest vegetation in the area of the landscape of outstanding qualities 'Kosmaj'. Phytosociological classification of the investigated stands of oak and beech was conducted. A total of 76 stands were analyzed. The modified Lujic method (1960) was used to determine the local heat potential and the local heat factor, which represent the potential possibility of heating the soil without vegetation. The study showed that the stands of Hungarian oak and Turkey oak in the investigated area have the widest ecological amplitude and occur on the sites with a combination of thermal coordinates E.V from 5.15 to 8.15, which means that they have the greatest range of distribution on the sites within the altitude zone of 401-500 m (53.5 %) and with the thermal coordinate E = 8 (57.1%). The stands of Turkey oak are equally distributed

-
- 1 др Снежана Стајић, научни сарадник; мр Владо Чокеша, истраживач сарадник; Институт за шумарство, Београд
 - 2 др Милун Крстић, ред. проф.; др Виолета Бабић, доцент; Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд.

on the terrains with an altitude of 401-500 m and 501-600 m (50 %), and most of them are found on the sites with the thermal coordinate E=8 (50%). The stands of sessile oak and Turkey oak are present on the sites with seven combinations of thermal coordinates E.V, but they are most common on the terrains with an altitude of 401-500 m (44.4%) and the thermal coordinate E = 6 (50.0 %). Pure beech stands are most commonly present on the sites with the combinations of thermal coordinates E.V 5.14 and 5.13 where they participate with 25 %, while mixed with sessile oak participate with 30 %.

Keywords: Kosmaj, orographic factors, forest vegetation, local heat potential

1. УВОД

Улога и значај гајења шума које су под одређеним степеном заштите, поред специфичности узгојних потреба и мера, огледа се у осигурању стабилности, одрживог развоја и очувању биодиверзитета шумских екосистема посебне намене. На специфичне узгојне потребе и мере у шумама посебне намене указују: Стојановић, Љ. *et al.* (1995, 1998, 1999); Крстић, М., Остојић, Д. (1995); Исајев, В. *et al.* (2006а, 2006б); Крстић, М. *et al.* (2006); Говедар, З. *et al.* (2006); Алексић, П., Јанчић, Г. (2006); Пејић, Б. (2006); Стојановић, Љ. *et al.* (2007); Вукин, М. (2008); Вукин, М. *et al.* (2008) и други.

Предела и објекти заштићене природе такође спадају међу највредније еколошко-туристичке потенцијале (Остојић, Д., Вукин, М., 2007; Вукин, М., Остојић, Д., 2009). Космај, осим што има статус заштићеног подручја, истовремено спада у шумске комплексе субурбане зоне града Београда, који представљају изузетно вредан еколошки потенцијал и својим многобројним дејствима утичу на одржавање и унапређење квалитета живота велике урбане средине (Вукин, М. *et al.*, 2013; Кнежевић, М. *et al.*, 2018). Стање шума на подручју Београда карактерише неповољан степен шумовитости, као и високо учешће састојина изданачког порекла, што указује на неопходност примена адекватних узгојних мера у циљу унапређења стања ових шума (Живадиновић, В., Исајев, В., 2006; Вукин, М., 2017).

Најзначајнију улогу у распореду вегетације на одређеном мањем подручју имају орографски фактори (Serra-Díaz J.M., *et al.*, 2011; Vidal-Masua, J. *et al.*, 2017). Њихов утицај огледа се у модификовању услова средине на релативно малом простору, што директно утиче на појаву и распоред вегетације. Ово је нарочито изражено у условима израженог рељефа, где са честим и наглим променама експозиције или нагиба терена, долази до промене услова средине на релативно малом простору, што се директно одражава и на вегетацију (Liu, J. *et al.*, 2014; Wu, M. *et al.*, 2018).

Познато је да је вегетација Србије врло сложена пре свега захваљујући свом фитогеографском положају, а затим и разноврсним орографским, климатским и едафским приликама (Томић, З., Ракоњац, Љ., 2013). Разматрајући утицај орографских фактора на загревање голе површине одређеног локалитета и значај температуре земљишта на распоред појединих шумских заједница, Лујић, Л. (1960) је увео термине потенцијал локалне топлоте и локални топлотни фактор. Коришћењем потенцијала локалне то-

плоте и локалног топлотног фактора по методу Лујић, Л. (1960), може се на одређеном подручју утврдити на којим стаништима, односно на којим комбинацијама експозиција, нагиба и надморске висине се јављају одређене врсте дрвећа. То може представљати поуздан основ за избор врсте дрвећа за пошумљавање и мелиорацију на обешумљеним површинама одређеног подручја. На значај оваквих истраживања указују и примењују у својим истраживањима: Раткнић, М. *et al.* (2001), Крстић, М. (2004, 2008), Крстић, М. и Чеврљаковић, Б. (2009), Крстић, М., Томашевић Вељовић, Ј. (2015) итд.

Успешно остваривање мелиоративних циљева пошумљавања зависи пре свега од правилног избора врста дрвећа. Избор врста треба извршити по типовима станишта, имајући у виду циљ газдовања, биолошко-еколошке особине врста дрвећа и досадашња искуства при коришћењу одређених врста (Милев *et al.*, 2001). Један од примарних узрока стања култура четинарских врста подигнутих у последњих неколико деценија у шумама букве и храстова у Србији, у томе је што је изостао адекватан избор врста и одговарајућих мера нега и заштите (Исајев, В. *et al.*, 2004; Вукин, М., 2017).

Циљ овог рада је да се, у склопу осталих еколошких чинилаца, дефинише утицај орографских фактора на распрострањење шумске вегетације на подручју Космаја, односно да се прецизније дефинише њихова зависност, што може представљати поуздан основ за избор врста дрвећа за пошумљавање и мелиорације сличних обешумљених површина.

2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА И МЕТОД РАДА

Космај је ниска (626 m) и по површини релативно мала острвска планина, која се налази 40 km југоисточно од Београда и има статус заштићеног подручја (предео изузетних одлика). Укупна површина Газдинске јединице „Космај“, износи 652,99 ha. Према Торнтвајтовој климатској класификацији на овом подручју доминира субхумидна влажна клима – тип С₂ (Стајић, С., 2016). Истраживано подручје се одликује специфичним геолошким саставом терена (неогени пескови и глине, лапорци, кречњаци, дрече, пешчари и серпентинит), што је условило и знатну педолошку разноврсност овог подручја.

Да би се анализирао утицај орографских фактора на појаву и распрострањење шума на истраживаном подручју, прикупљени су подаци о основним орографским карактеристикама (надморска висина, експозиција и нагиб) за све анализирани састојине. Састојине су класификоване према њиховој фитоценолошкој припадности. Детаљним фитоценолошким истраживањима, која су извршена на Космају, утврђено је да шумска вегетација овог подручја синтаксономски припада термофилним листопадним шумама (разред: *Quercus-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937). Издвојено је шест шумских заједница (Стајић, С., 2016): сладуна и цера (*Quercetum frainetto-cerridis* Rudski 1949.), цера и црног јасена (*Fraxino orni-Quercetum cerridis* Stefanović 1968.), китњака и цера (*Quercetum petraeae-cerridis* B. Jovanović 1979. s.l.), китњака и граба (*Quercus petraeae-Carpinetum betuli* Rudski 1949. s.l.), китњака и бу-

кве (*Quercus petraeae-Fagetum moesiacaе* Glišić 1971.) и брдске дукве (*Helleborus odori-Fagetum moesiacaе* Soo & Borhidi 1960.). Укупно ја анализирано 76 састојина. С обзиром на то да је заједница китњака и граба констатована само фрагментарно, због недовољног броја снимљених састојина није могла бити узета у разматрање.

У циљу дефинисања потенцијала локалне топлоте, односно локалног топлотног фактора, обрада података и анализа резултата извршена је по методу Лујић, Л. (1960). Приликом обраде података задржане су вредности координате експозиције и нагиба терена ($E = 1-9$), док је координата надморске висине (V) модификована. Уместо Лујићеве деветостепенне скале (један топлотни степен = 200 м н.в.), примењивана је осамнаестостепенна скала, при чему један топлотни степен означава 100 м н.в. (модификовано по Раткнић, М. *et al.*, 2001; Крстић, М., 2004; 2008; Крстић, М. *et al.*, 2009, 2015). На тај начин добијена је скала од 162 могуће комбинације потенцијала локалне топлоте, која прецизније изражава зависност вегетације од орографских фактора. За сваку снимљену састојину одређене су топлотне координате експозиције и нагиба терена и координата надморске висине. Подаци су груписани према потенцијалу локалне топлоте и локалном топлотном фактору по надморским висинама у појасевима од 100 м. За прецизније дефинисање зависности вегетације од орографских фактора, израчунате су пондерисане средње вредности топлотне координате експозиције терена (E) и локалног топлотног фактора (L) за сваки висински појас од 100 м, тј. топлотну координату ($E;V$). Добијени резултати су доведени у везу са распоредом шума на овом подручју и приказани су табеларно и графички.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1 Распрострањење састојина по надморским висинама

Анализом свих храстових састојина на Космају по надморским висинама установљено је да се оне на истраживаном подручју јављају од најнижег до највишег висинског појаса овог шумског масива (табела 1).

Састојине сладуна и цера распрострањене су у висинском појасу 301-600 м надморске висине. Највише састојина је констатовано у висинском појасу 401-500 м (53,6%), а затим и у појасу 301-400 м (39,3%). У највишем висинском појасу (501-600 м) констатовано је 7,1% састојина сладуна и цера, које се овде појављују на топлијим југоисточним експозицијама.

Састојине цера констатоване су на надморским висинама 401-600 м. У оба висинска појаса где се појављују (401-500 м и 501-600 м) присутне су са по 50%.

Мешовите шуме китњака и цера се јављају на надморским висинама од 301-600 м. Више су распрострањене у нижим висинским појасевима 301-400 м (38,9%) и 401-500 м (44,4%), док их у висинском појасу 501-600 м има најмање (16,7%).

Анализом букових састојина на Космају по надморским висинама, установљено је да се оне на истраживаном подручју јављају на надморским висинама од 301 до 600 м, односно до највишег врха Космаја, било као чисте

букове састојине, или као мешовите састојине букве са китњаком. Процент чистих букових састојина повећава се са повећањем надморске висине до 500 m, и највише их је у појасу 401-500 m (41,7 %), затим у појасу 501-600 m (33,3 %). Најмање чистих букових састојина среће се у најнижем висинском појасу 301-410 m (25,0 %), где се налазе искључиво на северној експозицији и нагибима преко 20°. За брдске букове шуме карактеристично је да се оне јављају на мањим надморским висинама, у климатогеној зони храстова, и углавном су орографски условљене, на хладним експозицијама или у заклоњеним, сенченим увалама са специфичним микроклиматом.

Табела 1. Распоред састојина по надморским висинама
Table 1 Distribution of stands by altitude

Састав састојине/ Stand composition	Сладун и цер/ Hungarian oak and Turkey oak		Цер/ Turkey oak		Китњак и цер/ Sessile oak and Turkey oak		Чисте букве (ОТЛ<10%)/ Pure beech stands (ОНВ* <10%)		Мешовите саст.букве са китњаком (ОТЛ 10-50%)/ Mixed beech stands with sessile oak (ОНВ* 10-50%)		Укупно Total	
	КОМ ind.	%	КОМ ind.	%	КОМ ind.	%	КОМ ind.	%	КОМ ind.	%	КОМ ind.	%
301-400	11	39,3	-	-	7	38,9	3	25,0	4	40,0	25	32,9
401-500	15	53,6	4	50,0	8	44,4	5	41,7	3	30,0	35	46,1
501-600	2	7,1	4	50,0	3	16,7	4	33,3	3	30,0	16	21,0
Укупно:	28	100,0	8	100,0	18	100,0	12	100,0	10	100,0	76	100,0

*ОНВ – other hard broadleaves

Мешовите шуме букве и китњака подједнако су заступљене у појасу 401-500 m, као и 501-600 m са по 30%, док их је највише у појасу 301-400 m (40 %).

3.2 Распрострањење састојина према потенцијалу локалне топлоте

На основу анализе података о заступљености састојина према потенцијалу локалне топлоте на истраживаном подручју установљено је да се све храстове састојине на подручју Космаја налазе на стаништима чија је топлотна координата између 4 и 8 (табела 2).

Састојине сладуна и цера регистроване су на истраживаном подручју на стаништима чија топлотна координата Е износи 5-8. Највише их је на оним са најтоплијим комбинацијама експозиције и нагиба, односно оним са топлотном координатом Е=8 (57,1% састојина) и стаништима са топлотном координатом Е=7 (где се налази 25,0% ових састојина). На стаништима чија топлотна координата Е=6 налази се 14,3% састојина, док је на стаништима са топлотном координатом Е=5 свега 3,6% састојина сладуна и цера. Ово јасно указује на ксеротермност ове заједнице. На најмањим надморским ви-

синама (у висинском појасу 301-400 m) ове састојине налазе се на топлотним координатама E=5-8, али је максимум заступљености на стаништима чија је топлотна координата 8 (25 %). У висинском појасу 401-500 m ове састојине јављају се на стаништима са топлотном координатом E=6-8, и максимум заступљености је такође на стаништима чија је топлотна координата E=8 (28,5%). На највећим надморским висинама мали је проценат заступљености ових састојина, и оне су распоређене на стаништима са топлотном координатом E=7 (3,6 %) и E=8 (3,6 %).

Састојине цера се јављају на стаништима чија топлотна координата износи 6-8. Највише их је на стаништима са најтоплијим комбинацијама експозиције и нагиба, односно стаништима са топлотном координатом E = 8 (50,0% састојина). Нешто мање су распрострањене на стаништима чија је топлотна координата E=7 (37,5 %), и најмање на стаништима са топлотном координатом E=6 (12,5 %). У висинском појасу 401-500 m највише их је на стаништима са топлотном координатом E=8 (25,0), следе станишта са топлотном координатом E=7 (12,5 %) и E=6 (12,5 %). У највишем висинском појасу распоређене су подједнако на стаништима чија је топлотна координата E = 7 (25,0 %) и E = 8 (25,0 %).

Састојине китњака и цера на Космају су констатоване на стаништима чија је топлотна координата E = 4-8. Највише су распрострањене на стаништима чија је топлотна координата E=6 (50 %), затим на стаништима са топлотном координатом E = 8 (22,3 %), топлотном координатом E = 7 (22,2 %) и најмање на стаништима са топлотном координатом E=4 (5,5%). У висинском појасу 301-400 m забележене су скоро подједнако на стаништима са топлотном координатом E = 4 (5,5 %), E = 7 (5,6 %) и E = 8 (5,6 %), док их је нешто више на станишту са топлотном координатом E = 6 (22,2 %). У следећем висинском појасу 401-500 m ове састојине су регистроване на стаништима са топлотном координатом E = 6 (27,8 %) и E = 7 (16,6 %). У највишем висинском појасу 501-600 m састојине китњака и цера констатоване су само на стаништима чија је топлотна координата E = 8, и ту се налази 16,7 % укупног броја ових састојина.

На најмањим надморским висинама (у висинском појасу 301-400 m), чисте састојине букве јављају се на стаништима чија је топлотна координата E = 4 (заступљеност је 16,7 %) или E = 5 (заступљеност од 8,3 %). Највећи проценат јављања чистих букових састојина је на надморској висини 401-500 m (V = 14), где њихово процентуално учешће износи 41,7 %. У овом висинском појасу чисте букове састојине јављају се на стаништима чија је топлотна координата између 5 и 6, где су чисте букове састојине заступљене са 25% (E = 5), односно 16,7% (E = 6). Са повећањем надморске висине, заступљеност састојина помера се на веће топлотне координате, па се у висинском појасу 501-600 m чисте букове састојине јављају на стаништима чија је топлотна координата E = 5, где су заступљене са 25 %, као и на стаништима са топлотном координатом E = 6, где их има 8,3 %.

Мешовите састојине букве и китњака имају подједнаку процентуалну заступљеност од 30% у појасу 301-400 m и 401-500 m, док их је највише регистровано у висинском појасу 501-600 m, где тај проценат износи 40%. У

висинском појасу 301-400 m ове састојине се јављају на стаништима чија је топлотна координата између 4 и 6 (по 10%). Са повећањем надморске висине проценат заступљености ових састојина повећава се на стаништима са топлотном координатом E=5, па је тако у појасу 401-500 m, као и у појасу 501-600 m присутно по 30% мешовитих састојина букве китњака са овом топлотном координатом. У овом висинском појасу регистровано је и 10% састојина са топлотном координатом E=4.

Табела 2. Процентуална заступљеност састојина према потенцијалу локалне топлоте (E;V)

Table 2 Percentage distribution of stands according to the local heat potential (E; V)

Састав састојине/ Stand composition	E	Надморска висина (m)/ Altitude (m)			
		301-400	401-500	501-600	Укупно
		V=15	V=14	V=13	%
Сладун и цер	5	3,6	-	-	3,6
	6	3,6	10,7	-	14,3
	7	7,1	14,3	3,6	25,0
	8	25,0	28,5	3,6	57,1
	Ук.	39,3	53,5	7,2	100,0
Цер	6	-	12,5	-	12,5
	7	-	12,5	25,0	37,5
	8	-	25,0	25,0	50,0
	Ук.	-	50,0	50,0	100,0
Китњак и цер	4	5,5	-	-	5,5
	5	-	-	-	-
	6	22,2	27,8	-	50,0
	7	5,6	16,6	-	22,2
	8	5,6	-	16,7	22,3
	Ук.	38,9	44,4	16,7	100,0
Чисте букове састојине (OTЛ <10%)	4	16,7	-	-	16,7
	5	8,3	25,0	25,0	58,3
	6	-	16,7	8,3	25,0
	Ук.	25,0	41,7	33,3	100,0
Мешовите саст. букве са китњаком (OTЛ 10-50%)	4	10	-	10,0	20,0
	5	10	30,0	30,0	70,0
	6	10	-	-	10,0
	Ук.	30,0	30,0	40,0	100,0

Анализом података о заступљености букових састојина на истраживаном подручју, према потенцијалу локалне топлоте, може се запазити да се букове састојине на подручју Космаја налазе на стаништима чија је топлотна координата E=4-6, значи на хладнијим комбинацијама експозиције и нагиба. Најзаступљеније су на стаништима са топлотном координатом E=5 и

то чисте са 58,3%, а мешовите састојине букве и китњака са чак 70%. Према Крстић, М. (2004), на најмањим надморским висинама (у висинском појасу 300-399 m) чисте састојине букве на подручју североисточне Србије јављају на стаништима чија је топлотна координата између 3 и 7, док се на подручју Грделичке клисуре (Лујић, Л., 1960) јављају на стаништима са хладнијим комбинацијама експозиције и нагиба (2-5). На подручју западне Србије, према Раткнић, М. *et al.* (2001) у овом појасу чистих букових шума нема.

Просечна средња вредност топлотне координате (E) у храстовим састојинама истраживаног подручја износи за сладун и цер 7,40, као најксеротермнију заједницу, за састојине цера 7,38, док за најмезофилнију заједницу китњака и цера та вредност износи 6,80 (табела 3).

Посматрано по висинским појасевима уочава се повећање просечне вредности топлотне координате, што значи да са повећањем надморске висине, близу границе свог висинског распрострањења храстови све више узимају станишта са топлијим комбинацијама експозиције и нагиба терена. Китњак као мезофилнија врста од цера, у састојинама где се налазе заједно у смеси, на мањим надморским висинама јавља се на стаништима која су хладнија од церових (самим тим и сладуна и цера), међутим, највише домете свог висинског распрострањења постиже на најтоплијим комбинацијама експозиције и нагиба.

Табела 3. Средња вредност топлотне координате експозиције и нагиба (E) по висинским зонама

Table 3 Mean value of the thermal coordinate of exposure and slope (E) by altitude zones

Састав састојине/ Stand composition	Надморска висина (m)/ Altitude (m)			
	301-400	401-500	501-600	Просечно
Сладун и цер	7,36	7,33	7,50	7,40
Цер	-	7,25	7,50	7,38
Китњак и цер	6,14	6,40	8,00	6,80
Чисте букове састојине	4,33	5,4	5,25	5,08
Мешовите састојине букве и китњака	5,00	5,00	4,75	4,90

Просечна средња вредност топлотне координате (E) у чистим буковим састојинама истраживаног подручја износи 5,08, док њена вредност у мешовитим састојинама букве и китњака износи 4,90. С обзиром на то да је Космај мали и низак планински масив, и да су чисте букове шуме овде углавном орографски условљене, јављајући се у заклоњеним увалама у појасу храстова, тиме се може објаснити већа просечна вредност топлотне координате E, него што је то случај код мешовитих шума букве са храстовима.

Према Лујићу, Л. (1960), у буковим шумама на подручју југоисточне Србије просечна вредност топлотне координате износи 5,12. У централној Србији просечна вредност топлотне координате у чистим буковим шумама износи 5,76, а у мешовитим где је буква доминантна врста 5,7 (Крстић, М., Чврљаковић, Б., 2009). У североисточној Србији просечна вредност

топлотне координате у буковим шумама креће се у интервалу 6,12-7,24, док за појас брдске букве та вредност за истраживано подручје износи 5,32-5,66 (Крстић, М., 2004). Сличне вредности регистроване су у чистим буковим шумама на Јастрепцу (Крстић, М., Томашевић Вељовић, Ј., 2009), где просечна вредност топлотне координате у чистим буковим шумама износи 7,3.

3.3 Распрострањење састојина према локалном топлотном фактору (L)

Да би се прецизније дефинисала могућност загревања одређеног станишта, коришћен је локални топлотни фактор (L), који према Лујићу, Л. (1960) представља производ топлотних координата експозиције и нагиба терена (E) и надморске висине (V). Вредности топлотног фактора груписани су у степене од 10 поена и приказани у табели 4.

Састојине сладуна и цера на подручју Космаја налазе се на стаништима чији је топлотни фактор 71-120. Најзаступљеније су на најтоплијим стаништима са локалним топлотним фактором 111-120, где их има 53,5% од укупног броја. По заступљености следе састојина на стаништима са L фактором 91-100 (21,5%). На стаништима са L фактором 81-90, као и 101-110 налази се по 10,7% ових састојина. На најхладнијим стаништима, са локалним топлотним фактором 71-80 јавља се 3,6% ових састојина.

Састојине цера се налазе на стаништима чији је локални топлотни фактор 81-120. Највише их је на стаништима са топлотним фактором 101-110 (37,5% састојина). На стаништима, чија је вредност локалног топлотног фактора 91-100, као и стаништима са топлотним фактором 111-120, подједнако су заступљене са по 25%. Најмање их је на најхладнијим стаништима са L фактором 81-90, и ту се налази 12,5% ових састојина.

Код китњака и цера је нешто другачија ситуација, ове заједнице налазе се на стаништима чији је локални топлотни фактор од 51 до 120. Највише их је на стаништима са L фактором 81-90, где се налази половина ових састојина (50,0%). На најтоплијим стаништима чији је L фактор 111-120, као и најхладнијим стаништима, L фактор 51-60, има их подједнако 5,6%. На стаништима са L фактором 101-110 има их 22,2%, док на стаништима са локалним топлотним фактором 91-100 распоређено је 16,6% састојина.

Табела 4. Заступљеност састојина према локалном топлотном фактору (L)
Table 4 Distribution of stands according to the local heat factor (L)

Састав састојине/ Stand composition	L	Надморска висина (m)/ Altitude (m)			
		301-400	401-500	501-600	Укупно
		%	%	%	%
Сладун и цер	71-80	3,6	-	-	3,6
	81-90	-	10,7	-	10,7
	91-100	3,6	14,3	3,6	21,5
	101-110	7,1	-	3,6	10,7
	111-120	25,0	28,5	-	53,5
	Укупно	39,3	53,5	7,2	100,0

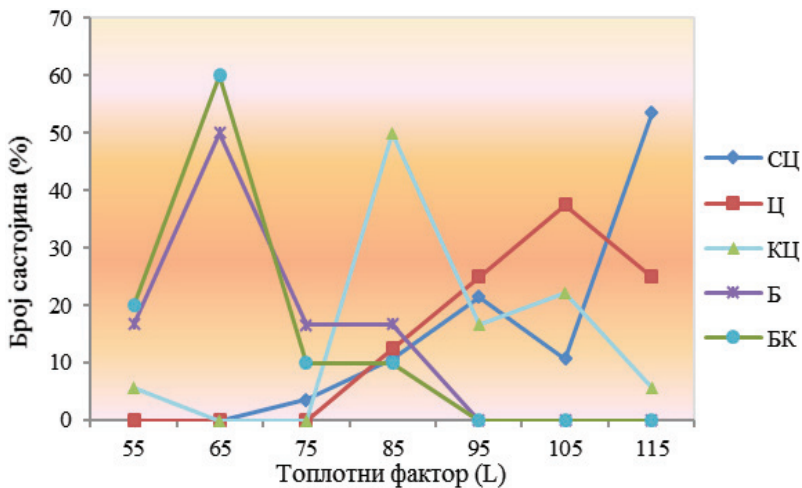
Цер	81-90	-	12,5	-	12,5
	91-100	-	12,5	12,5	25,0
	101-110	-	-	37,5	37,5
	111-120	-	25,0	-	25,0
	Укупно	-	50,0	50,0	100,0
Китњак и цер	51-60	5,6	-	-	5,6
	81-90	22,2	27,8	-	50,0
	91-100	-	16,6	-	16,6
	101-110	5,6	-	16,6	22,2
	111-120	5,6	-	-	5,6
Укупно	39,0	44,4	16,6	100,0	
Чисте букове састојине (ОТЛ <10%)	51-60	16,7	-	-	16,7
	61-70	-	25,0	25,0	50,0
	71-80	8,3	-	8,3	16,6
	81-90	-	16,7	-	16,7
	Укупно	25,0	41,7	33,3	100,0
Мешовите саст. букве са китњаком (ОТЛ 10-50%)	51-60	10,0	-	10,0	20,0
	61-70	-	30,0	30,0	60,0
	71-80	10,0	-	-	10,0
	81-90	10,0	-	-	10,0
	Укупно	30,0	30,0	40,0	100,0

Букве састојине распрострањене су на стаништима чији топлотни фактор (L) износи 51-90. Чисте букове састојине најзаступљеније су на стаништима са локалним топлотним фактором 61-70, где се налази 50% од укупног броја. На најтоплијим стаништима са локалним топлотним фактором 81-90 јавља се 16,7% ових састојина, колико их има и на стаништима чији је топлотни фактор 71-80. На најхладнијим стаништима, са топлотним фактором 51-60 такође има 16,7% чистих букових састојина.

Мешовите састојине букве и китњака такође се налазе на стаништима чији локални топлотни фактор износи 51-90. На најхладнијим стаништима, чија је вредност локалног топлотног фактора 51-60 има их 20%. Највећи проценат мешовитих букових шума на истраживаном подручју налази се на стаништима са L фактором 61-70, и ту се налази 60% ових састојина. На топлијим стаништима, са L фактором 71-80, као и 81-90 налази се по 10% ових састојина.

Анализа распрострањености састојина према локалном топлотном фактору показује да најтоплија станишта истраживаног подручја заузимају састојине сладуна и цера, мало хладнија станишта састојине цера, још хладнија китњак и цер и најхладнија станишта припадају састојинама букве, било да су чисте или мешовите са китњаком (графикон 1).

Просечне средње вредности локалног топлотног фактора (L) у истраживаним састојинама приказане су у табели 5. У састојинама сладуна и цера та вредност износи 104 (средње вредности 98-110), у састојинама цера 101 (средње вредности 101-102), састојинама китњака 95 (средње вредности 89-104).



Графикон 1. Процентуална заступљеност састојина према локалном топлотном фактору (L)
Graph 1 Percentage distribution of stands according to the local heat factor (L)

У висинском појасу брдске букве, просечна средња вредност локалног топлотног фактора (L) у чистим буковим састојинама износи 71 (средње вредности 65-76), а у мешовитим 68 (средње вредности 62-75). За подручје североисточне Србије, Крстић, М. (2004) наводи да се у брдском појасу чисте букве шуме налазе на стаништима чија је средња вредност локалног топлотног фактора 76-79, док се мешовите јављају на стаништима чији је средња вредност локалног топлотног фактора 96-110.

Табела 5. Средња вредност локалног топлотног фактора (L) по висинским зонама

Table 5 Mean local heat factor (L) by altitude zones

Састав састојине/ Stand composition	Надморска висина (m) / Altitude (m)			
	301-400	401-500	501-600	Просечно
Сладун и цер	110	103	98	104
Цер	-	102	101	101
Китњак и цер	92	89	104	95
Чисте букве састојине	65	76	68	71
Мешовите састојине букве и китњака	75	70	62	68

3.4 Распрострањење састојина према потенцијалу локалне топлоте

У циљу прегледнијег приказа заступљености шумске вегетације на Ко-смају на стаништима различитих орографских карактеристика, урађен је шематски приказ (шема 1).

Шема 1. Распрострањење шума на Космају према потенцијалу локалне топлоте
Scheme 1 Distribution of forests on Mt. Koosmaj according to the local heat potential

Надморска висина (m)/ Altitude (m)	Комбинација топлотних координата (E.V) / Combination of thermal coordinates (E.V)				
Сладун и цер					
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15
Цер					
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15
Китњак и цер					
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15
Буква					
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15
Буква и китњак					
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15

Састојине сладуна и цера имају најширу еколошку амплитуду и јављају се на стаништима са комбинацијом топлотних координата E.V= 5.15 до 8.15 (осим 6.13), односно на стаништима чији је локални топлотни фактор L=75-120. Састојине цера јављају се на стаништима са комбинацијом топлотних координата E.V= 6.14 до 8.14 (осим 6.15, 7.15 и 8.15), чији је локални топлотни фактор L= 84-112. Састојине китњака и цера присутне су на стаништима са седам комбинација топлотних координата E.V=4.15, затим 6.14 и 6.15, као и 7.14, 7.15 и 8.13 и 8.15, односно на стаништима чији је локални топлотни фактор L=60-120.

Чисте букове шуме јављају се на стаништима са шест комбинација топлотних координата E.V=4.15 до 6.14, односно на стаништима чији је локални топлотни фактор L=60-84. Мешовите састојине букве и китњака такође се јављају на стаништима са шест комбинација топлотних координата E.V=4.13 до 6.15 (осим 4.14, 6.13 и 6.14).

Да би се на истраживаном локалитету Космаја утврдило које су то комбинације топлотних координата, на којима су поједине састојине најзаступљеније, израчуната је просечна процентуална заступљеност сваке комбинације, за све групе. Код састојина сладуна и цера тај проценат износи

11,1 %, код цера 20 %, код китњака и цера 16,7 %, код чистих састојина букве и мешовитих са храстом китњаком тај проценат износи 16,7 %. На основу тога приказана је шема комбинација потенцијала локалне топлоте на којој је дата заступљеност свих састојина у проценту блиском просечном или већем од просечног (шема 2), чиме се реалније одражава зависност појаве састојина од орографских фактора дефинисаним потенцијалом локалне топлоте.

Шема 2. Распрострањење шума на Космају – просечне вредности
Scheme 2 Distribution of forests on Mt. Koosmaj- average values

Надморска висина (m)/ Altitude (m)	Комбинација топлотних координата (E.V) / Combination of thermal coordinates (E.V)				
	Сладун и цера				
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15
	Цера				
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15
	Китњак и цера				
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15
	Буква				
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15
	Буква и китњак				
501-600	4.13	5.13	6.13	7.13	8.13
401-500	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14
301-400	4.15	5.15	6.15	7.15	8.15

Према оваквом приказу састојине сладуна и цера највише се јављају на стаништима са топлотним координатама E.V=6.14, 7.14, 8.14 и 8.15, а најзаступљеније су на топлим и сувим стаништима са E.V = 8.14 и 8.15. Састојине цера имају слично распрострањење и налазе се на стаништима са комбинацијама E.V=7.13, 8.13 и 8.14, док састојине китњака и цера већ заузимају нешто хладнија станишта са комбинацијама E.V=6.14, 6.15, 7.14 и 8.13.

Еколошка амплитуда бикових састојина је сужена, па се чисте букве састојине налазе на стаништима са комбинацијама топлотних координата E.V= 5.13, 5.14 и 6.14. Мешовите састојине букве и китњака јављају се на стаништима са комбинацијама E.V=5.13 и 5.14. Ове топлотне координате представљају станишта где је буква најчешће присутна на Космају.

4. ЗАКЉУЧАК

У раду је дефинисан утицај орографских фактора - надморске висине, експозиције и нагиба терена на појаву и распрострањење шума на подручју Космаја, применом метода одређивања потенцијала локалне топлоте, који представља потенцијалну могућност загревања земљишта без вегетације. Досадашња истраживања показују да се састојине одређених врста налазе на стаништима са различитим потенцијалима локалне топлоте, али да постоје комбинације топлотних координата (E.V) на којима се оне највише јављају. Станишта са таквим комбинацијама представљају оптимум те врсте у одређеном подручју.

Анализом утицаја орографских фактора (надморске висине, експозиције и нагиба терена) на појаву и распрострањење шума на истраживаном подручју Космаја утврђено је да шуме сладуна и цера имају најширу еколошку амплитуду. Највећу распрострањеност имају у појасу 401-500 m (53,5%) и са топлотном координатом E=8 (57,1%). У највишем висинском појасу (501-600 m) констатовано је 7,2% састојина сладуна и цера, које се овде појављују на топлијим југоисточним експозицијама.

Састојине цера подједнако су заступљене на теренима са надморском висином 401-500 m и 501-600 m (50%), а највише их је на стаништима са топлотном координатом E=8 (50%). Састојине китњака и цера присутне су на стаништима са седам комбинација топлотних координата E.V, али су најзаступљеније на теренима са надморском висином 401-500 m (44,4%) и топлотном координатом E=6 (50,0%).

Чисте састојине букве највише су распрострањене на теренима са надморском висином 401-500 m (41,7%) и 501-600 m (33,3%), док их је највише на стаништима са топлотном координатом E=5 (58,3%). Мешовите састојине букве са китњаком највише су распрострањене на стаништима са топлотном координатом E=5 (70%), а највећи проценат ових састојина налази се на теренима са надморском висином 501-600 m (40%). Познато је да буква на мањим надморским висинама ретко долази на топлијим експозицијама, што је и овде потврђено, с обзиром на то да су све састојине (чисте и мешовите са китњаком) констатоване искључиво на хладним експозицијама.

Средње вредности локалног топлотног фактора (L) у састојинама сладуна и цера износе 98-110, просечно 104. У састојинама цера та вредност износи 101-102 (просечно 101), док у састојинама китњака и цера средња вредност локалног топлотног фактора (L) износи 89-104 (просечно 95). Због својих карактеристика потенцијалног загревања земљишта, вредности L топлотног фактора са повећањем надморске висине незнатно се смањују, што указује на то да се једна врста у вишим појасевима задовољава са стаништима која у просеку имају нешто мањи локални топлотни фактор.

Просечна средња вредност локалног топлотног фактора (L) у чистим бучковим састојинама износи 71, а у мешовитим 68. У висинском појасу брдске букве, средње вредности локалног топлотног фактора износе 65-76, док у мешовитим шумама букве и китњака та вредност износи 62-75.

Коришћењем потенцијала локалне топлоте и локалног топлотног фа-

ктора, може се на одређеном подручју утврдити која станишта, односно које комбинације експозиције терена, нагиба и надморске висине припадају одређеним врстама дрвећа. На основу тога избор врсте се може извршити прецизније, што представља поуздан основ за успешно остваривање мелиоративних циљева пошумљавања.

Напомена: Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Развој технолошких институција у шумарству у циљу реализације оптималне шумовијосији“ (ТР 31070) који финансира Министарство просвете, науке и технолошкој развоја Републике Србије у оквиру Програма истраживања у области технолошкој развоја (2011-2019).

ЛИТЕРАТУРА

- Алексић, П., Јанчић, Г. (2006): Планирање газдовања у заштићеним природним добрима ЈП „Србијашуме“. Зборник радова са Међународне научне конференције „Газдовање шумским екосистемима националних паркова и других заштићених подручја“, 5-8.07.2006. Јахорина-Тјентиште, БиХ, Зборник радова, 257-264.
- Vidal-Macua, J., Ninyerola, M., Zabala, A., Domingo-Marimon, C., Pons, X. (2017): Factors affecting forest dynamics in the Iberian Peninsula from 1987 to 2012. The role of topography and drought, Forest Ecology and Management, Volume 406: 290-306.
- Вукин, М. (2008): Стање и перспектива заштите општег природног резервата хрста лужњака и граба у шуми Кошутњак. Шумарство бр. 1-2. Београд. (стр. 53-66)
- Вукин, М., Кошанин, О., Новаковић, М., Гајић, Б. (2008): Полидоминантна заједница букве и јеле са племенитим лишћарима на Буковима. Шумарство бр. 4. УШИТС. Београд. (стр. 109-118)
- Вукин, М., Остојић, Д. (2009): Концепт заштите, унапређења и одрживог развоја арборетума Шумарског факултета у Београду. Шумарство бр. 3-4. УШИТС. Београд. (стр. 137-152)
- Вукин, М., Милојковић, Д., Живановић, М. (2013): Еколошки потенцијали неких шумских комплекса на подручју Београда у функцији унапређења стања животне средине Шумарство бр. 3-4, УШИТС, Београд (175-191).
- Вукин, М. (2017): Оцена квалитета вештачки подигнуте састојине белог јасена у заштићеном подручју „Липовичка шума – Дуги рт“. Шумарство 3-4, УШИТС, Београд (85-102).
- Говедар, З., Стојановић, Љ., Крстић, М. (2006): Узгојна проблематика у функцији стабилности шума посебне намјене. Међународна научна конференција „Газдовање шумским екосистемима националних паркова и других заштићених подручја“, 5-8.07.2006. Јахорина-Тјентиште, БиХ, Зборник радова, 265-275.
- Живадиновић, В., Исајев, Д. (2006): Проблеми газдовања шумама на подручју Београда. Шумарство 3, УШИТС, Београд (185-197).
- Исајев, В., Вукин, М., Иветић, В. (2004): Уношење четинара у изданачке букве шуме у Србији. Шумарство бр. 3, УШИТС, Београд (63-74).
- Исајев, В., Вукин, М., Иветић, В. (2006а): Уношење других врста дрвећа у хрстове шуме са посебном наменом у Србији. Шумарство бр. 3, стр. 29-44. Београд.
- Исајев, В., Иветић, В., Вукин, М. (2006б): Наменска производња садног материјала за пошумљавања у заштитним шумама китњака, сладуна и цера. Шумарство бр. 3. УШИТС. Београд. (стр. 141-149)
- Лујић, Р. (1960): Локални топлотни фактор и његова улога у распореду вегетације. Гласник Шумарског факултета бр. 18. стр. 1-104. Београд.

- Кнежевић, М., Кошанин, О., Перовић, М., Љубичић, Ј. (2018): Еколошко-флористичке карактеристике парк-шуме у оквиру споменика природе „Топчидерски парк“. Шумарство 3-4, УШИТС, Београд (129-142).
- Крстић, М. (2004): Утицај потенцијала локалне топлоте на распрострањеност букових шума у североисточној Србији. Шумарство бр. 1-2, УШИТС, Београд (11-26).
- Krstić, M. (2008): Effect of the local heat potential on the distribution of sessile oak forests. *Bio-technology & Biotechnological Equipment* № 3. Vol. 22: 804-809.
- Крстић, М., Остојић, Д. (1995): Стање и угроженост шума у околини Брестовачке бање и њихова еколошка улога. Монографија: «Бањска и климатска места Југославије», стр. 224-232, Београд.
- Krstić M., Čevrljaković B. (2009): A contribution to the sessile oak site and beech site defining in central Serbia. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 100. pp. 143-158.
- Krstić, M., Томашевић Вељовић, Ј. (2015): Утицај потенцијала локалне топлоте на распрострањење шума букве на Јастрепцу. Шумарство бр. 1-2, УШИТС, Београд (1-14).
- Krstić, M., Stojanović, Lj., Rakonjac, Lj. (2006): Silviculture yesterday, today and tomorrow. *International Scientific Conference: Sustainable use of Forest Ecosystems, the Challenge of the 21st Century*, 8-10 November, Donji Milanovac, Serbia, Proceedings, pp.161-171.
- Liu, J., Yunhong, T., Slik, J.W.F. (2014): Topography related habitat associations of tree species traits, composition and diversity in a Chinese tropical forest. *Forest Ecology and Management* 330:75-81.
- Милев, М., Петкова, К., Илиев, Н. (2001): Создаване на горски култури. Нарчник на лесобода. Земиздат, Софиа.
- Остојић, Д., Вукин, М. (2007): Заштићена природна добра Србије. Шумарство бр. 1-2. Београд. (стр. 117-142)
- Пејић, Б. (2006): Проблеми газдовања шумама са посебним режимима заштите у националном парку Копаник. Међународна научна конференција “Газдовање шумским екосистемима националних паркова и других заштићених подручја”, 5-8.07.2006. Јахорина-Тјентиште, БиХ, Зборник радова, 313-321.
- Раткнић, М., Токовић, З. (2001): Разграничење пољопривредног и шумског земљишта. Поглавље у монографији: Стање, проблеми и унапређење газдовања приватним шумама. Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду. Београд.
- Serra-Díaz, J.M., Cristobal, J., Ninyerola, M. (2011): A classification procedure for mapping topographic conditions for strategic vegetation planning. *Environ. Model. Assess.* 16 (1): 77-89.
- Стајић, С. (2016): Одређивање шумских фитоценоза Космаја комбиновањем стандардног фитоценолошког метода и фотоинтерпретације. Докторска дисертација, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Стојановић, Љ., Крстић, М., Прокић, С. (1995): Еколошка улога шумских екосистема у планинском региону Таре. Поглавље у монографији: “Бањска и климатска места Југославије”, стр. 199-207, Београд.
- Стојановић, Љ., Крстић, М., Остојић, Д. (1998): Значај узгојних захвата на развој и учешће оморике у мешовитим састојинама са другим врстама дрвећа на Тари. Заштита природе бр.50, Београд, 319-325
- Стојановић, Љ., Крстић, М., Бобинац, М. (1999): Стање и развој букове прашуме “Фељшана”. Заштита природе бр. 51, Београд.
- Стојановић, Љ., Остојић, Д., Вукин, М. (2007): Стање и перспективе заштите Строгог природног резервата ‘Мустафа’. Шумарство бр. 1-2. Београд. (стр. 13 - 24)
- Томић, З., Ракоњац, Љ. (2013): Шумске фитоценозе Србије, Институт за шумарство Београд, Универзитет Сингиднум-Факултет за примењену екологију Футура, Београд.
- Wu, M., He, H., Zong, S., Tan, X., Du, H., Zhao, D., Liu, K., Liang, Y. (2018): Topographic Controls on Vegetation Changes in Alpine Tundra of the Changbai Mountains. *Forests* 9, Vol 9 (12): 756.

EFFECTS OF OROGRAPHIC FACTORS ON THE DISTRIBUTION OF FOREST VEGETATION ON MT. KOSMAJ

*Snežana Stajić
Milun Krstić
Vlado Čokeša
Violeta Babić*

Summary

The occurrence and distribution of vegetation in a given area depend on a large number of ecological factors. Orographic factors play an important role in the spatial distribution of vegetation because in the conditions of pronounced topography, frequent and sudden changes in the terrain exposure or slope cause changes in the environmental conditions of a relatively small area. In order to define the local heat potential, i.e., the local heat factor, data were processed and the results analyzed according to the method by Lujić, L. (1960). Data on basic orographic characteristics (altitude, exposure and slope) were collected for all study stands. A total of 76 stands of oak and beech (pure and mixed with sessile oak) were studied. The stands were classified according to their phytosociological affiliation. The study of the effects of orographic factors (altitude, exposure and slope) on the occurrence and distribution of forests in the study area of Mt. Kosmaj with the application of the described method shows that the stands of Hungarian oak and Turkey oak have the widest distribution on the sites within the altitude zone of 401-500 m (53.5%) and the thermal coordinate E=8 (57.1%). The stands of Turkey oak are equally distributed on the terrains with an altitude of 401-500 m and 501-600 m (50%), and most of them are found at the sites with thermal coordinate E=8 (50%). The stands of sessile oak and Turkey oak are present on the terrains with an altitude of 401-500 m (44.4%) and the thermal coordinate E=6 (50.0%). Pure beech stands are most common on the terrains with an altitude of 401-500 m (41.7%) and 501-600 m (33.3%) and on the sites with the thermal coordinate E=5 (58.3%). Mixed beech stands with sessile oak are most widely distributed on the sites with thermal coordinate E=5 (70%) and the greatest percentage of these stands are located on the terrains with an altitude of 501-600 m (40%). The average mean value of the local heat factor (L) in the stands of Hungarian oak and Turkey oak is 104, in the stands of Turkey oak 101, while in the stands of sessile and Turkey oak it amounts to 95. In pure beech stands, the average mean value of the local heat factor (L) is 71, while it is 68 in mixed stands. Due to their characteristics of potential soil heating, the values of the local heat factor L slightly decrease with increasing altitude, indicating that a species in a higher altitude zone can adapt to the sites that have a somewhat smaller local heat factor. It is well-known that the successful accomplishment of the reclamation goals of afforestation depends primarily on the correct selection of tree species. Given that the selection of species should be done according to site types, the local heat potential and the local heat factor can be used to determine which sites, i.e., which combinations of the exposure, slope and altitude are suitable for the occurrence of certain tree species.

