

УТИЦАЈ ОРОГРАФСКИХ ФАКТОРА НА РАСПРОСТРАЊЕЊЕ ШУМА БУКВЕ, ЈЕЛЕ И СМРЧЕ НА ПЛАНИНИ ВИТОРОГ – РЕПУБЛИКА СРПСКА

ВИОЛЕТА БАБИЋ¹
МИЛУН КРСТИЋ¹
СТЕФАН ПЕНО²
БРАНКО КАЊЕВАЦ¹

Извод: У раду су приказани резултати истраживања утицаја орографских фактора (надморска висина, нагиб и експозиција) на распрострањење шума букве, јеле и смрче на планини Виторог у Републици Српској. У истраживањима је примењен модификовани метод одређивања потенцијала локалне топлоте који представља потенцијалну могућност загревања земљишта без вегетације. На проучаваном подручју шуме анализираних врста дрвећа јављају се у висинском појасу од 900 до 1.800 m н.в., при чему смрча има најширу еколошку амплитуду. Јавља се у 23 комбинације топлотних координата (E.V од 5.4 до 8.5) док се буква и јела јављају у 20 комбинација топлотних координата (буква E.V од 5.7 до 8.5, а јела E.V од 5.4 до 8.5). Смрча заузима топлија и хладнија станишта од букве и јеле, а притом покрива сва станишта на којима се јављају буква и јела.

Кључне речи: орографски фактори, распрострањење шума букве, јеле и смрче, Виторог, Република Српска

THE EFFECTS OF OROGRAPHIC FACTORS ON THE DISTRIBUTION OF THE
BEECH-FIR-SPRUCE FOREST ON VITOROG MOUNTAIN - REPUBLIC OF SRPSKA

Abstract: The study presents the results of the effects of orographic factors (altitude, slope, and aspect) on the distribution of the beech-fir-spruce forest on Vitorog Mountain in the Republic of Srpska. Investigations were conducted using the modified method for determining the local heat potential. It represents the potential for heating the soil without vegetation. In the study area, the analyzed tree species occur in an altitude range of 900 to 1800 m above sea level, with spruce having the widest ecological amplitude. It occurs in 23 combinations of thermal coordinates (E.V from 5.4 to 8.5), while beech and fir occur in 20 combinations of thermal coordinates (E.V from 5.7 to 8.5, and E.V from 5.4 to 8.5). Spruce occupies warmer and cooler sites than beech and fir and occurs in all sites where beech and fir occur.

Keywords: orographic factors, distribution of beech, fir and spruce forest, Vitorog, Republic of Srpska

1. УВОД, ПРОБЛЕМ И ЗАДАТАК РАДА

Шуме букве, јеле и смрче заузимају око 22% од укупне површине шумског фонда у државној својини у Републици Српској (Говедар, З., 2016). Шебез, М., Говедар, З. (2018) наводе да шуме букве, јеле и смрче у Репу-

- 1 др Виолета Бабић, ванр. проф., др Милун Крстић, ред. проф., Бранко Кањевац, мастер инж. шумарства, асистент, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд
- 2 Стефан Пено, мастер инж. шумарства, ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.г. Сокоцац, Република Српска

блици Српској спадају међу најпродуктивније и најстабилније шуме, као и да их у зависности од надморске висине карактерише различит састав врста дрвећа и размер смеше. Према Еремија, С. *et al.* (2017) мешовите шуме букве, јеле и смрче у Босни и Херцеговини су заступљене на Динаридима где заузимају вишу зону појаса шума букве и јеле, најчешће на надморским висинама од 1.200 до 1.500 m.

Појава и распрострањење шумске вегетације на одређеном подручју су у значајној зависности од орографских фактора, чији се утицај огледа како кроз деловање на друге еколошке факторе, тако и непосредно на саму вегетацију. Орографски фактори модификују остале еколошке чиниоце, првенствено климатске, па самим тим постају и доминантни у просторном распореду шума одређених врста дрвећа (Крстић, М., 2004). Arnbjerg-Nielsen, K. *et al.*, (2013) наводе да орографски фактори узрокују систематске промене основних климатских параметара (температура, падавина и др.) на релативно малим растојањима, утичу на стварање ерозионих процеса, као и на промену осталих еколошких фактора.

Појава и опстанак вегетације на одређеном подручју, њено распрострањење, висинска диференцираност и зонирање, поред осталих еколошких услова, у значајној мери зависе и од климатских карактеристика подручја и њихове промене са надморском висином (Бунушевац, Т., 1951; Крстић, М., 2005; Крстић, М., Ћирковић, Т., 2005; Бабић, В., Крстић, М., 2014; Бабић, В., 2015). Лујић, Р. (1960) је у својим истраживањима проучавао утицај орографских фактора на загревање голе површине одређеног локалитета, приликом чега је увео нове термине: потенцијал локалне топлоте и локални топлотни фактор. Потенцијал локалне топлоте изражен у виду локалног топлотног фактора представља могућност загревања датог терена директним сунчевим зрачењем под претпоставком да је терен потпуно без вегетације.

Утврђивањем зависности између потенцијала локалне топлоте и распрострањења шумске вегетације истовремено се добијају значајна сазнања и о утицају орографских фактора на зонирање вегетације. Значај ових истраживања претходно је истакнут од стране Крстић, М. (2004, 2008), Крстић, М., Томашевић Вељовић, Ј. (2015), Крстић, М. *et al.* (2015), Стајић, С. *et al.* (2019) и др. Wang, B. *et al.* (2015) истичу значај дефинисања зависности између орографских фактора и распрострањења вегетације за одрживо газдовање шумама. Осим тога, дефинисање одговарајућег станишта за конкретне врсте дрвећа, обезбеђује кључне информације неопходне за оснивање шума које ће максимално користити производни потенцијал станишта и имати значајан утицај на еколошке услове (Стаменковић, В., Вучковић, М., 2000).

Планина Виторог се одликује великом разноврсношћу орографских фактора, а резултат њиховог утицаја се у великој мери одражава на зонирање вегетације на овом подручју.

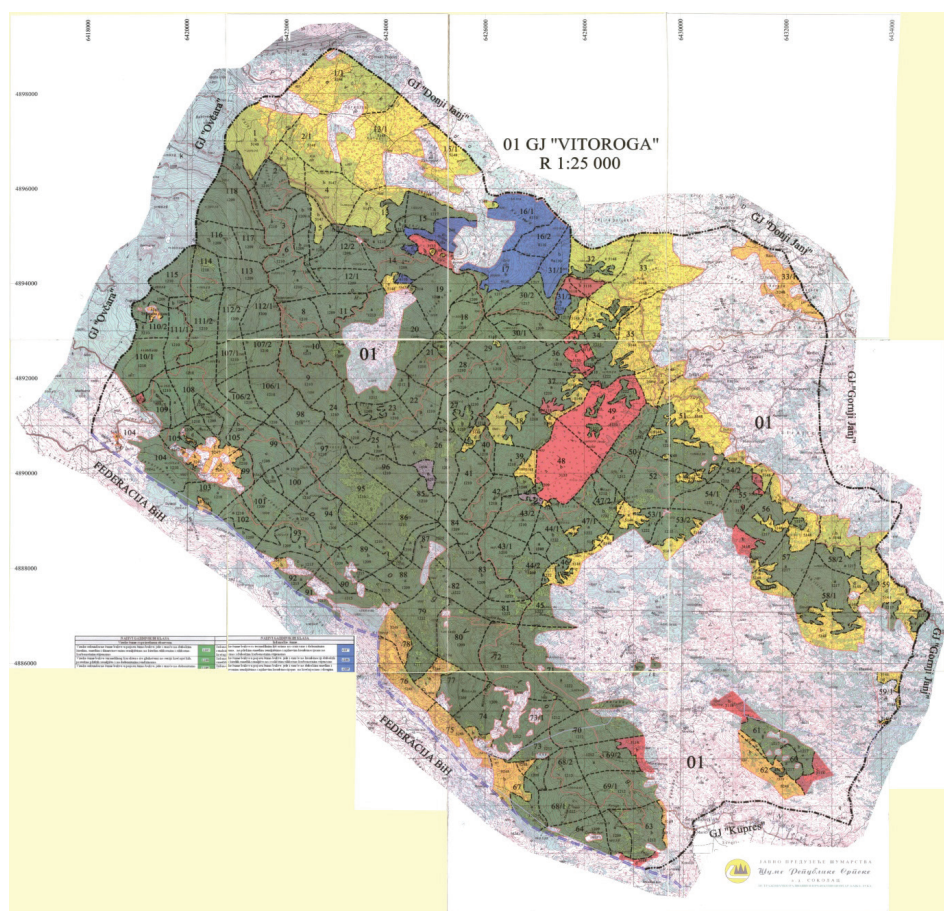
Имајући у виду наведено, циљ овог рада је дефинисати утицај орографских фактора на појаву и распрострањење шума букве, јеле и смрче на планини Виторог, односно дефинисати зависност појаве и распрострањења

ових шумских заједница од орографских услова на основу потенцијала локалне топлоте.

2. ОБЈЕКАТ ПРОУЧАВАЊА, МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања су спроведена на подручју планине Виторог у ГЈ „Виторог“ у оквиру шумског газдинства „Горица Шипово“ које припада Средњеврбаском шумскопривредном подручју. Површина газдинске јединице износи 11.592,75 ha.

Газдинска јединица „Виторог“ обухвата претежно средишњи и мањим делом југоисточни и североисточни простор планине Виторог. Југоисточним делом, ГЈ „Виторог“ прелази ка Купрешкој висоравни - Купрешко поље, а североисточним делом ка Гламочкој висоравни - Гламочко поље (слика 1).



Слика 1. Шумска карта ГЈ „Виторог“
(извор: Шумско привредна основа за Средњеврбаско шумско - привредно подручје)

Figure 1. Forest map of MU "Vitorog"
(Source: Forest Management Plan for Srednjevrbasko forest-management area)

Рељеф планине Виторог (највиши врх износи 1.907 m н.в.) карактерише појава већих увала како у високопланинском, тако и у планинском делу, што је значајно за распоред шумских заједница ове планине. Проучавано подручје може се окарактерисати као изразито безводно, на којем нема извора нити потока, док влажност, која у облику атмосферских талога доспе на површину земљишта, брзо бива изгубљена кроз кречњачку геолошку подлогу. Планина Виторог је готово у целини кречњачки масив, док је доломит као геолошка подлога значајно мање заступљен (Шебез, М., Говедар, З., 2010).

Проучавања утицаја орографских фактора на распрострањење шумске вегетације на овом подручју обављена су у шумама врста које природно расту и јављају се на датом подручју (буква, јела и смрча).

Проучаване су састојине у висинском појасу од 900 до 1.800 m надморске висине. У том висинском опсегу се налазе претежно мешовите шуме букве, јеле и смрче.

Код све три проучаване врсте дрвећа (буква, јела и смрча), на доњој граници проучаваног појаса (900 m н.в.), средња годишња температура ваздуха износи 8,5°C, а на горњој граници проучаваног висинског појаса (1.800 m н.в.) 4,9 °C. На доњој граници проучаваног висинског појаса, температура ваздуха у току вегетационог периода износи 14,4°C, а на горњој 10,4°C. На доњој граници проучаваног појаса букве, јеле и смрче, укупно падне 1.230,0 mm падавина годишње, а на горњој граници 1.659,2 mm. У вегетационом периоду, на доњој граници проучаваног појаса падне 537,9 mm, а на горњој 492,9 mm. Хидрични биланс по Торнтвајту показује да мањка влаге у земљишту нема ни у једној висинској зони од 900 до 1.800 m н.в. Према Торнтвајтовој климатској класификацији, на 900 m н.в. влада јака хумидна клима, а од 1.000 m н.в. доминира перхумидна клима (Пено, С., 2017).

2.1. Прикупљање података

У оквиру истраживања прикупљени су подаци за 351 састојину анализираних врста. Све три врсте се процентуално највише јављају у распону од 1.201 до 1.400 m надморске висине (буква 45,9%, јела 48,5%, смрча 43,3%). Најзаступљеније су састојине смрче (40,8% свих анализираних састојина), следе шуме букве (30,9%), па шуме јеле (28,3%).

За сваку састојину су прикупљени следећи подаци: размер смеше по врстама дрвећа на основу броја стабала у састојини, нагиб, експозиција и надморска висина састојине.

Састојине су класификоване као чисте састојине ако имају мање од 10% учешћа других врста дрвећа у размери смеше по броју стабала, мешовите састојине са учешћем других врста дрвећа 10-50% и састојине главних врста дрвећа са учешћем других врста дрвећа преко 50%.

2.2. Обрада података

Обрада података и анализа добијених резултата је извршена применом метода Лујић, Р. (1960), дефинисањем потенцијала локалне топлоте.

Вредности координата експозиције и нагиба терена ($E=1-9$) су задржане док је координата надморске висине (V) модификована, односно имајући у

виду изражене промене климатских фактора са променом надморске висине, уместо Лујићеве деветостепенске скале (један топлотни степен је 200 m надморске висине) примењена је осамнаестостепенска скала, при чему један топлотни степен означава 100 m надморске висине (Крстић, М., 2004). Применом модификоване координате надморске висине (V) добијена је скала од 162 могуће комбинације потенцијала локалне топлоте.

За сваку снимљену састојину одређене су топлотне координате експозиције и нагиба, као и координате надморске висине. Подаци су груписани према потенцијалу локалне топлоте по надморским висинама у појасевима од 100 m. За прецизније дефинисање зависности појаве састојина од орографских фактора извршено је пондерисање средњих вредности топлотне координате експозиције и нагиба (E) за сваки висински појас, тј. топлотну координату надморске висине (V).

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1. Распрострањење проучаваних састојина по надморским висинама

У табели 1 приказана је заступљеност проучаваних састојина са различитим учешћем букве, јеле и смрче по надморским висинама.

На подручју ГЈ „Виторог“ снимљено је укупно 109 састојина букве. Чистих састојина (са учешћем букве >90%) на истраживаном подручју нема. Евидентирано је укупно 12 састојина у којима буква учествује са преко 50%, по броју стабала у размери смеше и 97 састојина у којима буква учествује са 10-50%, по броју стабала.

Састојине са учешћем букве преко 50% се јављају на надморским висинама 1.001-1.600 m н.в., а највећи број састојина се налази на висини 1.001-1.100 m н.в. (41,7%), затим на висини 1.201-1.300 m н.в. (25,0%). На надморској висини 1.401-1.500 m н.в. јавља се 16,7% састојина, а свега 8,3% на надморској висини 1.501-1.600 m н.в., као и на надморској висини 1.101-1.200 m н.в.

Састојине у којима буква учествује са 10-50%, по броју стабала, јављају се на ширем распону надморских висина, 901-1.800 m н.в. Најчешће се јављају 1.201-1.400 m н.в. (48,5%). Мањи број састојина јавља се на нижим надморским висинама, односно свега 2,1% на 901-1.000 m н.в. и 7,2% на 1.001-1.100 m н.в. Такође и на вишим надморским висинама је снимљен мањи број састојина, 4,1% на 1.601-1.700 m н.в. и 1,0% на 1.701-1.800 m н.в.

Када је у питању јела укупно је евидентирано 99 састојина у ГЈ „Виторог“. Јела такође не гради чисте састојине на проучаваном подручју већ се углавном јавља у мешовитим састојинама заједно са буквом и смрчом. Снимљено је 86 састојина у којима се јела јавља са учешћем 10-50% по броју стабала у размери смеше и 13 састојина у којима се јела јавља са учешћем преко 50% по броју стабала у састојини.

Састојине са учешћем јеле преко 50% су заступљене на надморским висинама од 1.001-1.500 m н.в., при чему је највећи број ових састојина заступљен на надморским висинама од 1.101-1.300 m н.в. (61,6%).

Табела 1. Распоред снимљених састојина по врстама, мешовитости и надморским висинама
Table 1. Distribution of the recorded stands by species, mixture and altitude

Над. вис. / Alt. (m)	Буква / Beech >50%		Буква / Beech 10-50%		Јела / Fir >50%		Јела / Fir 10-50%		Смрча / Spruce >90%		Смрча / Spruce 50-90%		Смрча / Spruce 10-50%		Укупно / Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
901-1000	/	/	2	2,1	/	/	2	2,3	/	/	3	5,9	1	1,3	8	2,3
1001-1100	5	41,7	7	7,2	3	23,0	6	7,0	/	/	1	2,0	11	13,9	33	9,4
1101-1200	1	8,3	8	8,2	4	30,8	5	5,8	5	38,4	4	7,8	9	11,4	36	10,2
1201-1300	3	25,0	25	25,8	4	30,8	23	26,7	2	15,4	8	15,7	22	27,8	87	24,8
1301-1400	/	/	22	22,7	1	7,7	20	23,3	4	30,8	9	17,6	17	21,5	73	20,8
1401-1500	2	16,7	12	12,4	1	7,7	15	17,4	1	7,7	11	21,6	10	12,7	52	14,8
1501-1600	1	8,3	16	16,5	/	/	12	14,0	/	/	10	19,6	8	10,1	47	13,4
1601-1700	/	/	4	4,1	/	/	2	2,3	1	7,7	5	9,8	/	/	12	3,4
1701-1800	/	/	1	1,0	/	/	1	1,2	/	/	/	/	1	1,3	3	0,9
Укуп./ Tot.	12	100	97	100	13	100	86	100	13	100	51	100	79	100	351	100

Проучавање састојине у којима се јела јавља са 10-50% евидентираних су на надморским висинама 901-1.800 m н.в., при чему је највећа заступљеност ових састојина на надморским висинама 1.201-1.400 m н.в. где се јавља укупно 50,0% састојина. Осим тога, уочено је да се јела у овом висинском распону налази на свим експозицијама осим на јужној што указује на њену мезофилност.

На подручју ГЈ „Виторог“ снимљено је укупно 143 састојине смрче, при чему је евидентирано укупно 13 састојина у којима се остале врсте дрвећа јављају са учешћем мањим од 10%, 51 састојина са учешћем смрче 50-90% и 79 састојина у којима је учешће смрче 10-50%.

Састојине смрче се јављају на надморским висинама од 901-1.800 m н.в., а највећи број састојина се налази у распону надморских висина од 1.201-1.400 m н.в. Знатно мање смрче има на нижим надморским висинама. Смрча се у овом висинском распону налази на свим експозицијама што указује на њену мезофилност. Осим тога смрча се јавља и на врло великим надморским висинама (до 1.800 m н.в.), што указује на њену фригорифилност.

3.2. Распрострањење проучаваних састојина према потенцијалу локалне топлоте

У табели 2. приказана је заступљеност проучаваних састојина према потенцијалу локалне топлоте.

Анализа распрострањења проучаваних састојина према потенцијалу локалне топлоте омогућава повезивање свих орографских фактора, односно њиховог заједничког утицаја и на тај начин прецизније дефинисање веза између њих (Крстић, М., 2004).

Проучаване састојине у којима је буква заступљена >50%, по броју стабала, на овом подручју налазе се на стаништима чија је топлотна координата $E=6$ или $E=7$. Највећи број састојина букве налази се на стаништима са топлотном координатом $E=7$ (83,4%). Састојине букве јављају се у 6 комбинација топлотних координата E и V , а највише 1.001-1.100 m н.в. (41,7%), односно на топлотној координати $V=8$.

Састојине са учешћем букве 10-50% се јављају на ширем распону топлотне координате E и надморских висина (топлотне координате V). Ове састојине се јављају на стаништима са топлотном координатом E од 5 до 8. Највећи број анализираних састојина (80,4%) се јавља на стаништима са топлотном координатом $E=7$. Ове састојине букве се јављају у 19 комбинација топлотних координата E и V , а највише 1.201-1.300 m н.в. (25,8%) односно на топлотној координати $V=6$.

У поређењу са резултатима Крстић, М. (2004); Крстић, М., Чеврљакковић, Б. (2009); Крстић, М., Томашевић Вељовић, Ј. (2015); Лујић, Р. (1960); Раткнић, М., Токовић, З. (2001) извршеним на подручју Србије уочава се да на подручју планине Виторог буква заузима ужу еколошку амплитуду у односу на станишта у Србији где се буква јавља на стаништима са топлотном координатом $E=2-9$ на југоистоку Србије, $3-9$ на подручју североисточне Србије, $3-8$ на подручју западне Србије и $4-8$ на подручју Жупе.

Састојине са учешћем јеле >50% јављају се у највећем броју случајева на топлотној координати $E=7$ (76,9%), док се остатак састојина јавља на топлотној координати $E=6$ (23,1%). Код састојина са учешћем јеле 10-50% такође највећи број састојина се јавља на топлотној координати $E=7$ (76,7%), док се остале састојине јављају на топлотним координатама $E=5$, $E=6$ и $E=8$. Састојине са учешћем јеле преко 50% јављају се у 6 комбинација топлотних координата E и V , а најзаступљеније су 1.101-1.300 m н.в., односно на топлотним координатама $V=6$ и $V=7$. Састојине са учешћем јеле 10-50% јављају се у 20 комбинација топлотних координата E и V , односно присутне су у широком распону надморских висина 901-1.800 m н.в. (топлотне координате од $V=9$ до $V=1$), при чему су највише заступљене на топлотним координатама $V=6$ и $V=5$.

Проучаване састојине смрче на овом подручју налазе се на стаништима чија је топлотна координата $E=5-8$.

Састојине са учешћем смрче преко 90% јављају се у 8 комбинација топлотних координата E и V , при чему се најчешће јављају на топлотној координати $E=7$ (69,3% анализираних састојина). Ове састојине јављају се у распону надморских висина 1.101-1.700 m н.в., а највише између 1.101 и 1.200 m н.в. (38,5% састојина) и између 1.301 и 1.400 m н.в. (30,8%).

Табела 2. Заступљеност проучаваних састојина према потенцијалу локалне топлоте (%)

Table 2. Distribution of the study stands by local heat potential (%)

Учешће / Share (%)	Н.В. / alt. (m)	901- 1000	1001- 1100	1101- 1200	1201- 1300	1301- 1400	1401- 1500	1501- 1600	1601- 1700	1701- 1800	Σ (%)
	Е	V=9	V=8	V=7	V=6	V=5	V=4	V=3	V=2	V=1	
Буква / Beech >50%	5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	6	/	8,3	8,3	/	/	/	/	/	/	16,6
	7	/	33,4	/	25,0	/	16,7	8,3	/	/	83,4
	8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Σ	/	41,7	8,3	25,0	/	16,7	8,3	/	/	100
Буква / Beech 10-50%	5	/	1,0	1,0	/	/	/	/	/	/	2,0
	6	/	/	1,0	2,1	2,1	/	3,1	/	/	8,3
	7	2,1	6,2	6,2	23,7	18,5	10,3	10,3	3,1	/	80,4
	8	/	/	/	/	2,1	2,1	3,1	1,0	1,0	9,3
	Σ	2,1	7,2	8,2	25,8	22,7	12,4	16,5	4,1	1,0	100
Јела / Fir >50%	5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	6	/	/	/	7,7	7,7	7,7	/	/	/	23,1
	7	/	23,0	30,9	23,0	/	/	/	/	/	76,9
	8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Σ	/	23,0	30,9	30,7	7,7	7,7	/	/	/	100
Јела / Fir 10-50%	5	/	/	/	1,2	/	1,2	/	/	/	2,4
	6	/	/	1,2	2,3	2,3	4,6	2,3	/	/	12,7
	7	2,3	7,0	4,6	23,2	18,6	10,5	9,3	1,2	/	76,7
	8	/	/	/	/	2,3	1,2	2,3	1,2	1,2	8,2
	Σ	2,3	7,0	5,8	26,7	23,2	17,5	13,9	2,4	1,2	100
Смрча / Spruce >90%	5	/	/	/	7,7	/	/	/	/	/	7,7
	6	/	/	15,3	/	/	/	/	/	/	15,3
	7	/	/	23,1	7,7	23,1	7,7	/	7,7	/	69,3
	8	/	/	/	/	7,7	/	/	/	/	7,7
	Σ	/	/	38,5	15,4	30,8	7,7	/	7,7	/	100
Смрча / Spruce 50-90%	5	/	2,0	2,0	2,0	/	3,9	/	/	/	9,9
	6	/	/	2,0	2,0	7,8	5,9	3,9	/	/	21,6
	7	5,9	/	3,9	11,7	9,8	9,8	11,7	5,9	/	58,7
	8	/	/	/	/	/	2,0	3,9	3,9	/	9,8
	Σ	5,9	2,0	7,9	15,7	17,6	21,6	19,5	9,8	/	100
Смрча/ Spruce 10-50%	5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	6	/	1,3	1,3	2,5	1,3	2,5	2,5	/	/	11,4
	7	1,3	12,6	10,1	25,3	17,7	8,9	6,3	/	/	82,2
	8	/	/	/	/	2,5	1,3	1,3	/	1,3	6,4
	Σ	1,3	13,9	11,4	27,8	21,5	12,7	10,1	/	1,3	100

Састојине у којима смрча учествује са 50-90% у размери смеше, јављају се у 19 комбинација координата Е и V. Најзаступљеније су на стаништима са топлотном координатом Е=7 (58,7% анализираних састојина), а затим на топлотној координати Е=6 (21,6%). Јављају се у распону надморских висина

901-1.700 m н.в., а највише 1.401-1.600 m н.в. (41,1% састојина).

Састојине у којима смрча учествује у размери смеше са 10-50%, јављају се у 17 комбинација топлотних координата Е и V. Најзаступљеније су на стаништима са топлотном координатом Е=7 (82,2% састојина). Јављају се на 900-1.800 m н.в., а највише су заступљене на надморским висинама 1.201-1.300 m н.в. (27,8%).

У табели 3. приказане су средње вредности топлотне координате експозиције и нагиба.

Табела 3. Средње вредности топлотне координате експозиције и нагиба (Е)
Table 3. Mean values of thermal coordinates of aspect and slope (E)

Учешће / Share (%)	Надморска висина (m) / Altitude (m)									Просек / Average
	901- 1000	1001- 1100	1101- 1200	1201- 1300	1301- 1400	1401- 1500	1501- 1600	1601- 1700	1701- 1800	
	V=9	V=8	V=7	V=6	V=5	V=4	V=3	V=2	V=1	
Буква / Beech >50%	/	6,8	6,0	7,0	/	7,0	7,0	/	/	6,8
Буква / Beech 10-50%	7,0	6,7	6,6	6,9	7,0	7,2	7,0	7,2	8,0	7,1
Јела / Fir >50%	/	7,0	7,0	6,75	6,0	6,0	/	/	/	6,55
Јела / Fir 10-50%	7,0	7,0	6,8	6,8	7,0	6,7	7,0	7,5	8,0	7,1
Смрча / Spruce >90%	6,6	/	6,0	6,0	7,2	7,0	/	7,0	/	6,6
Смрча / Spruce 50-90%	7,0	5,0	6,2	6,6	6,6	7,1	7,0	7,4	/	6,6
Смрча / Spruce 10-50%	6,9	6,9	6,9	7,0	6,9	7,0	6,9	6,9	8,0	7,0

Просечна средња вредност топлотне координате Е у састојинама са учешћем букве преко 50% износи 6,8. Састојине у којима буква учествује у размери смеше по броју стабала 10-50% карактеришу се просечном средњом вредношћу топлотне координате Е од 7,1, што указује да се ове састојине јављају у нешто ксеротермнијим условима. Може се констатовати да са порастом надморске висине расте и просечна средња вредност топлотне координате Е.

У поређењу са резултатима до којих су дошли Крстић, М. (2004); Крстић, М., Чеврљаковић, Б. (2009); Крстић, М., Томашевић Вељовић, Ј. (2015); Лујић, Р. (1960) у буковим шумама на планини Виторог, средње вредности топлотне координате Е су нешто ниже у односу на станишта на Јастрепцу и на подручју североисточне Србије, а више у односу на станишта

на југостоку Србије и на подручју Жупе.

Просечна средња вредност топлотне координате Е у састојинама јеле са учешћем јеле преко 50% износи 6,55. Са порастом надморске висине опада вредност топлотне координате Е. Код састојина са учешћем јеле 10-50%, просечна средња вредност топлотне координате Е износи 7,1 што указује да се ове састојине јављају у нешто ксеротермнијим условима у односу на састојине јеле са учешћем >50%.

Код смрче просечна средња вредност топлотне координате Е у састојинама са учешћем смрче преко 90% износи 6,6. У састојинама у којима смрча у размери смеше учествује са 50-90% просечна средња вредност топлотне координате Е износи 6,6, а у састојинама са учешћем смрче 10-50% просечна средња вредност топлотне координате Е износи 7,0 па се састојине са оваквим учешћем смрче срећу у нешто ксеротермнијим условима у односу на претходне две групе састојина.

3.3. Распрострањење проучаваних састојина према потенцијалу локалне топлоте

На основу примењеног метода израђен је шематски приказ распрострањености проучаваних састојина у ГЈ „Виторог“, при чему свако поље представља једну комбинацију потенцијала локалне топлоте (шема 1).

Састојине букве се јављају у укупно 20 комбинација топлотних координата Е и V. Еколошка амплитуда састојина са учешћем букве 10-50% обухвата распон топлотних координата Е и V од 5.7 до 8.5. У оквиру овог распона, ове састојине се јављају у 19 комбинација топлотних координата од претпостављене 162 комбинације. Најтоплија је комбинација 8.5, а најхладнија 5.7. Састојине са учешћем букве преко 50% имају ужу еколошку амплитуду, јављају се у укупно 6 комбинација у распону од 6.7 до 7.8. Најтоплија комбинација је 7.8, а најхладнија 6.7.

Као и састојине букве, састојине јеле се јављају у укупно 20 комбинација топлотних координата Е и V. Еколошка амплитуда састојина са учешћем јеле преко 50% није широка. Креће се од комбинације 6.4 као најхладније до 7.8 као најтоплије. Ове састојине се јављају у укупно 6 комбинација од претпостављене 162 комбинације. Састојине са учешћем јеле 10-50% имају знатно ширу еколошку амплитуду. Јављају се у укупно 20 комбинација топлотних координата. Најхладнија комбинација на којој се јављају ове састојине представљена је координатом 5.4, а најтоплија 8.5.

Имајући у виду да се смрча јавља у највећем броју комбинација топлотних координата у односу на друге анализиране врсте, може се сматрати врстом са највећом еколошком амплитудом на подручју ГЈ „Виторог“. Састојине са учешћем смрче преко 90% се јављају у 8 комбинација топлотних координата у распону комбинација топлотних фактора од 5.6 до 8.5. Најхладнија комбинација на којој се јављају састојине смрче са учешћем преко 90% је 5.6, а најтоплија 8.5. Састојине у којима се смрча јавља са 50-90% по броју стабала се јављају у укупно 20 комбинација топлотних фактора, од 5.4 до 8.4. Најхладнија је 5.4, а најтоплија 8.4. Састојине у којима смрча учествује

са 10-50% се јављају у 21 комбинација топлотних фактора, у распону од 5.4 до 8.5. Најхладнија комбинација је 5.4, а најтоплија 8.5.

Шема 1. Распрострањеност проучаваних састојина у ГЈ „Виторог“ према потенцијалу локалне топлоте

Scheme 1. Distribution of the study stands in MU “Vitorog” according to local heat potential

Над. висина / Altitude (m)	Комбинација топлотних координата (E.V) / Combination of thermal coordinates (E.V)			
1701-1800	5.1	6.1	7.1	8.1
1601-1700	5.2	6.2	7.2	8.2
1501-1600	5.3	6.3	7.3	8.3
1401-1500	5.4	6.4	7.4	8.4
1301-1400	5.5	6.5	7.5	8.5
1201-1300	5.6	6.6	7.6	8.6
1101-1200	5.7	6.7	7.7	8.7
1001-1100	5.8	6.8	7.8	8.8
901-1000	5.9	6.9	7.9	8.9
Легенда / Legend	Буква > 50% / Beech > 50%		Буква 10-50% / Beech 10-50%	
1701-1800	5.1	6.1	7.1	8.1
1601-1700	5.2	6.2	7.2	8.2
1501-1600	5.3	6.3	7.3	8.3
1401-1500	5.4	6.4	7.4	8.4
1301-1400	5.5	6.5	7.5	8.5
1201-1300	5.6	6.6	7.6	8.6
1101-1200	5.7	6.7	7.7	8.7
1001-1100	5.8	6.8	7.8	8.8
901-1000	5.9	6.9	7.9	8.9
Легенда / Legend	Јела > 50% / Fir > 50%		Јела 10-50% / Fir 10-50%	
1701-1800	5.1	6.1	7.1	8.1
1601-1700	5.2	6.2	7.2	8.2
1501-1600	5.3	6.3	7.3	8.3
1401-1500	5.4	6.4	7.4	8.4
1301-1400	5.5	6.5	7.5	8.5
1201-1300	5.6	6.6	7.6	8.6
1101-1200	5.7	6.7	7.7	8.7
1001-1100	5.8	6.8	7.8	8.8
901-1000	5.9	6.9	7.9	8.9
Легенда / Legend	Смрча > 90% / Spruce > 90%		Смрча 50-90% / Spruce 50-90%	
1701-1800	5.1	6.1	7.1	8.1
1601-1700	5.2	6.2	7.2	8.2
1501-1600	5.3	6.3	7.3	8.3
1401-1500	5.4	6.4	7.4	8.4
1301-1400	5.5	6.5	7.5	8.5
1201-1300	5.6	6.6	7.6	8.6
1101-1200	5.7	6.7	7.7	8.7
1001-1100	5.8	6.8	7.8	8.8
901-1000	5.9	6.9	7.9	8.9

У циљу утврђивања комбинације топлотних координата, на којима су истраживане састојине најзаступљеније, израчуната је просечна процентуална заступљеност свих различитих састојинских ситуација у зависности од учешћа анализираних врста: буква>50% (16,7%); буква 10-50% (5,2%); је-

ла>50% (16,7%); јела 10-50% (5,0%); смрча>90% (12,3%); смрча 50-90% (5,25%); смрча 10-50% (5,87%).

На основу израчунате просечне процентуалне заступљености свих различитих састојинских ситуација у зависности од учешћа анализираних врста, приказана је шема комбинација потенцијала локалне топлоте на којој је дата заступљеност свих састојина у проценту блиском просечном или већем од просечног, чиме се реалније одражава зависност појаве састојина од орографских фактора дефинисаним потенцијалом локалне топлоте (шема 2).

Шема 2. Распрострањеност проучаваних састојина у ГЈ „Виторог“
- просечне вредности

Scheme 2. Distribution of the study Stands in MU ,Vitorog, - average values

Над. висина / Altitude (m)	Комбинација топлотних координата (E,V) / Combination of thermal coordinates (E.V)			
1701-1800	5.1	6.1	7.1	8.1
1601-1700	5.2	6.2	7.2	8.2
1501-1600	5.3	6.3	7.3	8.3
1401-1500	5.4	6.4	7.4	8.4
1301-1400	5.5	6.5	7.5	8.5
1201-1300	5.6	6.6	7.6	8.6
1101-1200	5.7	6.7	7.7	8.7
1001-1100	5.8	6.8	7.8	8.8
901-1000	5.9	6.9	7.9	8.9
Легенда / Legend	Буква > 50% / Beech > 50%		Буква 10-50% / Beech 10-50%	
1701-1800	5.1	6.1	7.1	8.1
1601-1700	5.2	6.2	7.2	8.2
1501-1600	5.3	6.3	7.3	8.3
1401-1500	5.4	6.4	7.4	8.4
1301-1400	5.5	6.5	7.5	8.5
1201-1300	5.6	6.6	7.6	8.6
1101-1200	5.7	6.7	7.7	8.7
1001-1100	5.8	6.8	7.8	8.8
901-1000	5.9	6.9	7.9	8.9
Легенда / Legend	Јела > 50% / Fir > 50%		Јела 10-50% / Fir 10-50%	
1701-1800	5.1	6.1	7.1	8.1
1601-1700	5.2	6.2	7.2	8.2
1501-1600	5.3	6.3	7.3	8.3
1401-1500	5.4	6.4	7.4	8.4
1301-1400	5.5	6.5	7.5	8.5
1201-1300	5.6	6.6	7.6	8.6
1101-1200	5.7	6.7	7.7	8.7
1001-1100	5.8	6.8	7.8	8.8
901-1000	5.9	6.9	7.9	8.9
Легенда / Legend	Смрча > 90% / Spruce > 90%		Смрча 50-90% / Spruce 50-90%	
1701-1800	5.1	6.1	7.1	8.1
1601-1700	5.2	6.2	7.2	8.2
1501-1600	5.3	6.3	7.3	8.3
1401-1500	5.4	6.4	7.4	8.4
1301-1400	5.5	6.5	7.5	8.5
1201-1300	5.6	6.6	7.6	8.6
1101-1200	5.7	6.7	7.7	8.7
1001-1100	5.8	6.8	7.8	8.8
901-1000	5.9	6.9	7.9	8.9

Уочава се да се састојине букве и јеле јављају у сличним еколошким условима јер заузимају истих 6 комбинација топлотних фактора (од 7.3 до 7.8). Код обе врсте дрвећа, већу еколошку амплитуду имају састојине са учешћем главне врсте 10-50%.

За разлику од букве и јеле, смрча заузима знатно већи број комбинација топлотних фактора (укупно 11) и самим тим има знатно већу еколошку амплитуду. Осим координата на којима се јављају буква и јела, смрча обухвата још и координате 6.4, 6.5, 6.7, 7.2 и 7.9 што указује да се јавља на хладнијим и топлијим стаништима у односу на букву и јелу, а притом покрива и сва станишта ове две врсте. Имајући у виду наведено, станишта на подручју ГЈ „Виторог“ највише одговарају смрчи, затим у подједнакој мери букви и јели. Састојине са учешћем смрче преко 90% у размери смеше јављају се у 3 комбинације топлотних фактора, састојине са учешћем 50-90% најбројније су (8 комбинација), а састојине са учешћем смрче 10-50% јављају се у 6 комбинација.

4. ЗАКЉУЧЦИ

У раду је применом метода одређивања потенцијала локалне топлоте дефинисан утицај орографских фактора (надморске висине, експозиције и нагиба) на појаву и распрострањење шума букве, јеле и смрче различите мешовитости на планини Виторог у Републици Српској.

Проучаване су састојине у висинском појасу 900-1.800 m надморске висине. Све три врсте процентуално се највише јављају у распону 1.201-1.400 m надморске висине (буква 45,9%, јела 48,5%, смрча 43,3%). Најзаступљеније су састојине смрче (40,8% свих анализираних састојина), следе шуме букве (30,9%), па шуме јеле (28,3%).

Састојине букве се јављају у укупно 20 комбинација топлотних координата. Састојине у којима је учешће букве >50% се јављају у 6 комбинација топлотних координата од којих је најтоплија 7,8, а најхладнија 6,7. Састојине са учешћем букве 10-50% јављају се у 19 комбинација топлотних координата и, самим тим, имају знатно ширу еколошку амплитуду од састојина букве са учешћем преко 50%. Најтоплија комбинација на којој се јављају ове састојине је 8,5, а најхладнија 5,7.

Састојине јеле се такође јављају у укупно 20 комбинација топлотних координата. Од тога састојине са учешћем јеле преко 50% јављају се у 6 комбинација топлотних координата, од којих је најтоплија 7,8, а најхладнија 6,4, док се састојине са учешћем јеле 10-50% јављају у 20 комбинација топлотних координата при чему је најтоплија координата 8,5, а најхладнија 5,4. По истој аналогiji као и код букве, ова група састојина има ширу еколошку амплитуду. На основу ових резултата може се закључити да буква и јела деле слична станишта на планини Виторог па самим тим имају и сличну еколошку амплитуду.

Смрча има најширу еколошку амплитуду на планини Виторог. Јавља се у највећем броју комбинација топлотних координата (укупно 23). Састојине са учешћем смрче преко 90% се јављају у 8 комбинација топлотних координата.

ната. Најтоплија је 8,5 а најхладнија 5,6. Састојине са учешћем смрче 50-90% се јављају у 20 комбинација топлотних координата при чему је најтоплија координата 8,4, а најхладнија 5,4. Састојине са учешћем смрче 10-50% се јављају у 21 комбинацији топлотних координата од којих је најтоплија 8,5, а најхладнија 5,4.

Ради утврђивања комбинација топлотних координата на којима су најзаступљеније наведене врсте дрвећа, израчуната је просечна проценутална заступљеност сваке комбинације састојина наведених група. На основу просечне процентуалне заступљености сваке комбинације, састојине букве и јеле деле иста станишта, односно исте комбинације топлотних координата (укупно 6, од 7,3 до 7,8). Смрча заузима 11 комбинација топлотних координата и према томе и на основу просечне процентуалне заступљености састојина има ширу еколошку амплитуду од букве и јеле. Најтоплија координата на којој се јавља смрча је 7,9, а најхладнија 6,4. Према томе, смрча заузима и топлија и хладнија станишта од букве и јеле, а притом покрива сва станишта на којима се јављају поменуте врсте.

Напомена: За израду овог рада коришћен је део података из мастер рада Стефана Пена, мастер инж. шумарства, под насловом: *Промене основних климатских параметара са надморском висином на јлантини Вишорој*. Мензор при изради рада била је др Виолета Бабић, доцент.

ЛИТЕРАТУРА

- Arnbjerg-Nielsen, K., Willems, P., Olsson, J., Beecham, S., Pathirana, A., Gregersen, I. B., Madsen, H., Nguyen, V.T.V. (2013): Impacts of climate change on rainfall extremes and urban drainage systems: a review. *Water Science and Technology*, 68(1), pg. 16-28.
- Бабић, В. (2015): Климатске карактеристике Фрушке горе. Шумарство бр 4, УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 25-37)
- Бабић, В., Крстић, М. (2014): Климатске карактеристике појаса китњакових шума на Фрушкој гори. Шумарство бр. 3-4, УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 49-62)
- Бунушевац, Т. (1951): Гајење шума I. Научна књига, Издавачко предузеће Народне Републике Југославије, Београд. (стр. 1-450)
- Говедар, З. (2016): Изграђеност састојине букве, јеле и смрче у функцији планирања шумскоузгојних мјера на подручју ПЈ „Клековача - Дринић“. Шумарство бр. 3-4. УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 33-45)
- Еремија, С., Цвјетићанин, Р., Каповић Соломун, М., Милетић, З., Ђоралић, С. (2017): Фитоценолошке и флористичке карактеристике шуме букве, јеле и смрче (*Piceo-Fago-Abietetum* Čolić 1965.) на планини Лисини. Шумарство бр. 1-2. УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 77-92)
- Крстић, М. (2004): Утицај потенцијала локалне топлоте на распрострањење букових шума у североисточној Србији. Шумарство бр. 1-2, УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 11-25)
- Крстић, М. (2005): „Буква (*Fagus moesiaca*/Domin, Maly/Czeczott.) у Србији“. Монографија, Поглавље - Климатске карактеристике висинских појасева букових шума у Србији.

- УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 108-117)
- Krstić, M. (2008): Effect of the local heat potential on the distribution of sessile oak forests. *Bio-technology & Biotechnological Equipment*, Volume 22, No 3, pg. 804-809.
- Krstić, M., Ćirković, T. (2005): Klimatsko - vegetacijske karakteristike područja Čemernika. „8th Symposium on flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions”. Niš, Zbornik abstrakta, str. 111.
- 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. University of Belgrade Faculty of Forestry. Belgrade.* (pg. 143-158)
- Крстић, М., Томашевић Вељовић, Ј. (2015): Утицај потенцијала локалне топлоте на распрострањење шума букве на Јастрепцу. Шумарство бр. 1-2, УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-13)
- Krstić, M., Tomašević-Veljović, J., Kanjevac, B. (2015): A contribution to the Hungarian and Turkey oak site defining in central Serbia. In: Ivetid V., Stankovid D. (eds.) *Proceedings: International conference Reforestation Challenges. 03-06 June 2015, Belgrade, Serbia. Reforesta.* pg. 127-133.
- Лујић, Р. (1960): Локални топлотни фактор и његова улога у распореду вегетације. Гласник Шумарског факултета, бр. 18. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-130)
- Пено, С. (2017): Промене основних климатских параметара са надморском висином на планини Виторог. Мастер рад у рукопису. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-88)
- Ратковић, М., Токовић, З. (2001): Разрганичење пољопривредног и шумског земљишта. Поглавље у монографији: Стање, проблеми и унапређење газдовања приватним шумама. Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду. Београд.
- Стајић, С., Крстић, М., Чокеша, В., Бадић, В. (2019): Утицај орографских фактора на распрострањење шумске вегетације на Космају. Шумарство бр. 1-2, УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 69-85)
- Стаменковић, В., Вучковић, М. (2000): Ефекти досадашњег пошумљавања голих површина и реконструкције деградираних шума. Гласник Шумарског факултета бр. 82. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 145-151)
- Шебез, М., Говедар, З. (2010): Фитоценолошке и еколошке карактеристике шума на подручју Виторога у Републици Српској. Гласник Шумарског факултета Универзитета у Бањој Луци бр. 12. Универзитет у Бањој Луци Шумарски факултет. Бања Лука. (стр. 45-55)
- Шебез, М., Говедар, З. (2018): Структурне карактеристике типова шума букве, јеле и смрче на подручју Јања и Виторога у Републици Српској. Шумарство бр. 3-4, УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 89-102)
- Wang, B., Zhang, G., Duan, J. (2015): Relationship between topography and the distribution of understory vegetation in a *Pinus massoniana* forest in Southern China. *International Soil and Water Conservation Research* 3, pg. 291-304.
- *** (2007) Шумско - привредна основа за Средњеврбаско шумско - привредно подручје за период 2007 - 2017. Јавно предузеће шумарства Шуме Српске а.д. Соколац.

THE EFFECTS OF OROGRAPHIC FACTORS ON THE DISTRIBUTION
OF THE BEECH-FIR-SPRUCE FOREST ON
VITOROG MOUNTAIN – REPUBLIC OF SRPSKA

*Violeta Babić
Milun Krstić
Stefan Peno
Branko Kanjevac*

Summary

The study presents the results of the effects of orographic factors (altitude, slope, and aspect) on the distribution of the beech-fir-spruce forest on Vitorog Mountain in the Republic of Srpska. Investigations were conducted using the modified method for determining the local heat potential by Lujić (1960). It represents the potential for heating the soil without vegetation. The analyzed tree species occur in an altitude range of 900 to 1.800 m above sea level. Beech stands occur in a total of 20 combinations of thermal coordinates E and V. The ecological amplitude of stands with a beech share of 10-50% includes the range of thermal coordinates E and V from 5.7 to 8.5. Within this range, these stands occur in 19 combinations of thermal coordinates out of assumed 162 combinations. The hottest combination is 8.5 and the coldest is 5.7. The stands with a beech share of more than 50% have a narrower ecological amplitude, occurring in a total of 6 combinations ranging from 6.7 to 7.8. The hottest combination is 7.8 and the coldest 6.7. Fir stands occur in a total of 20 combinations of thermal coordinates E and V. Ecological amplitude of the stands with a share of fir over 50% is not wide and ranges from combination 6.4 as the coldest to 7.8 as the hottest. These stands occur in a total of 6 combinations of the assumed 162 combinations. The stands with a share of fir of 10-50% have much wider ecological amplitude. They occur in a total of 20 combinations of thermal coordinates. The coldest combination where these stands occur is 5.4 and the hottest 8.5. Given that spruce occurs in the greatest number of combinations of thermal coordinates compared to other species analyzed, it can be considered as the species with the highest ecological amplitude in the area of MU "Vitorog". The stands with a share of spruce of more than 90% occur in 8 combinations of thermal coordinates in the range from 5.6 to 7.2. The coldest combination where spruce stands occur with a share of over 90% is 5.6, while the warmest amounts to 8.5. These stands occur in a total of 8 of the 162 assumed combinations. The stands in which spruce occurs with 50-90% of trees are found in a total of 20 combinations of thermal factors, from 5.4 to 8.4. The coldest is 5.4 and the hottest is 8.4. The stands in which spruce participates with 10-50% also occur in 20 combinations of thermal factors, ranging from 5.4 to 8.5. The coldest combination is 5.4 and the warmest 8.5. Based on the average percentage calculated for all different stand situations depending on the share of the analyzed species, the percentage of all stands is estimated to be close to average or higher than average, which more realistically reflects the dependence of stands on orographic factors defined by the local heat potential.

Bearing in mind the above, it has been established that beech and fir stands occur in similar environmental conditions as they occupy the same 6 combinations of thermal factors (from 7.3 to 7.8).

Both tree species have higher ecological amplitudes in the stands with a share of the main species of 10-50%. Unlike beech and fir, spruce occupies a much larger number of combinations of thermal factors (a total of 11) and therefore has a significantly greater ecological amplitude. The stands with a share of spruce over 90% in the mixture occur in 3 combinations of thermal factors, while the stands with a share of 50-90% are the most numerous (8 combinations), and the stands with a share of spruce between 10 and 50% occur in 6 combinations. Considering the above, the sites in the area of MU "Vitorog" are most suitable for spruce and then equally for beech and fir.