

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Aleksander MARINŠEK

**GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV  
BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU TER ŠIRINA  
EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST V BUKOVIH  
GOZDOVIH OD SREDOZEMLJA DO SEVERNEGA  
MORJA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Aleksander MARINŠEK

**GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV  
NA BALKANU TER ŠIRINA EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST  
V BUKOVIH GOZDOVIH OD SREDOZEMLJA DO SEVERNEGA  
MORJA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**GEOGRAPHICAL AND ECOLOGICAL CLASSIFICATION OF  
BEECH FORESTS IN THE BALKANS AND NICHE WIDTHS OF  
PLANT SPECIES IN BEECH FORESTS FROM THE  
MEDITERRANEAN AREA TO THE NORTH SEA**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2012

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete in sklepa Komisije za doktorski študij Univerze v Ljubljani z dne, 21. 9. 2011, je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za opravljanje doktorata znanosti na Interdisciplinarnem doktorskem študijskem programu Bioznanosti, znanstveno področje biologija. Za mentorja je bil imenovan doc. dr. Andraž Čarni.

Doktorsko delo je bilo opravljeno na Biološkem inštitutu Jovana Hadžija ZRC-SAZU v Ljubljani.

Mentor: doc. dr. Andraž ČARNI

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Nejc Jogan (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta)

Član: doc. dr. Andraž Čarni (ZRC-SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija)

Član: doc. dr. Željko Škvorc (Univerza v Zagrebu, Šumarski fakultet)

Član: višji znan. sod. dr. Igor Dakskobler (ZRC-SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija)

Datum zagovora: 21. 11. 2012

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem besedilu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Aleksander MARINŠEK

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	574.2:582.632.2(262.2)(261.26)(043.3)=163.6
KG	<i>Fagus sylvatica</i> /bukov/bukovi gozdovi/ekologija/gradienti/ekološka niša
AV	MARINŠEK, Aleksander
SA	ČARNI, Andraž (mentor)
KZ	1000 Ljubljana, SLO, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Interdisciplinarni doktorski študij Bioznanosti, področje biologije
LI	2012
IN	GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU TER ŠIRINA EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST V BUKOVIH GOZDOVIH OD SREDOZEMLJA DO SEVERNega MORJA
TD	doktorska disertacija
OP	XIII, 128 str., 19 pregl., 27 sl., 7 pril., 185 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	<p>Delo se ukvarja s preučevanjem vpliva geografskih in ekoloških dejavnikov na členitev mezofilnih bukovih gozdov na Balkanu ter ugotavljanjem širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od različnih ekoloških gradientov v listopadnih gozdovih v Sloveniji ter širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od geografskega gradienca v evropskih bukovih gozdovih od Grčije do Norveške. Vse analize naših raziskav temeljijo na podatkovnih nizih fitocenoloških popisov in različnih računalniških programih za raziskovanje vegetacije in statističnih parametrov. V primeru mezofilnih bukovih gozdov na Balkanu smo potrdili, da se gozdovi členijo na dve geografsko ločeni zvezi <i>Aremonio-Fagion</i> in <i>Fagion moesiace</i>, ki odražata vpliv makroklimatskih in evolucijskih dejavnikov na pojavljanje posameznih tipov bukovih gozdov. Nadaljnja členitev na 7 podzvez pa je odraz lokalnih ekoloških dejavnikov. Opisali smo novo podzvezo <i>Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae</i>, kamor smo uvrstili nižinske topoljubne bukove gozdove pod vplivom kontinentalne klime. S konceptom ekološke niše so se raziskovalci ukvarjali že v preteklosti, vendar njeno ovrednotenje še vedno ostaja izziv. S pomočjo računalniškega algoritma, ki so ga razvili Fridley in sod., (2007) in temelji na sopojavljanju vrst v rastlinskih združbah, smo izračunali relativne širine ekoloških niš posameznim rastlinskim vrstam, oziroma indeks njihove habitatne specializacije (<i>theta</i>). Da bi ugotovili morebitne povezave med širinami ekoloških niš vrst in njihovimi funkcionalnimi znaki, smo vrednosti <i>theta</i> korelirali s funkcionalnimi znaki ter ekološkimi in razširitvenimi značilnostmi. Pri ugotavljanju vpliva ekoloških gradientov na širine niš smo ugotovili, da se habitatni generalisti statistično značilno pojavljajo na nižjih nadmorskih višinah, na toplejših, bolj vlažnih in s hranili bogatih tleh ter so makrofanerofiti. Pri ugotavljanju vpliva geografskega gradienca na širine ekoloških niš v evropskih bukovih gozdovih smo ugotovili, da habitatni generalisti ali specialisti na različnih delih gradienca niso iste vrste. Tridesetim vrstam, od skupno 372-ih vrst, ki smo jih v raziskavi obravnavali, se pojavlja na celotnem geografskem gradiencu. Njihova stopnja habitatne specializacije se spreminja glede na območje na gradienču, vendar enotnega trenda nismo zaznali. Zavrnili smo hipotezo, da so habitatni generalisti vrste, ki so se v preteklosti skupaj z bukvijo širile iz poledenodobnih refugijev.</p>

#### KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dd  
DC 574.2:582.632.2(262.2)(261.26)(043.3)=163.6  
CX *Fagus sylvatica*/beech forests/ecology/gradients/ecological niche  
AU MARINŠEK, Aleksander  
AA ČARNI, Andraž (supervisor)  
PP 1000 Ljubljana, SLO, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Interdisciplinary Doctoral Programme in Biosciences, Field: Biology  
PY 2012  
TI GEOGRAPHICAL AND ECOLOGICAL CLASSIFICATION OF BEECH FORESTS IN THE BALKANS AND NICHE WIDTHS OF PLANT SPECIES IN BEECH FORESTS FROM THE MEDITERRANEAN AREA TO THE NORTH SEA  
DT Doctoral Dissertation  
NO XIII, 128 p., 19 tab., 27 fig., 7 ann., 185 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB The aim of the research in the thesis was: 1.) to research geographical and ecological influences on the differentiation of mesophilous beech forests in the Balkan Peninsula, 2.) to estimate ecological niche widths of plant species in deciduous forests of class *Querco-Fagetea* in Slovenia and of plant species of beech forests on the geographical gradient from Mediterannean to North Sea region, and 3.) to estimate the dependence between ecological niche widths of plants and geographical and various ecological gradients. All the researches are based on datasets of phytosociological relevés and various computer programmes for vegetation analyses and statistical parameters. Our study confirmed two major groups of beech forests in the research area, which could be classified into two alliances: *Aremonio-Fagion* and *Fagion moesiaca*. Further classification revealed seven suballiances. We described a new suballiance *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*, which comprises lowland beech forest under the continental climate. It was also revealed that there is not just an altitudinal distribution of beech forests in the SE part of the research area, but there are also structural and functional changes of communities as a result of changed macroclimatic factors. The estimation of relative niche breadth has been a persistent problem in ecology. Fridley et al. (2007) introduced a technique of species habitat specialization assessment based on co-occurrence of species. Index *theta* reflects relative species niche width. According to this method, we calculated relative niche widths for plant species of deciduous forests in Slovenia and for plant species of beech forests in Europe. We found some significant correlations between *theta* indexes of species and their functional traits and ecological indicator values: we found habitat generalists in the Slovenian deciduous forests thriving on lower altitudes, on warmer, wetter and nutrient rich sites. Regarding the influence of geographical gradient to species' ecological niche widths, we found that habitat specialists or generalists in the beech forests are not the same species throughout the whole geographical gradient. There are 30 species of 372 observed, occurring in the whole gradient. The degree of their habitat specialization is varying regarding the position on the geographical gradient, but we didn't detect uniform trend. We rejected our hypothesis that habitat generalists are species which used to survive glacial periods together with beech in the refuge areas in Southern Europe.

## KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	X
Kazalo prilog	XIII
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 PROLOG	1
1.2 BUKEV IN NJENA RAZŠIRJENOST	2
<b>1.2.1 Taksonomske opombe</b>	<b>6</b>
<b>2 PREGLED LITERATURE</b>	<b>7</b>
2.1 GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU	7
2.2 VPLIV GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST	10
<b>2.2.1 Teoretični okvir raziskav širin ekoloških niš</b>	<b>11</b>
2.3 CILJI	16
2.4 HIPOTEZE	16
<b>3 MATERIAL IN METODE</b>	<b>18</b>
3.1 GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU	18
<b>3.1.1 Območje raziskave</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2 Metode raziskovanja</b>	<b>19</b>
3.2 VPLIV GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST V LISTOPADNIH GOZDOVIH SLOVENIJE IN BUKOVIH GOZDOVIH EVROPE	23
<b>3.2.1 Območje raziskave vpliva ekoloških gradientov na širino         ekoloških niš rastlinskih vrst v listopadnih gozdovih Slovenije</b>	<b>23</b>
<b>3.2.2 Območje raziskave vpliva geografskega gradienta na širino         ekoloških niš rastlinskih vrst v bukovih gozdovih Evrope</b>	<b>23</b>

<b>3.2.3</b>	<b>Metode raziskovanja (skupna metodologija za obe raziskavi širine ekoloških niš vrst)</b>	25
3.2.3.1	Dodatna metodologija pri ugotavljanju vpliva ekoloških gradientov na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v listopadnih gozdovih Slovenije	29
3.2.3.2	Dodatna metodologija pri ugotavljanju vpliva geografskega gradienata na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v bukovih gozdovih Evrope	31
<b>4</b>	<b>REZULTATI</b>	34
4.1	GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU	34
4.2	VPLIV GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST	50
<b>4.2.1</b>	<b>Vpliv ekoloških gradientov na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v gozdovih razreda <i>Querco-Fagetea</i> v Sloveniji</b>	50
4.2.1.1	Funkcionalni znaki	50
4.2.1.2	Ekološke indikatorske vrednosti	53
<b>4.2.2</b>	<b>Vpliv geografskega gradienata na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v bukovih gozdovih Evrope</b>	60
4.2.2.1	Celoten geografski gradienat	64
4.2.2.2	Južni del geografskega gradienata	70
4.2.2.3	Osrednji del geografskega gradienata	74
4.2.2.4	Severni del geografskega gradienata	78
4.2.2.5	Dinamika rastlinskih vrst bukovih gozdov na geografskem gradienatu	80
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA</b>	85
5.1	GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU	85
5.2	VPLIV EKOLOŠKIH GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST V GOZDOVIH RAZREDA <i>QUERCO-FAGETEA</i> V SLOVENIJI	91
5.3	VPLIV GEOGRAFSKEGA GRADIENTA NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST V BUKOVIH GOZDOVIH EVROPE	95
<b>6</b>	<b>SKLEPI</b>	1055
6.1	GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU	1055

6.2	VPLIV GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST	1055
7	<b>POVZETEK (SUMMARY)</b>	108
7.1	POVZETEK	1088
7.2	SUMMARY	1111
8	<b>VIRI</b>	1155
	<b>ZAHVALA</b>	
	<b>PRILOGE</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

str.

Preglednica 1: Funkcionalni znaki uporabljeni v naših raziskavah. Kategoričnim znakom so podani le pripadajoči atributi, ki smo jih zabeležili z analizami.	27
Preglednica 2: Sinoptična tabela bukovih gozdov jugovzhodne Evrope. Vrednost za vrste so odstotki frekvence pojavljanja.	37
Preglednica 3: Korelacije (Kendall-Tau koeficient) med DCA vrednostmi in pojasnjениmi spremenljivkami (geografska dolžina, širina, nadmorska višina, življenske oblike in horotipi).	46
Preglednica 4: Mann-Whitney U test razlik med življenskimi oblikami, ekološkimi indikatorskimi vrstami in horotipi med bukovimi gozdovi zveze <i>Aremonio-Fagion</i> (AF) in <i>Fagion moesiaceae</i> (Fm).	49
Preglednica 5: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnih rastlinskih znakov in <i>theta</i> vrednostmi, izračunana z ANOVO.	51
Preglednica 6: Pearsonova (Pea) in Spearmanova (Spe) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki, ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) in indeksom specializacije <i>theta</i> .	54
Preglednica 7: Pet najst najizrazitejših habitatnih specialistov in generalistov bukovih gozdov, ugotovljenih na celotnem gradientu od Sredozemlja do Severnega morja.	62
Preglednica 8: Najizrazitejši habitatni specialisti in generalisti po posameznih območjih geografskega gradienca od Sredozemlja do Severnega morja.	63
Preglednica 9: Pearsonova (Pea) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki in indeksom specializacije <i>theta</i> na celotnem geografskem gradientu.	65
Preglednica 10: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnimi rastlinskih znakov in <i>theta</i> vrednostmi na celotnem geografskem gradientu.	65
Preglednica 11: Pearsonova (Pea) in Spearmanova (Spe) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki, ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) rastlinskih vrst in indeksom specializacije <i>theta</i> v bukovih gozdovih na južnem delu geografskega gradienca.	72

Preglednica 12: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnih rastlinskih znakov in <i>theta</i> vrednostmi v bukovih gozdovih na južnem delu geografskega gradienta.	72
Preglednica 13: Pearsonova (Pea) in Spearmanova (Spe) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki, ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) vrst in njihovim indeksom specializacije <i>theta</i> na osrednjem delu geografskega gradienta.	75
Preglednica 14: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnih rastlinskih znakov rastlinskih vrst in <i>theta</i> vrednostmi v bukovih gozdovih na osrednjem delu geografskega gradienta.	76
Preglednica 15: Pearsonova (Pea) in Spearmanova (Spe) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki, ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) vrst in njihovim indeksom specializacije <i>theta</i> na severnem delu geografskega gradienta.	79
Preglednica 16: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnih rastlinskih znakov in <i>theta</i> vrednostmi v bukovih gozdovih na severnem delu geografskega gradienta.	79
Preglednica 17: Število vrst bukovih gozdov (po Willnerju in sod., 2009) in ostalih vrst ter njihove povprečne vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> v bukovih gozdovih. Vrednosti so podane ločeno za celoten geografski gradient ter posamezne dele gradienta proučevanega območja.	80
Preglednica 18: Seznam rastlinskih vrst, ki se pojavljajo na vseh treh različnih delih geografskega gradienta.	82
Preglednica 19: Seznam funkcionalnih znakov in EIV za rastline, ki so statistično značilno različni med habitatnimi specialisti in generalisti. Lastnosti so podane za celoten gradient in njegove posamezne dele. Legenda: + = pozitivna soodvisnost, - = negativna soodvisnost.	98

## KAZALO SLIK

	str.	
Slika 1:	Območje raziskave geografske in ekološke členitve bukovih gozdov v jugozahodni Evropi. Temno siva barva ponazarja razširjenost bukovih gozdov (vir: Bohn in sod., 2004). V raziskavo smo vključili države, ki so označene z mednarodnimi okrajšavami.	18
Slika 2:	Povprečna količina padavin (a) in povprečne mesečne temperature (b) na raziskovanem območju.	19
Slika 3:	Območje raziskave vpliva geografskega gradiента na širino ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov.	24
Slika 4:	Razširjenost bukovih gozdov v Evropi in makrolokacije refugijev bukovih gozdov, povzeto po Magri in sod. (2006). Oznake X določajo približne, subjektivno izbrane lokacije v refugijih, od katerih smo izračunali najkrajšo razdaljo do posameznega fitocenološkega popisa.	33
Slika 5:	Klasifikacija sedmih skupin vegetacijskih popisov vegetacije bukovih gozdov v jugovzhodni Evropi. Izoblikovali sta se dve večji skupini snopov, ki razkrivata delitev v dve zvezi: <i>Aremonio-Fagion</i> in <i>Fagion moesiaceae</i> . Številke snopov se nanašajo na Pregl. 2.	34
Slika 6:	Območje raziskave na izseku karte bukovih gozdov jugovzhodne Evrope (Bohn in sod., 2004). Razširjenost bukovih gozdov je označena s temno sivo barvo. Simboli prikazujejo položaj posameznih tipov bukovih gozdov.	44
Slika 7:	Detrended Correspondence Analysis (DCA) sedmih snopov s pasivno projekcijo pojasnjениh spremenljivk. Številke snopov so enake kot v Pregl. 2.	45
Slika 8:	Graf predstavlja nadmorske višine in višinski razpon pojavljanja za vsak snop posebej. Številke snopov se nanašajo na Pregl. 2.	47
Slika 9:	Graf predstavlja povprečno število rastlinskih vrst in povprečno število vrst bukovih gozdov za vsak posamezen snop.	47
Slika 10:	Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 272 rastlinskih vrst glede na Raunkierjeve življenske oblike.	52
Slika 11:	Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 272 rastlinskih vrst glede na obstojnost listov (i-trajnozeleni, s-poletnozeleni, v-pomladnozeleni).	53
Slika 12:	Statistično značilne pozitivne korelacije med indeksom specializacije <i>theta</i> in EIV rastlinskih vrst za temperaturo (12a), svetlobo (12b) ter statistično značilne negativne korelacije med indeksom specializacije	

theta ter EIV za vlažnost (12c) in hranila (12d). Višja vrednost <i>theta</i> pomeni širšo ekološko niš.	55
Slika 13: Korelacija med indeksom specializacije <i>theta</i> in povprečno nadmorsko višino pojavljanja posameznih vrst kaže na negativen trend med generalisti in povprečno nadmorsko višino pojavljanja rastlinskih vrst.	56
Slika 14: Povezava med indeksom <i>theta</i> in temperaturnimi potrebami posameznih vrst.	57
Slika 15: Povezava med indeksom specializacije <i>theta</i> in potrebami posameznih vrst za hranila in vlago.	58
Slika 16: Analiza z regresijskim drevesom označuje povprečno nadmorsko višino pojavljanja vrst kot najbolj pomemben dejavnik pri razporeditvi rastlinskih vrst na gradientu specialist-generalist.	59
Slika 17: Območje raziskave vpliva geografskega gradiента na širino ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov.	60
Slika 18: Območje raziskave vpliva geografskega gradienta na širino ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov.	61
Slika 19: Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 372 rastlinskih vrst glede na Raunkierjeve življenske oblike v bukovih gozdovih na celotnem geografskem gradiantu (C-hamefiti, G-geofiti, H-hemikriptofiti, M-makrofanerofiti, N-nanofanerofiti, P-pseudofanerofiti, S-hemifanerofiti, T-terofiti).	66
Slika 20: Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 302 rastlinski vrsti glede na funkcionalen znak <i>prenašalec peloda</i> (ge/in = geitonogamija in insekti; in = insekti; se = samooprašitev; se/in = samooprašitev in insekti; wi = veter; wi/in = veter in insekti; wi/se = veter in samooprašitev).	67
Slika 21: Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 322 rastlinskih vrst glede na višinski pas uspevanja določenih vrst v bukovih gozdovih na celotnem geografskem gradiantu (a = alpinska vrsta; m = montanska vrsta; s = subalpinska vrsta).	68
Slika 22: Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 302 rastlinski vrsti glede na funkcionalni znak <i>oceanskost</i> določenih vrst v bukovih gozdovih na celotnem geografskem gradiantu (ks = šibka kontinentalna; o = oceanska; os = šibka oceanska; sks = šibka subkontinentalna; so = suboceanska; sos = šibka suboceanska vrsta).	69
Slika 23: Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 314 rastlinskih vrst glede na funkcionalni znak <i>produkcia semena</i> v bukovih gozdovih na	

	celotnem geografskem gradientu ( $f =$ fakultativno apomiktična produkcija, $s =$ amfimiktična produkcija semena).	70
Slika 24:	Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 86 rastlinskih vrst glede na funkcionalni znak <i>produkcija semena</i> v bukovih gozdovih na južnem delu gradienta ( $f =$ fakultativno apomiktična produkcija, $s =$ amfimiktična, spolna produkcija semena).	73
Slika 25:	Vrednosti indeksa specializacije <i>theta</i> za 160 rastlinskih vrst glede na funkcionalni znak <i>tip strategije</i> v bukovih gozdovih na osrednjem delu geografskega gradienta. (C = kompetitorska vrsta; CS = kompetitorska in stres tolerantna vrsta; CSR = kompetitorska-stres tolerantna-ruderalna vrsta).	77
Slika 26:	Razporeditev lokacij fitocenoloških popisov vzdolž geografskega gradienta od Grčije do Norveške z različnimi vsebinami: vse zabeležene rastlinske vrste v posameznem popisu (a), število vrst bukovih gozdov v posameznem popisu (b), % pokrovnosti, ki ga imajo vrste bukovih gozdov v posameznem popisu (c) ter % vrst bukovih gozdov glede na vse vrste, ki se pojavljajo v posameznem popisu (d).	84
Slika 27:	Ovisnost števila rastlinskih vrst v posameznem popisu glede na oddaljenost od najbližjega potencialnega refugija: celoten nabor vrst v popisih (a), vrste bukovih gozdov v popisih (b).	84

## KAZALO PRILOG

- Priloga 1: Bibliografija podatkovnega niza za analizo geografske in ekološke členitve bukovih gozdov na Balkanu. Številke snopov se nanašajo na Pregl. 2 ter Slike 5–9.
- Priloga 2: Seznam gozdnih združb uporabljenih v raziskavi ugotavljanja širine ekoloških niš v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji.
- Priloga 3: Seznam 323 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji.
- Priloga 4: Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienca.
- Priloga 5: Seznam 99 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienca od Sredozemlja do Severnega morja – južni del gradienca.
- Priloga 6: Seznam 191 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienca od Sredozemlja do Severnega morja – za osrednji del gradienca (Slovenija).
- Priloga 7: Seznam 103 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienca od Sredozemlja do Severnega morja – za severni del gradienca.

## 1 UVOD

### 1.1 PROLOG

Bukovi gozdovi so bili že od samega začetka dela na Biološkem inštitutu Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU predmet mojega zanimanja in tudi raziskovanja. Sprva sem se pod vodstvom dr. Lojzeta Marinčka posvetil fitocenološkim in pedološkim raziskavam slovenskih ostankov pragozdov, kjer je v večini primerov glavna graditeljica gozdnih sestojev prav bukev. Rezultate najinega raziskovanja bukovih gozdov sva tudi objavila (Marinček in Marinšek, 2003, 2004). Spoznanje, da v gozdu nenehno potekajo zapleteni ekološki procesi, ki jih počasi začenjaš razumeti šele z raziskavami na terenu (vendar nikoli do konca), me je vodilo k diplomske nalogi, ki sem jo naredil pod vodstvom prof. dr. Jurija Diacija. Vetroлом v pragozdnem ostanku nam je ponudil vpogled v ekološke procese, ki se v bukovih gozdovih začenjajo po motnji, ko se spremenijo določeni ekološki dejavniki (Marinšek in Daci, 2004). Na spremenjenost ekoloških pogojev v bukovih gozdovih vpliva tudi smreka, ki smo jo v preteklosti umetno vnašali v slovenske gozdove. Kot gozdarja-ekologa me je zanimalo, kakšen je njen vpliv na floristično sestavo bukovega gozda (Čarni in sod., 2011). Ekološko pestrost bukovih in tudi ostalih slovenskih gozdov sem skozi vsa ta leta lahko opazoval tudi v sklopu drugih projektnih nalog, še najbolj pa preko kartiranja gozdne vegetacije. V zadnjih letih smo raziskovali gozdno vegetacijo tudi zunaj meja Slovenije. Ravno raziskave gozdov, med drugimi tudi bukovih, na Galičici v Makedoniji (Čarni in sod., 2011) so nas napeljali na idejo o raziskavah bukovih gozdov na širšem območju Evrope. Glede na moje dosedanje ukvarjanje z bukovimi gozdovi je bila odločitev nekako logična.

Pričujoča doktorska disertacija je na prvi pogled ločena na dva različna dela, ki pa sta bolj povezana kot se morda zdi. Rdeča nit celotne doktorske naloge so veliki podatkovni nizi fitocenoloških popisov, ki so temelj vseh opravljenih analiz. Na začetku raziskave smo izdelali podatkovno bazo fitocenoloških popisov z območja Balkana. Le-ta naj bi bila osnova za ekološko in geografsko členitev bukovih gozdov na Balkanu in za ugotavljanje širin ekoloških niš rastlinskih vrst v slovenskih listopadnih gozdovih. Glede na to, da gozdove členimo na podlagi njihove floristične sestave, ki se zaradi različnih gradientov živih in neživih dejavnikov spreminja, se povezava s poznavanjem širin ekoloških niš

posameznih rastlinskih vrst zdi smiselna. Nadaljnje zanimanje za dejavnike, ki vplivajo na ekološke širine rastlinskih vrst, nas je pripeljalo do ideje, da bi le-te ugotavljali na širšem geografskem gradientu. S tem namenom smo izdelali podatkovno bazo fitocenoloških popisov bukovih gozdov, ki so nastali na območju med Sredozemljem in Severnim morjem. To nam je na koncu omogočilo vpogled v stopnjo habitatne specializacije rastlinskih vrst in njihove razširjenosti v bukovih gozdovih Evrope in primerjavo z našimi bukovimi gozdovi.

Prvi problem, ki ga želimo z doktorsko disertacijo rešiti, se nanaša na bukove gozdove na Balkanskem polotoku. Iz številnih starejših raziskav, narejenih na bolj ali manj lokalnem nivoju, vemo, da obstaja na tem področju veliko različnih tipov bukovih gozdov. Z raziskavo do sedaj najširšega enotnega območja raziskave in s pomočjo najnovejših računalniških metod smo žeeli ugotoviti, kako in zaradi česa se ti gozdovi med seboj ločijo. Zanimalo nas je predvsem, kateri so geografski in ekološki dejavniki, ki na te gozdove vplivajo. Vplivi različnih dejavnikov se zrcalijo v različni floristični sestavi teh gozdov, torej jih lahko posredno ugotovimo iz fitocenoloških popisov. Le-ti nam podajajo kombinacijo in številčnost/pokrovnost vrst v določenem tipu gozda na določenem prostoru. Rezultate te raziskave smo že objavili (Marinšek in sod., 2012) in jih podajamo v tej disertaciji.

Drugi raziskovalni problem, ki ga z doktorsko disertacijo skušamo rešiti, se nanaša na ugotavljanje širine ekoloških niš posameznih rastlinskih vrst v bukovih gozdovih, ki se nahajajo na različnih gradientih. Le-te v grobem ločimo na geografske ter različne ekološke (temperaturni, vlažnostni, višinski, ...). Poleg tega da želimo raziskati, katere vrste so habitatni specialisti in katere habitatni generalisti, nas zanimajo tudi značilni funkcionalni znaki (ang.: *functional traits*), ki so jih skozi evolucijo razvile vrste-specialisti in generalisti na proučevanih gradientih.

## 1.2 BUKEV IN NJENA RAZŠIRJENOST

Bukev (*Fagus sylvatica* L.) je najbolj pogosta drevesna vrsta v zmernem pasu Evrope, kjer bukovi gozdovi pokrivajo izjemno velike površine. Skupna površina je ocenjena na 14 do 15 milijonov hektarjev (brez površin na Kavkazu). Največje površine bukovih gozdov so v

Franciji, srednji in južni Nemčiji in na jugovzhodu Evrope (Karpati, Dinaridi in gorovje Balkana) (Hahn in Fanta, 2001; Bohn in sod., 2004). Severna meja areala uspevanja bukve na severu je jug Skandinavije, kjer bukev uspeva tudi na morskih obalah. V srednji Evropi bukovi gozdovi uspevajo na različnih rastiščih in imajo širok višinski razpon uspevanja. Jug Evrope, natančneje osrednji del Grčije, pa predstavlja za bukev južno mejo areala uspevanja (Slika 1). Tu se bukovim gozdovom višinski razpon uspevanja skrči le na vlažne gorske predele (Bergmeier in Dimopoulos, 2001; Dierschke in Bohn, 2004). Razlog za tak vzorec pojavljanja so ekološke potrebe bukve. Buksa je subatlantska vrsta, ki najbolje uspeva na vlažnih rastiščih. Sušno in hladno kontinentalno podnebje pa ji ne ustreza (Brus, 2004). Glavni vzroki, ki omejujejo njeno uspevanje v severni in vzhodni Evropi, so nizke zimske temperature, kratka vegetacijska doba in pozne spomladanske pozebe (Peters, 1997; Bolte in sod., 2007).

Obstoj rodu *Fagus* je v Evropi dokazan za obdobje pred kvartarjem, to je pred 1,7 milijoni let (Denk in sod., 2002). Vendar pa se je njena razširjenost skozi kasnejša obdobia spremajala. V kvartarju so na floro in vegetacijo v Evropi močno vplivala klimatska nihanja. Območja uspevanja listopadnih gozdov, ki predstavljajo prevladujočo naravno vegetacijo zmernega in submediteranskega dela Evrope, so se glede na klimatska nihanja ponavljajoče krčila in ponovno širila. Krčenje in širjenje je vedno sledilo ciklu ledenodobnih in poledenodobnih obdobij. Med viškom poledenitve so bili listopadni gozdovi omejeni samo na posebna območja v južni Evropi, ki jim rečemo refugiji (ang.: *refuge areas*) (Bennet in sod., 1991; Prentice in sod., 2000; Magri in sod., 2006, Leroy in Arpe, 2007).

Dobro uveljavljena ideja ponovne poledenodobne širitve bukve proti severu Evrope je bila v preteklosti predmet mnogih raziskav, predvsem na osnovi genetike, fosilnih ostankov in kombinaciji obojega (Willis 1992, 1994; Magri in sod., 2006; Svenning in sod., 2008; Denk in Grimm, 2009).

Raziskave Magrijeve in sod. (2006) kažejo na to, da ima večina populacije bukve v srednji, vzhodni in severni Evropi zelo homogeno genetsko sestavo. Za južno in zahodno Evropo pa je značilna nehomogena sestava in številne ločene populacije v južni Franciji ter na

Iberskem, Italijanskem in Balkanskem polotoku. Zadnje medledenodobno obdobje (obdobje eemian – od 127.000 do 112.000 let pred sedanostjo) je bilo celo toplejše od današnjega. Za to obdobje sta visok odstotek bukve na območju vzhodne Bolgarije ugotovili Bozilova in Djankova (1976). Drugod po Evropi se je zmerna širitev bukve v tem obdobju nakazovala le v srednji Italiji, medtem ko so v Franciji, Nemčiji in zahodni Švici ugotovili le nizek odstotek bukovega peloda (deBeauleu in Reille, 1984; Welten, 1982; Grüger in Schreiner, 1993). Pomembno odkritje oglja bukve sta na Slovaškem zabeležila Hajnalová in Krippel (1984). Po eemianskem obdobju se je bukev pričela širiti po Evropi. Najvišji delež bukve so za to obdobje zabeležili na območjih blizu eemanskih refugijev (Italija, Francija, Slovenija), pa tudi na Balkanu, še posebej v severozahodni Grčiji. Šercelj (1966) je s palinološkimi raziskavami ugotovil, da francoska populacija bukve ni bila povezana s populacijami bukve v vzhodnih Alpah. Na območju srednje Evrope je bil pelod bukve prisoten, vendar v diagramih nikjer ni presegal 2 % (Magri in sod., 2006). Med leti 85 000 in 70 000 pred sedanostjo je bila bukev zmerno prisotna v Franciji, na Balkanu in v Italiji. Znatno širitev bukve v Pirinejih in vzdolž obale severne Španije so za to obdobje ugotovili Burjachs in sod. (1996) ter Ramil-Rego in sod. (2000). Od 70.000 do 10.000 let pred sedanostjo se je areal bukve v Evropi zopet močno zmanjšal. Za to obdobje je pomembno odkritje bukovega oglja na Moravskem, ki sega v obdobje 26.000 let pred sedanostjo (Damblon in Haeaerts, 1997) ter odkritje približno 38.000 let starih bukovih makrofossilov v slovenski Istri (Šercelj in Culiberg, 1991; Šercelj, 1996). Količina bukovega peloda se je v analizah za obdobje začetka holocena (od 10.000 do 9.000 let pred sedanostjo) znatno povečala na območju osrednje Italije in med vzhodnimi Alpami in zahodno Madžarsko. Med obdobjem 8.000 in 7.000 let pred sedanostjo analize kažejo, da je bukev v Dalmaciji dosegla 2 % peloda v pelodnem diagramu. Podatki za Hrvaško so zelo skopi in je težko določiti, ali se je bukev razširila na to območje s severa ali juga. Pojav peloda v Albaniji kasneje, po obdobju 6.500 let pred sedanostjo, podpira hipotezo o migraciji bukve iz Slovenije. Ista populacija se je v tem obdobju razširila tudi v Avstrijo (Magri in sod., 2006). V obdobju med 5.000 in 4.000 leti pred sedanostjo se je bukev začela hitro širiti v srednjo Evropo, še posebej v osrednjo Nemčijo, ter proti Karpatom na vzhod. Na Balkanskem polotoku je bila bukev prisotna na različnih območjih (Albanija, severna Grčija, Bolgarija), vendar pa so bile te populacije popolnoma ločene od tistih v Romuniji. V obdobju med 3.000 in 2.000 leti pred sedanostjo je bukev dosegla Anglijo,

južno Skandinavijo in zahodno Poljsko. Pred 1.000 leti je bukev dosegla približno tak areal, kot je sedanji (Magri in sod., 2006). Po mnenju Björkmana (1997) se je bukev v začetnem obdobju subatlantika (pred približno 2 800 leti) razširila severneje od današnjega areala. Kasnejša klimatska zaostritev in hitro širjenje smreke proti jugu, skupaj s človekovim vplivom na skandinavsko krajino, je bukev potisnila na jug in zahod Skandinavije. Kielland-Lund (1993) navaja dokaze, da bukev še vedno ni dosegla mejá svoje potencialne razširitve na jugu Švedske, ravno tako pa se na najbolj skrajno severnem območju uspevanja, na Norveškem, bukev trenutno širi. Na dejstvo, da je zelo malo znanega o migracijski zgodovini rastlinskih vrst, ki so tesno povezane z bukovimi gozdovi, pa so s svojo študijo nedavno opozorili Willner in sod. (2009).

Glede na široko ekološko amplitudo pojavljanja bukve ni presenetljivo, da je floristična sestava bukovih gozdov tako raznolika. Velik delež te raznolikosti lahko pripisemo razlikam v nadmorskih višinah in dejavnikom tal (Bergmeier in Dimopoulos, 2001; Willner, 2002; Tsiripidis in sod., 2007). Veliko spremljajočih rastlinskih vrst podstojnih plasti pa ima ožjo ekološko amplitudo kot bukev in so zato omejene le na določen tip bukovega gozda. Vendar pa je pomemben delež spremenjenosti vrstne sestave težko razložiti samo z razlikami v ekoloških dejavnikih. Te razlike navadno povezujejo z geografskimi gradienti (Dierschke 1990; Dierschke in Bohn 2004; Tsiripidis in sod. 2007). Veliko vrst v zeliščni plasti bukovih gozdov se pojavlja samo na nekaterih delih areala uspevanja bukve, nekatere na širšem območju in nekatere samo v goratih predelih. Na dejstvo, da je ta vzorec lahko tudi odslikava zgodovine poledenodobne rekolonizacije, so v preteklosti že omenjali Oberdorfer in Müller (1984) ter Dierschke in Bohn (2004).

Nenazadnje je na pojavljanje in podobo zmernih listopadnih gozdov, vključno z bukovimi, močno vplival tudi človek. Stopnja antropogenega preoblikovanja bukovih gozdov je po ugotovitvah Hannah in sod. (1995) veliko večja od kateregakoli drugega gozdnega tipa. V srednji Evropi se je zaradi umetno osnovanih nasadov iglavcev, še posebej smreke in rdečega bora, areal bukovih gozdov v 20. stoletju znatno zmanjšal. Kljub temu ostaja bukev v tem delu Evrope prevladujoča drevesna vrsta. Še posebej v podgorskih in gorskih gozdovih (Diekmann in sod., 1999).

Bukev je ena od najtemeljiteje raziskanih drevesnih vrst v Evropi. Skupaj z njo tudi bukovi gozdovi; tako z vidika ekologije, paleoekologije, genetike, gospodarjenja ipd. Razlog za velik raziskovalni interes je njena široka razširjenost in visoka ekomska vrednost. Seveda pa obstaja še precej problemov in nepojasnjениh vprašanj.

### 1.2.1 Taksonomske opombe

Na raziskovanem območju je taksonomski nivo podvrst vrste *Fagus* zapleten in je smiselno, da ga zavoljo razumevanja obravnavane tematike skušamo predstaviti.

Na območju Balkana sta dve dobro definirani podvrsti vrste *Fagus sylvatica*: *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica* in *F. sylvatica* subsp. *orientalis* (Denk, 1999). Leta 1933 je Czeczott (Czeczott, 1933) na Balkanskem polotoku opisal vrsto *Fagus moesiaca*, kot vrsto z vmesnimi morfološkimi znaki obeh prej naštetih vrst. Z vidika najnovejših taksonomskih uvrstitev je to vrsta, katere status je še vedno nejasen in je predmet številnih raziskav (Gömöry in sod., 1999; Magri in sod., 2006; Gömöry in Paule, 2010). Nekateri avtorji, predvsem srbski, jo še vedno obravnavajo kot samostojno vrsto (Cvjetičanin, 2003; Cvjetičanin in Novaković, 2004, Čurović in sod., 2011), veliko raziskovalcev pa dopušča njen obstoj, vendar z zadržki (Gömöry in sod., 1999; Magri in sod., 2006; Brus, 2010; Gömöry in Paule, 2010). Gömöry in Paule (2010) menita, da razlikovanje vrste *Fagus moesiaca* (ne glede na taksonomski rang) ni utemeljeno. Če bi se ta vrsta že uporabljala za evropsko populacijo, ki ima svoje poreklo v katerem od balkanskih refugijev, potem bi morala biti po mnenju Magri in sod. (2006) rezervirana za populacije na skrajnem južnem delu Balkana.

## 2 PREGLED LITERATURE

### 2.1 GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU

Na celotnem arealu uspevanja bukve so se izoblikovali različni tipi bukovih gozdov in na splošno so te razlike v širšem pogledu posledica zgodovinskih, fitogeografskih, makroklimatskih in makroekoloških dejavnikov, medtem ko so na regionalnem nivoju posledica edafskih, mezoklimatskih in ekoloških dejavnikov (Bergmeier in Dimopoulos, 2001). Običajno se pedološke razmere štejejo za glavni dejavnik na regionalnem nivoju (Ellenberg, 1996), medtem ko ima makroekološka diferenciacija (geografska lega in klima) na širšem področju večji vpliv (Dierschke, 1990; Dierschke in Bohn, 2004). Dierschke in Bohn (2004) sta predlagala členitev evropskih bukovih gozdov v 9 regionalnih zvez, ki temeljijo na geografski legi gozdov. Naknadna razdelitev na podzveze naj bi po njihovem mnenju temeljila na kombinaciji in postopnem izginjanju različnih skupin rastlinskih vrst kot posledica spremenjenih ekoloških dejavnikov. Med raziskovalci – sintaksonomi, ki so se in se še vedno ukvarjajo s klasifikacijo evropskih bukovih gozdov (Soó, 1964; Horvat in sod., 1974; Török in sod., 1989; Dierschke, 1990; Dierschke in Bohn, 2004), je vseskozi prisotna dilema o najpomembnejših dejavnikih, ki vplivajo na klasifikacijo. Willner (2002) in Tzonev in sod. (2006) zagovarjajo pristop, ki temelji na ekoloških dejavnikih, medtem ko Dierschke (1990), Dzwonko in Loster (2000), Bergmeier in Dimopoulos (2001) ter Dierschke in Bohn (2004) poudarjajo razlikovanje na geografskih osnovah. Različne študije pa nakazujejo, da so klasifikacije, ki upoštevajo tako ekološko, kot tudi geografsko razlikovanje na splošno bolj ustrezne od tistih, ki temeljijo le na eni od njih (e.g. Dzwonko in Loster, 2000).

Sintaksonomija in klasifikacija bukovih gozdov Balkana je zaradi kompleksnosti območja in manjšega števila opravljenih raziskav veliko manj jasna od tiste v srednji in zahodni Evropi (Dzwonko in Loster, 2000).

Sicer obstaja kar nekaj različnih klasifikacij, ki pa so večinoma narejene na regionalnem nivoju (Dzwonko in Loster, 2000; Bergmeier in Dimopoulos, 2001; Tzonev in sod., 2006; Tsiripidis in sod., 2007). Narejenih je tudi nekaj posameznih sintaksonomskeih seznamov

(Stefanović, 1986; Marinček in sod., 1993; Vukelić in Baričević, 2002; Redžić, 2007; Rexhepi, 2007; Dakskobler, 2008; Trinajstić, 2008; Šilc in Čarni, 2012; Kavgaci in Čarni, 2012), vendar brez sinteze, ki bi vključevala celotno območje jugovzhodne Evrope.

V začetnih študijah so mnogi raziskovalci bukove gozdove raziskovanega območja členili na regionalne zveze. Prvi je bil Horvat (1938), ki je samo omenil možnost vključitve bukovih gozdov iz območja od jugovzhodnih Alp do Albanije in Grčije v posebno genetsko-geografsko skupino in jo poimenoval *Fagion sylvaticae illyricum*. Kasneje je Horvat (1950) uvrstil tudi makedonske in srbske bukove gozdove v zvezo *Fagion illyricum* ter pokazal na njihovo različno floristično zgradbo. Izpostavil je tudi manjšo prisotnost ilirskih flornih elementov v primerjavi z bukovimi gozdovi severozahodnega dela Balkana (Slovenija in Hrvaška). Bukove gozdove jugovzhodne Srbije in Bolgarije je Soó (1963, 1964) uvrstil v zvezo *Fagion dacicum*, čeprav mnoge od diagnostičnih vrst te zveze, ki jo je opisal, niso prisotne na tem območju. Poimenoval jih je mezijski bukovi gozdovi, z razlikovalno vrsto *Fagus moesiaca*. Dafis (1973) je uporabil ime *Fagion moesiaceae* za zvezo bukovih gozdov v Grčiji (danes je to zveza *Geranio versicoloris-Fagion*), čeprav sta Blečić in Lakušić (1970) že leta 1970 zvezo *Fagion moesiaceae* veljavno objavila. Leta 1974 so Horvat in sod. (1974) analizirali podatke ter opisali in veljavno objavili zvezo *Fagion moesiacum*. Prostorsko so jo umestili v osrednji in vzhodni Balkan, vendar so pri objavi uporabili neveljavno ime, saj je Fukarek (1969) pred njimi pri neveljavni objavi uporabil taisto ime za zvezo kisloljubnih bukovih gozdov. Ravno tako so Horvat in sod. (1974) omejili območje gozdov zveze *Fagion moesiacum* glede na areal vrste *Fagus moesiaca*. Njihovo mnenje je bilo v regiji v veliki meri sprejeto (Jovanović in sod., 1986) in ponekod poimenovanje uporabljam še danes (Stojanović, 2005).

Török in sod. (1989) so neveljavno opisano ime *Fagion illyricum* zamenjali z novim, *Aremonio-Fagion*. Marinček in sod. (1993) so naredili nomenklaturno revizijo asociacij, uvrščenih v to zvezo.

Veliko težav pri raziskavi nam je povzročalo neenotno stališče raziskovalcev, ki so imeli različna stališča do sintaksonomskega nivoja uvrstitev bukovih gozdov in pomena fitogeografije. Kot smo omenili že uvodoma, so bili v preteklosti ti gozdovi uvrščeni v

različne zveze. Tudi v zadnjih letih so na tem območju potekale podobne raziskave, ki pa sintaksonomije bukovih gozdov niso poenotile. Dzwonko in Loster (2000) nista upoštevala zveze *Fagion moesiaca* in sta predlagala sintaksonomske uvrstitev bukovih gozdov jugovzhodne Srbije, Makedonije in severne Grčije v zvezo *Aremonio-Fagion* in nadalje v podzvezo *Doronico columnae-Fagenion*. Bergmeier in Dimopoulos (2001) sta uvrstila bukove in jelovo-bukove gozdove v enotno srednjeevropsko zvezo *Fagion sylvaticae*. Rodwell in sod. (2002) so predlagali uvrstitev bukovih in jelovo-bukovih gozdov na območju vzhodno od reke Drine pa do gorovja Rodopov v zvezo *Doronico orientalis-Fagion moesiaca*. Gozdove tega območja sta Dierschke in Bohn (2004) uvrstila v dve zvezi: gozdove osrednjega Balkana (od južne Srbije in Makedonije do zahodne Bolgarije) v zvezo *Doronico columnae-Fagion moesiaca*, tiste iz severovzhodne in osrednje Grčije pa v zvezo *Doronico orientalis-Fagion moesiaca*. Tzonev in sod. (2006) niso podprli koncepta zveze *Fagion moesiaca*. Nakazali so povezano (podobnost) bolgarskih mezofilnih in kisloljubnih bukovih gozdov z zvezo *Doronico columnae-Fagion moesiaca* in termofilnih bukovih gozdov z zvezo *Doronico orientalis-Fagion moesiaca*, vendar so njihove gozdove uvrstili v tri različne zveze: *Luzulo-Fagion*, *Asperulo-Fagion* in *Cephalanthero-Fagion*, kar je zelo podobno predlogu Willnerja (2002) za južne srednjeevropske bukove gozdove. Tudi v primeru klasifikacije bukovih gozdov v Bosni in Hercegovini ne upoštevajo imena *Fagion moesiaca* in so predlagali novo, vendar neveljavno ime *Seslerio-Fagion sylvaticae* (Redžić in Barudanović, 2010).

Že Bergmeier in Dimopoulos (2001) sta si zastavila vprašanje, kako se grške združbe bukovih gozdov sintaksonomsko ujemajo z ostalimi balkanskimi in evropskimi. Znotraj okvira jugovzhodne Evrope smo si podobno vprašanje na začetku raziskave postavili tudi mi.

## 2.2 VPLIV GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST

Merjenje relativne širine ekološke niše vrst predstavlja problem v ekologiji že od nekdaj (Hutchinson, 1957; Horn, 1966; Wuenscher, 1969). Žal je izmera odziva določene vrste vzdolž vseh potencialno pomembnih okoljskih dimenzij, ki določajo pojavljanje neke vrste, neizvedljiva. Omejitev analize na enega ali le nekaj (lahko merljivih) okoljskih gradientov pa je lahko zavajajoča, kajti vrsta, ki je na nekem gradientu specialist, je lahko generalist na drugem (Crawley, 1997). Po drugi strani pa mora ostati ocena specializacije na osnovi habitata nenatančna, kajti habitatni niso ločeni subjekti. V želji, da bi presegli prej omenjeno težavo, so Fridley in sod. (2007) razvili nov pristop, ki temelji na sopojavljanju vrst in razvršča vrste vzdolž gradiента realiziranih širin niš – ali kakor oni poimenujejo – habitatni generalizem proti specializmu. Razvili so računalniški algoritem, ki temelji na predpostavki, da v reprezentančnem podatkovnem nizu sopojavljajočih se vrst, habitatna specializacija določene vrste ustrezava  $\beta$ -diverziteti teh vrst (različnost vrst med ploskvami). Predvidevajo, da imajo vrste, ki se pojavljajo v različnih habitatih (generalisti), relativno visoko mero različnosti vrst med ploskvami, na katerih se pojavljajo. Habitatni specialisti, ne glede na njihovo frekvenco pojavljanja v podatkovnem nizu, izkazujejo relativno majhno različnost vrst znotraj združbe zaradi tega, ker se konstantno sopojavljajo z istimi vrstami na določeni ploskvi.

Habitatni generalisti se v svojem območju po tej predpostavki sopojavljajo z velikim številom vrst, medtem ko se habitatni specialisti z relativno manjšim. Tako vzorec vrstnih sopojavljanj določa habitatno raznolikost (Fridley in sod., 2007). Metoda indirektno ovrednoti Grinnellovo realizirano specializacijo s tem, da odraža odziv vrste na okoljsko heterogenost. Istočasno pa posredno vključuje vpliv ene vrste na drugo, in meritev kot taka posredno odraža tudi Eltonovo realizirano specializacijo (Devictor in sod., 2010). S konceptom te relativno nove metode in njegovim spremenjanjem so se kasneje ukvarjali tudi Zelený (2009), Manthey in Fridley (2009) ter Botta-Dukát (2012). Metodo so do sedaj uspešno uporabili za različna raziskovalna vprašanja in za različne organizme (Rannap in sod., 2009; Chabrére in sod., 2010; Albert in sod., 2010; Zelený in sod., 2010; Abadie in sod., 2011; Manthey in sod., 2011; Boulangeat in sod., 2012).

### 2.2.1 Teoretični okvir raziskav širin ekoloških niš

Términ "ekološka niša" se je pojavil že na začetku 20. stoletja. Grinnell (1917) je definiral nišo kot opis habitatnih potreb določene vrste. Prva formulacija koncepta ekološke niše je bila definirana s prostorom, ki ga vrsta lahko zavzame v naravi, in je določena s prednostno hrano, karakteristikami mikrohabitata, dnevno in sezonsko specializacijo ter izogibanjem plenilcem. Znanje o vrstni niši, ki jo opredeljujejo habitatne potrebe rastlinske vrste, je osnova za razumevanje in napovedovanje njene geografske razširjenosti. Ta koncept je veliko bolj pomemben v biogeografiji in makroekologiji kot pa v ekologiji združb ali ekosistemov. Elton (1927) pa je razumel nišo kot ekološko funkcijo vrste. V njegovem dojemanju koncepta niše ima vsaka vrsta posebno vlogo v ekosistemu in njegovi dinamiki. Vsaka taka vloga je lahko izpolnjena z različnimi vrstami na različnih krajih. Eltonovo nišo lahko apliciramo na različne vrste, na primer "niša zapolnjena s pticami, ki jedo male sesalce". Ta funkcionalna niša se torej nanaša na pozicijo vrste v prehranjevalni verigi, koncept pa je ponavadi primeren za ekosistemsko ekologijo.

Kasneje so raziskovalci s témminom ekološka niša želeli na enostaven način opisati kompleksnost dejavnikov, ki vplivajo na rastlinske in živalske vrste. Hutchinson je leta 1957 predpostavil, da je ekološka niša večdimenzionalen hiperprostor v ekološkem okolju, ki je določen z vrstnimi potrebami po reprodukciji in preživetju, in realizira vse potrebe neke vrste. Vsaka dimenzija v okolju niše predstavlja okoljsko spremenljivko, ki je potencialno ali aktualno pomembna za obstoj vrste. Te spremenljivke so žive in nežive narave in jih lahko predstavimo kot enostavne fizikalne količine: temperatura, svetloba, vlažnost, pa tudi kot bolj kompleksne: struktura tal, nagib terena, kompleksnost vegetacije ali različne meritve karakteristik virov. Niše je videl kot nekaj dinamičnega, kjer prisotnost ene vrste zavira prisotnost druge zaradi medvrstne kompeticije. S tem pa spreminja tudi njen ekološko nišo znotraj večdimenzionalnega okolja. Njegov koncept združuje ekološke potrebe določene vrste z njen funkcijsko vlogo v lokalni združbi. Chase in Leibold (2003) sta definirala ekološko nišo kot skupnost vseh okoljskih dejavnikov, ki omogoča organizmom, da ohranijo rodnost enako ali višjo od mortalitete. Ena zadnjih definicij, ki sta jo podala Polechová in Storch (2008), je tudi izraz za položaj določene vrste v ekosistemu in vsebuje tako razpon dejavnikov, ki so potrebni za obstoj vrste, kot tudi njen

ekološko vlogo v ekosistemu. Vse interakcije med vrsto ter živim in neživim okoljem so povzete v ekološki niši, ki predstavlja osnoven in temeljen ekološki koncept. Okolje vpliva na vse vrste, istočasno pa tudi same vplivajo na okolje drugih vrst.

Hutchinson (1957) je razkorak med tem, kje vrsta lahko živi in kje dejansko živi, formaliziral z izrazoma temeljna niša (ang.: *fundamental niche*) in realizirana niša (ang.: *realized niche*). Temeljno nišo je določil kot vsoto vseh možnosti ekološke niše, na katero je vrsta genetsko prilagojena. Temeljna niša je območje hiperprostora, v katerem bi ob odsotnosti drugih biotskih dejavnikov (vrst) določena vrsta lahko hipotetično živel. Realizirana niš pa predstavlja delež realiziranega okoljskega prostora, v katerem vrsta v ekosistemu dejansko živi. Je podskupina abstraktne temeljne niše, kjer vrsta lahko prezivi ob prisotnosti drugih vrst, ki tekmujejo za iste vire. Že po definiciji je jasno, da je realizirana niš vedno manjša od temeljne. Večina vrst v naravi zaseda realizirane in ne temeljne ekološke niše (Begon in sod. 1990; Tome, 2006).

Zgodovinski razvoj teorije niše je zelo tesno povezan z enim najpomembnejših tem v ekologiji, to je problem vrstne kompeticije in koeksistence. Razлага kompeticijskega izključevanja vrst leži v dejstvu, da izraba nekega omejenega vira vodi do njegovega izčrpanja, in populacijska rast nujno pelje do trenutka, ko je vir nezadosten za nadaljnjo rast. Pojavlja se vprašanje, kako podobne so si lahko ekološke niše vrst, da je lokalna koeksistensa še zagotovljena. To vprašanje se je spremenilo v problem "limitirajoče podobnosti". Hutchinson (1957) trdi, da je realizirana niša vrste ekskluzivna, kar pomeni, da si dve vrsti ne moreta deliti iste niše, pa tudi, da prekrivanje realiziranih niš v stabilnem okolju ni mogoče. Teorija limitirajoče podobnosti, ki sta jo formulirala MacArthur in Levins (1967), pa predvideva minimalno stopnjo prekrivanja pri krivulji izrabe virov. Pokazala sta, da je sopojavljanje med vrstama, ki izrabljata trajen vir, mogoča, ko je doseženo ustrezno razmerje med širino niše in razdaljo med vrstnimi optimumi.

Zaradi živih in neživih dejavnikov ter prisotnosti/odsotnosti kompetitorjev se vrste vzdolž različnih gradientov okolja lahko odzivajo kot generalisti ali specialisti. Términ "ekološka specializacija" se navadno uporablja za omejeno širino ekološke niše, ki je posledica izključevanja funkcionalnih znakov (ang.: *trade off*) med sposobnostjo določene vrste, da

izkoristi obseg virov, ki jih ima na voljo, in sposobnostjo za izrabo vsakega od njih (MacArthur, 1972). Bolj preprosta razloga za ekološko specializacijo je tudi omejenost (ali obsežnost) širine ekološke niše neke vrste (Futuyma in Moreno, 1988). Devictor in sod. (2010) pa menijo, da lahko ekološka specializacija odraža potrebo vrste do virov v okolju, ali pa pomeni njen vpliv na okolje. To pa se v bistvu nanaša na že prej omenjena koncepta Grinnellove in Eltonove niše.

Koncept ekološke niše je v ekologiji bistvenega pomena, vendar njenovo ovrednotenje še vedno ostaja izziv. V tem pogledu so nam lahko v veliko pomoč rastlinski funkcionalni tipi (ang.: *functional types*) in funkcionalni znaki (ang.: *functional traits*), ki so jih rastline razvile skozi evolucijo. Zaradi spremenjenih razmer v okolju lahko nekatere vrste izginejo, druge pa se razširijo. Zanimivo je vedeti, katere so te vrste in kakšne so lahko posledice spremenjene sestave združb. Predvideva se, da so biološke lastnosti oz. znaki teh vrst tisti, ki vplivajo na njihovo uspešnost v združbi, zato govorimo o funkcionalnih znakih. Funkcionalni znaki so morfološke, anatomske, fiziološke, fenološke, regeneracijske in druge lastnosti rastlin, ki vplivajo na ekološko uspešnost teh rastlin v združbi (Eler, 2007). Ker je vrst preveč, da bi lahko modelirali odziv in učinek vsake od njih, se je uveljavil t. i. koncept funkcionalnih tipov. Funkcionalni tipi so skupine vrst (ne glede na njihov filogenetski položaj), ki imajo pomembne funkcionalne značajke skupne. To pomeni, da se podobno odzivajo na okoljske razmere (Gitay in Noble, 1997) ter imajo podobne učinke na ekosistem (Lavorel in Garnier, 2002). Z razvojem določenih funkcionalnih znakov so si rastline povečevale svoje preživetvene in širitvene zmožnosti, nam pa lahko služijo kot uporabno orodje za ovrednotenje parametrov ekološke niše na različnih gradientih (Silvertown in sod., 2001; Violle in Jiang, 2009). S pomočjo koncepta funkcionalnih tipov lahko odkrivamo in napovedujemo ekološke mehanizme ob hkratni poenostavitev velike pestrosti živega sveta. Seveda poenostavitev v ekologiji ne gre jemati kot načrtno brisanje neželenih podatkov. Določena mera generalizacije je nujno potrebna zato, da se v velikem šumu, ki ga povzroča pestrost življenja, izlušči določene zakonitosti. S tem tudi presežemo filogenetski pristop, saj je taksonomski položaj neke vrste precej nepomemben za ekološko vlogo te vrste v naravi (Ewald, 2003c).

Funkcionalni znaki in tipi nam služijo tudi kot skupni imenovalec za primerjave med različnimi regijami ter podatkovnimi nabori in s tem izboljšujejo uporabnost podatkov

(Weiher in sod., 1999). Analiza funkcionalnih znakov vrst je tudi uporabno orodje, s katerim lahko presežemo probleme pri opisovanju učinkov, ne glede na geografske meje (Lavorel in sod., 1997). Prav tako z njimi lahko presežemo razlike v taksonomiji. Tudi razlike, ki jih je navadno težko zaznati, npr. zaradi razlik v drevesni sestavi, starosti sestojev, talnih razmerah in razlikah med regionalnimi zalogami vrst, potencialno lahko razkrijemo s pomočjo teh znakov (Graae in Sunde, 2000). Ti funkcionalni znaki so lahko pomembni tudi kot indikatorji različnih procesov v gozdnih ekosistemih, ki se navadno odvijajo v dolgih časovnih obdobjih in jih je zaradi tega težko zaznati (Gitay in Noble, 1997).

Funkcionalen pristop se torej uporablja za dva na videz nasprotujoča si cilja: iskati približevalnost (konvergenco) v funkcionalnih znakih v združbi – se pravi iskati prevladujoče funkcionalne tipe oz. strategije, ki se za določene razmere izkažejo kot najuspešnejše ter na drugi strani v taistih združbah iskati funkcionalno pestrost, oziroma divergenco znakov (Grime, 2006).

Uporaba pristopa s sopojavljanjem vrst nam tudi v povezavi s širjenjem bukve in vrst v pritalni plasti zagotavlja dragocene informacije glede težnje posameznih vrst k specializaciji ali generalizmu na določenem območju. Je tudi osnova za nadaljnje raziskave s pomočjo funkcionalnih znakov in okoljskih spremenljivk (Fridley in sod., 2007). Iz tega vidika smo se odločili, da uporabimo njihovo modificirano metodologijo (Manthey in Fridley, 2009) v dveh primerih:

1. na primeru listopadnih gozdov Slovenije (gozdovi razreda *Querco-Fagetea*) ter
2. v bukovih gozdovih na geografskem gradientu od Sredozemlja do Severnega morja.

S tem bi radi dobili vpogled v habitatni specializem/generalizem posameznih rastlinskih vrst v bukovih sestojih na ekoloških in geografskem gradientu.

Uporabnost take analize se lahko pokaže pri izdelavi strategij ohranjanja narave. Če želimo izdelati take strategije v kontekstu sedanjih in pričakovanih okoljskih sprememb, je nujno potrebno prepozнатi vrste in populacije z visoko stopnjo tveganja izumrtja ali ogroženosti (Colles in sod., 2009). Specialisti se vedno bolj kažejo kot vrste, katerih število se

zmanjšuje in so bolj nagnjene k izumrtju kot generalisti (Rooney in sod., 2004; Clavel in sod., 2011). Zatorej je ključni funkcionalni znak pri predvidevanju odzivov populacije na spremenjanje okolja ravno stopnja ekološke specializacije (Boulangeat in sod., 2012).

## 2.3 CILJI

Cilji doktorske naloge so sledeči:

1. Ugotoviti glavne vegetacijske tipe bukovih gozdov na Balkanu (brez kisloljubnih bukovih gozdov) in predstaviti možne interpretacije sintaksonomske uvrstitve ugotovljenih tipov bukovih gozdov.
2. Ugotoviti glavne dejavnike, ki vplivajo na razlikovanje bukovih gozdov v jugovzhodni Evropi.
3. Ugotoviti stopnjo specializacije posameznih rastlinskih vrst v bukovih gozdovih (v širšem in ožjem smislu) na ekoloških in geografskem gradientu.
4. Najti korelacijo med habitatnim generalizmom/specializmom rastlinskih vrst, rastlinskimi funkcionalnimi znaki in ekološkimi indikatorskimi vrednostmi za posamezne vrste na določenih gradientih.
5. Doseči boljše razumevanje problematike ekologije bukovih gozdov tudi v širšem evropskem prostoru, ki so lahko osnova nadaljnjam raziskavam in oblikovanju naravovarstvenih strategij.

## 2.4 HIPOTEZE

V primeru sintaksonomije in ekoloških značilnosti mezofilnih bukovih gozdov jugovzhodne Evrope smo si zastavili naslednje hipoteze:

1. Bukovi gozdovi se na raziskovanem območju razlikujejo in na to različnost vplivajo različni ekološki in prostorski (geografski) dejavniki.
2. Dejavniki vplivajo tako na vrstno sestavo združb kot tudi na funkcionalne in strukturne lastnosti bukovih gozdov.
3. Omejujoča ekološka dejavnika sta predvsem temperatura in vlažnost.
4. Predvidevamo, da bukove gozdove lahko členimo v posamezne skupine, ki bodo odraz ekoloških in/ali prostorskih dejavnikov.

V primeru ugotavljanja razporeditve rastlinskih vrst vzdolž gradiента habitatni generalisti-specialisti je naše razmišljanje in postavitev hipotez naslednje:

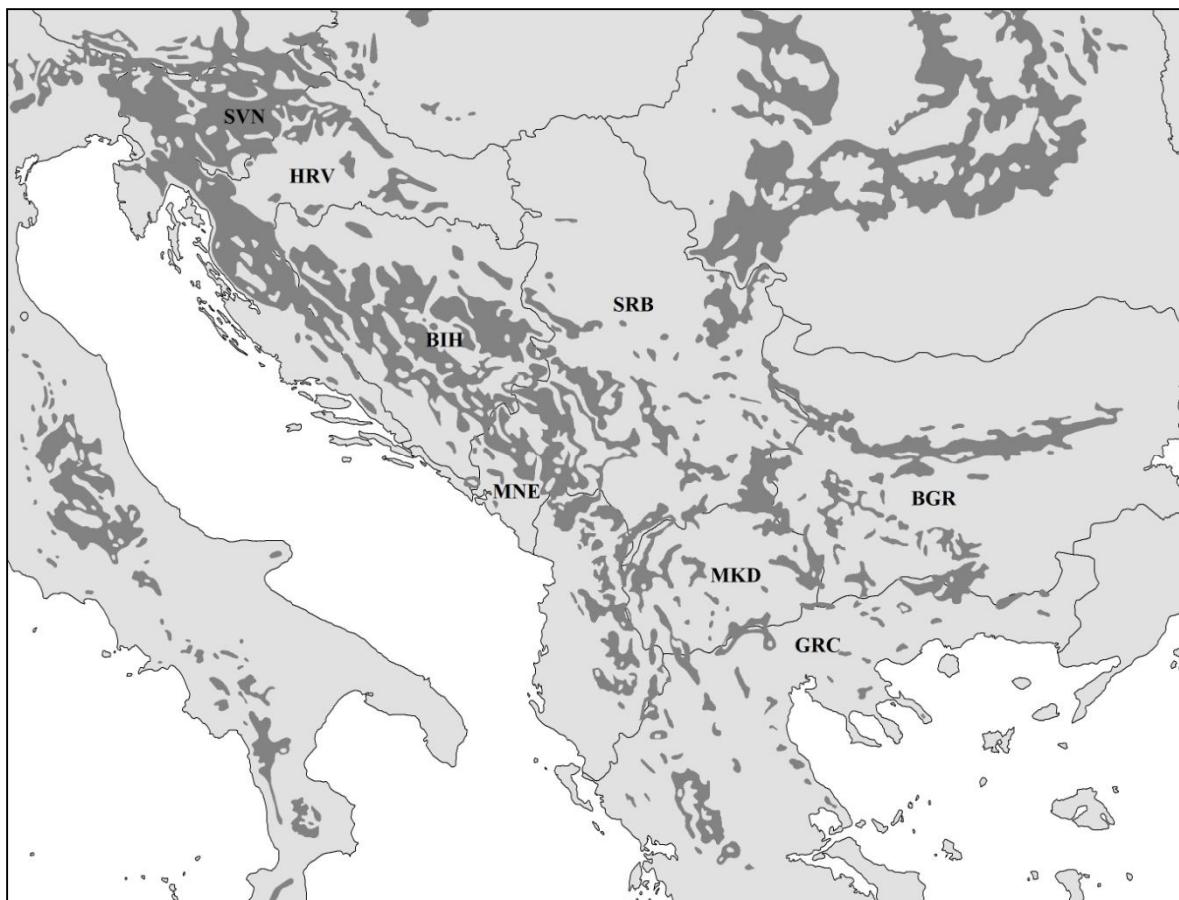
1. V bukovih gozdovih se pojavljajo vrste, ki imajo različne ekološke niše in omogočajo funkcioniranje tega ekosistema. Predvidevamo, da so generalisti v bukovih gozdovih vrste, ki so preživele poledenitev skupaj z bukvijo in so se nato iz refugijev skupaj z njo širile v srednjo, severno in južno Evropo, medtem ko naj bi se specialisti pojavljali v bukovih gozdovih predvsem tam, kjer so posebne rastiščne razmere.
2. Na obeh skrajnih delih geografskega gradiента, ki je dolg približno 2.300 km in poteka po geografski širini, so (makro)klimatske razmere zelo različne. Naša hipoteza je, da generalisti in specialisti vsakega od teh območij niso iste vrste, oziroma da so se na jugu specializirale druge vrste kot na severu. Predvidevamo tudi, da imajo habitatni generalisti/specialisti na teh delih različne funkcionalne znake.
3. Predvidevamo, da se bukovi gozdovi z največjim fondom rastlinskih vrst (tudi generalistov) pojavljajo v območjih, ki so blizu ledenodobnim refugijem. Ti gozdovi naj bi imeli tudi najbolj kompleksno strukturo in floristično sestavo. Vrste imajo tudi različne funkcionalne znake (ang.: *functional traits*). Poskušali bomo ugotoviti, v kolikšni meri je posamezna lastnost soodvisna s poledenodobnim širjenjem ali pa je posledica (makro)ekoloških razmer.

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU

##### 3.1.1 Območje raziskave

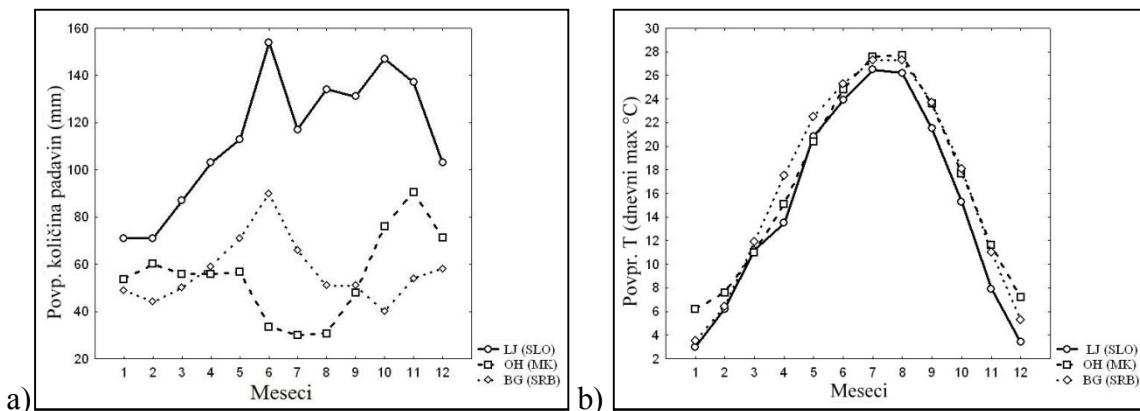
V raziskavo smo zajeli gozdove vrste *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica* na jugovzhodnem delu Evrope: od jugovzhodnega dela Alp v Sloveniji, preko Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Srbije, Črne gore, Bolgarije do severne in severovzhodne Grčije (Slika 1). Področje pokriva približno 400.000 km<sup>2</sup>; dolžina 1.000 km.



Slika 1: Območje raziskave geografske in ekološke členitve bukovih gozdov v jugozahodni Evropi. Temno siva barva ponazarja razširjenost bukovih gozdov (vir: Bohn in sod., 2004). V raziskavo smo vključili države, ki so označene z mednarodnimi okrajšavami.

Figure 1: Investigated area for surveying the geographical and ecological differentiation of beech forests in Southeast Europe. Dark grey colour indicates the distribution of beech forests (Bohn et al., 2004). For the analysis we selected countries marked with international abbreviations.

Glede na relativno dolg geografski gradient se klimatske razmere na jugovzhodu raziskovanega območja razlikujejo od tistih na severozahodu. Na splošno je povprečna temperatura jugovzhodnega dela višja, povprečna količina padavin pa nižja. Prevladuje submediteranska klima, za katero sta značilni visoka količina padavin v zimskem času in izrazito nizka količina v poletnem času (Slika 2).



Slika 2: Povprečna količina padavin (a) in povprečne mesečne temperature (b) na raziskovanem območju. Klimatološki podatki za Ljubljano (Slovenija – SLO) in Ohrid (Makedonija – MK) temeljijo na mesečnih povprečjih za obdobje med leti 1971–2000. Podatki za Beograd (Srbija – SRB) se nanašajo na obdobje 1961–1990 (Vir: World Meteorological Organization data ([http://www.wmo.int/pages/index\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/index_en.html))).

Figure 2: Mean total rainfall (a) and mean monthly temperatures (b) in the research area. Climatological information for Ljubljana (Slovenia - SLO) and Ohrid (Republic of Macedonia - MK) is based on monthly averages for the period 1971-2000 and for Belgrade (Serbia - SRB) for the period 1961-1990 according to World Meteorological Organization data ([http://www.wmo.int/pages/index\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/index_en.html)).

### 3.1.2 Metode raziskovanja

Za raziskavo smo uporabili objavljene in neobjavljene fitocenološke popise bukovih gozdov s tega območja (Priloga 1). Vsi popisi so bili narejeni po srednjeevropski fitocenološki metodi (Braun-Blanquet, 1964; van der Maarel, 2005). Zbrali smo jih v TURBOVEG podatkovni bazi (Hennekens in Schamineé, 2001). Od skupnega števila zbranih popisov ( $n = 5.952$ ) smo za potrebe raziskave izbrali vegetacijske popise tistih bukovih gozdov, kjer je imela vrsta *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica* po Braun-Blanquetovi skali pokrovno vrednost v drevesni plasti najmanj 2. Tako kot mnogi drugi avtorji (Dzwonko in sod., 1999; Bergmeier in Dimopoulos, 2001; Tzenev in sod., 2006), ki so v zadnjem času raziskovali balkanske bukove gozdove, smo tudi mi obravnavali vrsto *Fagus moesiaca* kot vrsto *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*. Gozdov, v katerih prevladuje vrsta *Fagus sylvatica* subsp. *orientalis*, nismo vključili v raziskavo. Ravno tako smo izključili iz

raziskave popise iz zvez *Luzulo-Fagion* in *Geranio versicolor-Fagion*. Popisi iz prve zveze niso bili vključeni zaradi pojavljanja na kislih rastiščih, popisi bukovih gozdov iz druge zveze, ki se nahajajo na severozahodu Grčije, pa kažejo čezjadranski vzorec razširjenosti in imajo bistveno različno floristično sestavo od drugih bukovih gozdnih tipov v severni in vzhodni Grčiji (Bergmeier in Dimopoulos, 2001; Di Pietro, 2009).

Posamezne gozdne združbe v naši podatkovni bazi so bile zastopane z različnim številom popisov. Zato da bi se v analizi izognili neenakemu deležu vsake od njih, smo tam, kjer je bilo možno, izbrali deset popisov iz vsake združbe. Izbiro popisov smo opravili na podlagi imena združbe brez predhodnega združevanja sinonimov. To smo naredili na tak način, da so bili zastopani različni avtorji popisov, različne publikacije in različne lokacije popisov (Košir in sod., 2008; Čarni in sod., 2009). Izbrane fitocenološke popise ( $n = 997$ ) smo naknadno georeferencirali. V primerih, kjer so bile vrste zastopane v različnih plasteh, smo jih združili v eno. Da bi zmanjšali podatkovni šum smo iz analize odstranili vrste, ki so se v popisih pojavljale le v šestih ali manj popisih. Vrste, ki so bile določene na različnih taksonomskih nivojih (npr. podvrsta, varieteta), smo združili na višji nivo. Taksone določene samo do nivoja rodu smo izločili iz analize. Mahovne in lišajske vrste smo izločili iz analize, ker veliko avtorjev fitocenoloških popisov teh vrst ni zabeležilo. Na koncu je v nabor podatkov prišlo 385 vrst, katerih nomenklatura je v skladu z delom Flora Europaea (Tutin in sod., 1964–1993).

Kot značilne vrste bukovih gozdov smo izbrali vrste, ki imajo svoj ekološki optimum v bukovih gozdovih; to so sencovzdržne, mezofilne vrste (Ellenberg, 1996). Za primerjavo teh vrst med snopi smo uporabili nabor bukovih vrst iz raziskave Willnerja in sod. (2009).

Ekološke razmere smo ocenili s pomočjo ekoloških indikatorskih vrednosti (EIV) za svetlobo (L), temperaturo (T), vlažnost (M), reakcijo tal (S), kontinentalnost (C) in hraniila (N) (Pignatti in sod., 2005), kljub temu da so vrednosti definirane na območju v Italiji. Te EIV so v preteklosti že uporabljali v različnih študijah na Balkanu (Bergmeier in Dimopoulos, 2008; Šilc in sod., 2009; Kavgaci in sod., 2010). Za 25 od 385 vrst te vrednosti niso določene. To je 6,5 % vseh vrst in po ugotovitvah Ewalda (2003a) do 20 % manjkajočih vrst vpliva na ekološke indikatorske vrednosti le šibko.

V programu PC-ORD (McCune in Mefford, 1999) smo izvedli klastrsko analizo vegetacijskih popisov, kjer smo uporabili Relative Sörensen (Rel. Manh.) indeks kot merilo razdalj in Wardovo metodo algoritma za izgradnjo dendrograma. Za podporo pri razlagi dobljene klasifikacije popisov smo uporabili tudi življenske oblike in horotipe (Raunkier, 1934; Jordanov, 1963–1979; Josifović, 1970–1977; Pignatti in sod., 2005). Horotip lahko razumemo kot osnovni porazdelitveni vzorec, ki se pojavlja z eno ali več vrstami in jih lahko prepoznamo na določenem območju. Z drugimi besedami horotip lahko definiramo kot skupino vrst, katere porazdelitev v prostoru se prekriva bolj, kot bi bilo pričakovati za naključno porazdelitev.

Diagnostične vrste za vsak snop smo izračunali v programu JUICE 7.0 (Tichý, 2002) tako, da smo izračunali navezanost posamezne vrste na posamezen snop (tip bukovega gozda), pri čemer smo uporabili *phi* koeficient kot merilo navezanosti (Bruelheide, 2000; Chytrý in sod., 2002). V izračunih smo vsak snop primerjali z ostalimi popisi v podatkovnem nizu. Prag vrednosti za vrste, ki smo jih obravnavali kot diagnostične, smo določili pri *phi* vrednosti 0,20 (subjektiven izbor). Izračun navezanosti smo opravili na podlagi prisotnosti/odsotnosti podatkov – vrst. Ker so posamezni snopi vsebovali neenako število popisov, smo pričakovali, da bodo večji snopi imeli višje *phi* vrednosti. Temu smo se izognili tako, da smo vsakega od  $n$  snopov izenačili na  $1/n$  od velikosti celotnega podatkovnega niza (Tichý in Chytrý, 2006). Statistično značilnost koncentracije vsake vrste v posameznem snopu smo merili s Fisherjevim natančnostnim testom ( $p < 0,001$ ) (Chytrý in sod., 2002). Za ugotavljanje diagnostičnih vrst za posamezno zvezo (več podobnih snopov definira zvezo) smo podatkovni niz razdelili na dva snopa. Uporabili smo isti postopek kot pri posameznih snopih. Rezultati klasifikacije so prikazani v sinoptični tabeli, v kateri so označeni odstotki pojavljanja posameznih vrst s *phi* vrednostmi višjimi od 0,20. Nove sintaksone smo opisali v skladu z Mednarodnim kodeksom fitocenološke nomenklature (ICPN) (Weber in sod., 2000).

Ordinacijo fitocenoloških popisov smo naredili s pomočjo Korespondenčne analize z odstranjениm trendom (DCA) v programu JUICE 7.0 (Tichý, 2002), v R programskem okolju (R Development Core Team 2008). Uporabili smo programski paket *vegan* (Oksanen in sod., 2008). Za boljšo ekološko interpretacijo rezultatov in razmerij med

dobljenimi snopi smo v ordinacijskem diagramu kot nadomestne okoljske podatke uporabili povprečne EIV in nadmorske višine vegetacijskih popisov. Povprečne vrednosti smo izračunali za vsak snop posebej. Originalni vegetacijski popisi so prikazani kot centroidi. Za ugotavljanje soodvisnosti (korelacije) med DCA rezultati in pojasnjenimi spremenljivkami (EIV, funkcionalni znaki, horotipi, nadmorske višine, geografska širina in dolžina) smo uporabili neparametrični Kendall-Tau koeficient v programu Statistica 7.0 (2004).

Glavni makroekološki gradient poteka na raziskovanem območju vzdolž Dinarskega gorstva v smeri severozahod-jugovzhod (Čarni in sod., 2009). Zato smo projecirali geografsko dolžino in širino posameznega vegetacijskega popisa na ta gradient (Illyés in sod., 2007). S tem smo za vse popise dobili razdaljo na gradientu. Kasneje smo jo uporabili kot pojasnjeno spremenljivko za vzorec pojavljanja vegetacijskih tipov.

Za testiranje statistično značilnih razlik med dvema glavnima skupinama snopov (severna skupina = Snopi 1–4, južna skupina = Snopi 5–7), smo uporabili Mann-Whitney U Test v programu Statistica 7.0 (2004).

### 3.2 VPLIV GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST V LISTOPADNIH GOZDOVIH SLOVENIJE IN BUKOVIH GOZDOVIH EVROPE

#### 3.2.1 Območje raziskave vpliva ekoloških gradientov na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v listopadnih gozdovih Slovenije

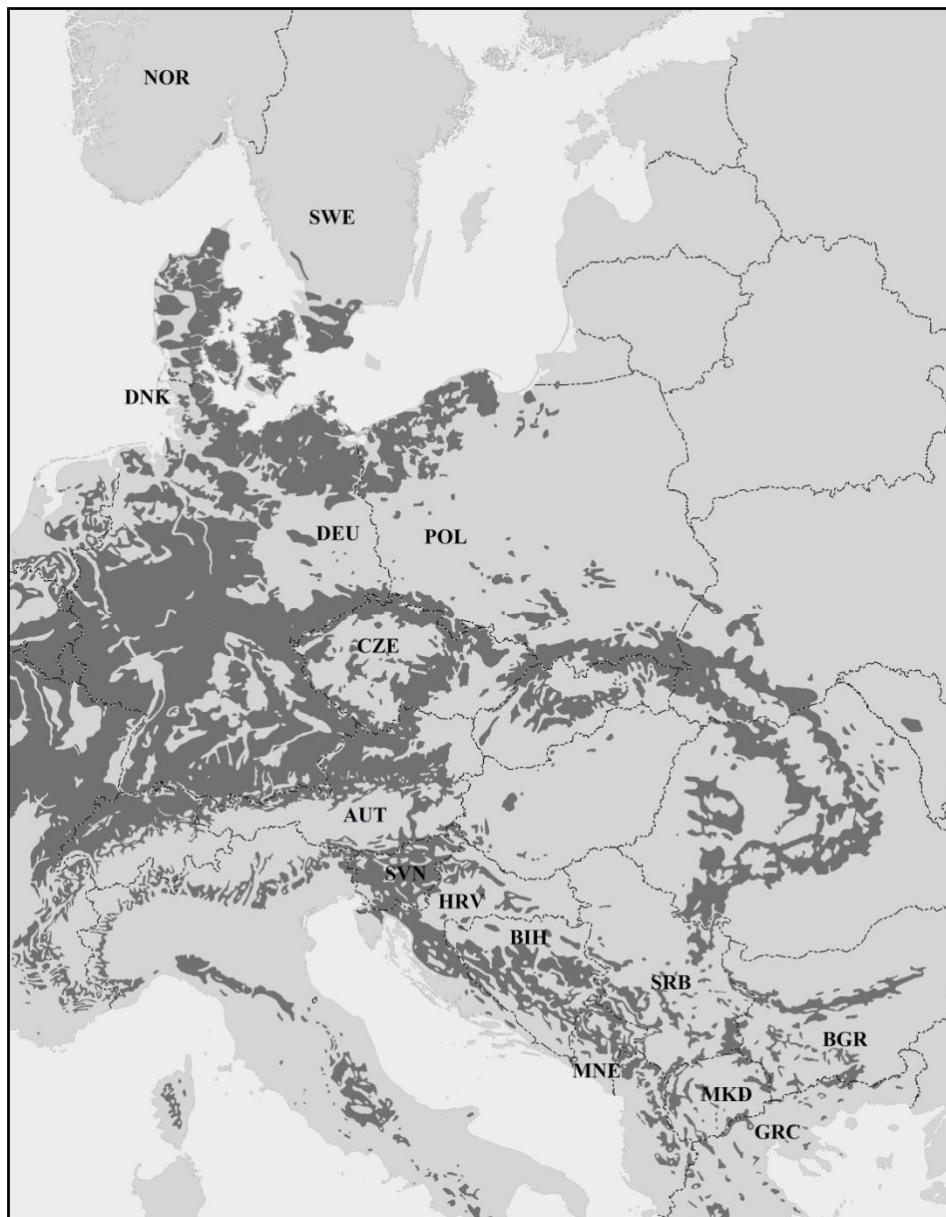
Za ugotavljanje širine ekoloških niš na ekoloških gradientih smo izbrali gozdove razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji. Za območje je značilna velika geografska in ekološka pestrost. Gozdovi prekrivajo več kot polovico države. Največji delež (okrog 70 %) pripada bukovim, jelovo-bukovim in hrastovo-bukovim gozdovom (Marinček in Čarni, 2002).

Slovenija je del Ilirske florne province. Provinca geografsko obsega območja od jugovzhodnega dela Alp, vzdolž Dinaridov do skrajnega zahodnega dela Šarsko-Pindskega gorovja (Trinajstić, 1997). Območje ilirskih gozdov je obravnavano kot eno najpomembnejših območij-refugijev, iz katerih so se bukovi gozdovi v poledeni dobi razširili naprej v srednjo Evropo (Magri in sod., 2006; Medail in Diadema, 2009; Willner in sod., 2009). Za območje je značilno tudi veliko število reliktnih in endemičnih vrst, ki so preživele kvartarne poledenitve v južnoevropskih refugijih (Bennet in sod., 1991; Trinajstić, 1992; Petit in sod., 2002).

Zaradi izrazitih klimatskih in drugih ekoloških gradientov v povezavi s heterogeno krajino, ki premore visoko stopnjo biodiverzitete na relativno majhnem ozemlju, smo območje Slovenije izbrali kot ustrezno za raziskavo povezav med habitatno specializacijo rastlinskih vrst in njihovimi funkcionalnimi znaki.

#### 3.2.2 Območje raziskave vpliva geografskega gradiента na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v bukovih gozdovih Evrope

Za ugotavljanje širine ekoloških niš vrst v bukovih gozdovih v odvisnosti od geografskega gradiента smo izbrali območje od Sredozemlja do Severnega morja (Slika 3). Celotna dolžina gradiента znaša približno 2.300 kilometrov. Oba skrajna dela gradienta na severu in jugu predstavljata rob areala uspevanja bukve na tej geografski širini v Evropi.



Slika 3: Območje raziskave vpliva geografskega gradiента na širino ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov. Temno siva barva ponazarja razširjenost bukovih gozdov (vir: Bohn in sod., 2004). V raziskavo smo vključili fitocenološke popise bukovih gozdov tistih držav, ki so označene z mednarodnimi okrajšavami.

Figure 3: Investigated area for surveying the influence of geographical gradient to plant species niche widths of beech forests in Europe. Dark grey colour indicates the distribution of beech forests (Bohn et al., 2004). For the analysis we selected countries marked with international abbreviations.

### 3.2.3 Metode raziskovanja (skupna metodologija za obe raziskavi širine ekoloških niš vrst)

Za izračun habitatnega specializma/generalizma rastlinskih vrst in porazdelitve vrst vzdolž gradienta specialist-generalist, ki temelji na sopojavljanju vrst v fitocenoloških popisih, smo v obeh primerih – tako pri ugotavljanju širine ekoloških niš rastlinskih vrst na ekoloških gradientih v listopadnih gozdovih razreda *Querco-Fagetea*, kot tudi v primeru ugotavljanja širine niš rastlinskih vrst na geografskem gradientu od Sredozemlja do Severnega morja, uporabili enotno metodologijo. Določene metodološke razlike pri analizi z ekološkimi gradienti in geografskim gradientom navajamo v naslednjih podpoglavljih ločeno.

Uporabili smo metodo, ki so jo razvili Fridley in sod. (2007). Za vrednost vrstne specializacije v določenem habitatu so predlagali indeks, ki so ga poimenovali *theta* ( $\theta$ ). Imenujemo jo tudi relativni indeks vrstne specializacije. Njihov izračun temelji na izmeri  $\beta$  diverzitete med vrstami v rastlinskih združbah, kjer se ciljna vrsta pojavlja. V bistvu *theta* pomeni relativno velikost osvojene realizirane ekološke niše. Glavna prednost te metode je v tem, da za izmero realizirane širine niše ni potrebna nikakršna informacija o ekoloških gradientih in razporeditvi vrst vzdolž njih.

Osnova za tako analizo so fitocenološki popisi in zabeleženost vsake od vrst v popisih je rezultat rastiščne selekcije in vrstne habitatne specializacije. Pomembno je, da se vpliv rastiščne selekcije odstrani pred računanjem izmenjave vrst. V ta namen se uporablja tehnika naključnosti, kjer se pred računanjem  $\beta$ -diverzitete naključno izbere fiksno število ploskev, ki vsebujejo izbrane (ang.: *focal*) vrste. Za vsako vrsto se ta naključnost uporabi npr. 100-krat in nato izračuna povprečno vrednost  $\beta$ -diverzitete.

Indeks vrstne specializacije *theta* smo izračunali v statističnem programu R (R Development Core Team 2008) na podlagi algoritma in izboljšane metode, ki sta jo predlagala Manthey in Fridley (2009). Uporabili smo tehniko naključnosti (ang.: *randomisation technique*), kjer smo s programom naključno izbrali konstantno število 20 popisov, ki so vsebovali določeno vrsto. Nekaj variiranja pri postopku naključnosti smo dopustili z določitvijo minimalnega števila pojavljanja vrst v popisih – v obeh primerih

100 popisov. Ravno tako smo v obeh primerih uporabili naključnost izbora 100 ponovitev za vsako vrsto. Za mero indeksa specializacije *theta* smo uporabili indeks Whittaker's beta ( $\beta_w$ ) (Whittaker 1960), kot to predлага Zelený (2009). Izračunan je po naslednji formuli:

$$\beta_w = \gamma / \mu(\alpha) \quad \dots(1)$$

$\gamma$  = skupno število vrst med ploskvami

$\mu(\alpha)$  = povprečna vrstna diverziteta na posamezni ploskvi

Končni rezultat analize so rastlinske vrste z izračunanim indeksom specializacije *theta*. V našem primeru so to vrste, ki se pojavljajo v najmanj 100 fitocenoloških popisih. Vsaka vrsta ima svojo vrednost *theta* glede na ugotovljeno stopnjo specializacije, na podlagi sopojavaanja s številom drugih rastlinskih vrst. Glede na velikost indeksa *theta* lahko vrste opredelimo kot habitatne specialiste ali generaliste.

Visoka vrednost indeksa *theta* označuje habitatne generaliste, nizka vrednost pa specialiste.

Da bi našli morebitne povezave med širinami ekoloških niš posameznih rastlinskih vrst in njihovimi funkcionalnimi znaki in tipi, smo *theta* vrednosti posameznih rastlinskih vrst korelirali z njihovimi funkcionalnimi znaki ter ekološkimi in razširitvenimi značilnostmi. Namensko oblikovane podatkovne zbirke funkcionalnih znakov v Sloveniji nimamo. Podatke za te vrednosti smo dobili v podatkovnih bazah BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002) in LEDA (Kleyer in sod., 2008). Potrebno je upoštevati, da so podatki teh baz za nas le delno uporabni, saj so vrednosti znakov ugotovljeni v drugačnih klimatskih razmerah zahodne Evrope in mnogo vrst, ki so razširjene samo pri nas, v teh podatkovnih bazah ni. Seveda so znotraj teh podatkov tudi taki, ki so uporabni za večino klimatskih področij (npr. *življenska oblika*, *življenska doba* ipd.). Seznam uporabljenih znakov ter njihovih kategorij je predstavljen v Preglednici 1.

Kot ekološke spremenljivke posameznih rastlinskih vrst smo uporabili ekološke indikatorske vrednosti (EIV) za svetlobo, temperaturo, vlažnost, reakcijo tal in hranila (Ellenberg in sod., 1992; Pignatti in sod., 2005).

Preglednica 1: Funkcionalni znaki uporabljeni v naših raziskavah. Kategoričnim znakom so podani le pripadajoči atributi, ki smo jih zabeležili z analizami.

Table1: Functional traits and their attributes used in the analysis.

ZNAK/kategorije	Oznaka	Merska enota	Vir
<b>Zivljenska oblika</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
hamefit	C		
geofit	G		
hemikriptofit	H		
makrofanerofit	M		
nanofanerofit	N		
pseudofanerofit	P		
hemifanerofit	S		
terofit	T		
<b>Zivljenska doba</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
enoletnica	a		
dvoletnica	b		
trajnica	p		
<b>Tip rozet</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
ni rozete	g		
hemirozeta	h		
rozeta	r		
<b>Obstojnost listov</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
trajnozeleni	i		
poletnozeleni	s		
zeleni spomladni	v		
zeleni čez zimo	w		
<b>Tip reprodukcije</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
s semenii/sporami	s		
večinoma s semenii, redko vegetativno	ssv		
s semenii in vegetativno	sv		
večinoma vegetativno, redko s semenii	vvs		
<b>Producija semena</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
fakultativna apomiktična	f		
amfimiktična	s		
<b>Prenašalec peloda</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
geitonogamija/insekti	ge/in		
z insekti	in		
samooprašitev	se		
samooprašitev/insekti	se/in		
z vetrom	wi		
veter/insekti	wi/in		
<b>Tip ploda</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
plod	F		
plodič	Fch		
plod s priveskom	FZb		
seme	S		
soplodje	SaF		
spora	Spo		
merikarp	TF		
<b>Tip strategije CSR</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
kompetitorska vrsta	c		
kompetitorska-ruderalna vrsta	cr		
kompetitorska-stres tolerantna vrsta	cs		
kompetitorska-stres tolerantna-ruderalna vrsta	csr		
stres tolerantna vrsta	s		
<b>Višinski nivo</b>			BIOFLOR (Klotz in sod., 2002)
alpinska vrsta	a		"se nadaljuje"

"nadaljevanje Preglednice 1: Kategorični funkcionalni znaki uporabljeni v naših raziskavah. Znakom so podani le pripadajoči atributi, ki smo jih zabeležili z analizami.

montanska vrsta	m		
subalpinska vrsta	s		
<b>Oceanskost</b>		BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)	
eukontinentalna vrsta	ks		
oceanska vrsta	o		
šibka oceanska vrsta	os		
šibka subkontinentalna vrsta	sks		
suboceanska vrsta	so		
šibka suboceanska vrsta	sos		
<b>Floristično območje</b>		BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)	
Azija	a		
circumpolarna vrsta	c		
Evropa	e		
<b>Urbanost</b>		BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)	
urbanofobična vrsta	1		
zmerno urbanofobična vrsta	2		
urbanoneutralna vrsta	3		
zmerno urbanofilna vrsta	4		
urbanofilna vrsta	5		
<b>Vegetativno razmnoževanje in razširjanje</b>		BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)	
prisotno	D		
ni prisotno	N		
<b>Vsebnost suhe snovi v listih</b>	LDMC	mg/g	LEDA (Kleyer in sod., 2008)
<b>Spec. listna površina</b>	SLA	mm <sup>2</sup> /mg	LEDA (Kleyer in sod., 2008)
<b>Povp. višina krošnje</b>		m	LEDA (Kleyer in sod., 2008)
<b>Maks. hitrost padanja semena</b>		m/s	LEDA (Kleyer in sod., 2008)
<b>Starost ob prvem cvetenju</b>		leto	LEDA (Kleyer in sod., 2008)
<b>Premer semena</b>		mm	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Teža semena</b>		mg	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Dolžina semena</b>		mm	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Širina semena</b>		mm	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Višina semena</b>		mm	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Št. naseljenih florističnih območij</b>		št.	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Št. naseljenih habitatov</b>		št.	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Št. sintaksonomskeih razredov</b>		št.	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Trajanje cvetenja</b>		št.	BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)
<b>Prostorski obseg uspevanja</b>		št.	lasten izračun in BIOLFLOR (Klotz in sod., 2002)

Za vse izbrane rastlinske vrste ni bilo mogoče pridobiti vseh vrednosti spremenljivk (funkcionalnih znakov, morfoloških znakov, razširitvenih značilnosti ...), zato smo izbrali le tiste, ki so bile na voljo za vsaj 60 % izbranih rastlinskih vrst. Na podlagi testa normalnosti porazdelitve podatkov in homogenosti varianc pri posameznih kategoričnih funkcionalnih znakih smo večkratne primerjave (ang.: *multiple comparisons*) med kategoričnimi spremenljivkami in indeksom specializacije *theta* naredili s pomočjo različnih parametričnih in neparametričnih testov: ANOVA, Kruskall-Wallis, Mann-Whitney in t-test. Nadaljnje statistično značilne razlike med posameznimi kategorijami znotraj enega funkcionalnega znaka smo testirali z različnimi post-hoc testi: Games Howell, Hochberger in Tukey HSD testi, s pomočjo statističnega programa SPSS (2004).

Korelacije med *theta* in številskimi spremenljivkami različnih funkcionalnih znakov rastlinskih vrst smo ugotavljali z uporabo Pearsonovega korelacijskega koeficiente. Spearmanov koeficient korelacije smo uporabili pri primerjavi ordinalnih EIV. Pri analizah vpliva ekoloških gradientov na širine ekoloških niš smo izračunali povprečno nadmorsko višino posameznih vrst. Za to vrednost smo vzeli povprečno vrednost nadmorske višine, kjer je bila vrsta zabeležena. V primeru geografskega gradiента pa smo zaradi pomanjkanja informacij o nadmorskih višinah vegetacijskih popisov uporabili funkcionalni znak *višinski pas*, ki nam je služil kot nadomestek za povprečno nadmorsko višino.

### 3.2.3.1 Dodatna metodologija pri ugotavljanju vpliva ekoloških gradientov na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v listopadnih gozdovih Slovenije

Podatkovni niz za analizo vključuje fitocenološke popise gozdnih združb uvrščenih v razred *Querco-Fagetea* na območju Slovenije. Seznam uporabljenih gozdnih združb je podan v Prilogi 2. V primeru ugotavljanja širine ekoloških niš na ekoloških gradientih smo za analizo uporabili 4.556 vegetacijskih popisov iz Vegetacijske baze podatkov Slovenije (Šilc, 2012). Popisi so bili narejeni med leti 1954 in 2006 po srednjeevropski fitocenološki metodi (Braun-Blanquet, 1964). Iz podatkovne baze smo izbrali le popise s površino od 100 do 1.000 m<sup>2</sup>.

Podvrste in varietete smo združili na nivo vrste. Nomenklaturo smo uredili po delu Flora Europaea (Tutin in sod., 1964–1993). V primerih, kjer so bile vrste zastopane v različnih plasteh, smo jih združili v enega. Taksone določene samo do nivoja rodu smo izločili iz analize. Mahovnih in lišajskih vrst v analizi nismo upoštevali, ker veliko avtorjev fitocenoloških popisov teh vrst ni zabeležilo. Na koncu je v naboru podatkov ostalo 1.153 vrst.

Za rastlinske vrste, definirane na gradientu generalist-specialist, smo uporabili naslednje funkcionalne značke in tipe: *življenska oblika, starost ob prvem cvetenju, obstojnost listov, življenska doba, vegetativno razmnoževanje, tip rozet, tip strategije CSR, prenašalec peloda, tip reprodukcije, prostorski obseg uspevanja, število naseljenih habitatov, število sintaksonomskih razredov, povp. SLA (specifična listna površina), povp. LDMC (delež suhe snovi v listu), povp. višina krošnje, maksimalna hitrost padanja semena, št. naseljenih*

*florističnih območij, urbanost, trajanje cvetenja (meseci), premer semena, teža semena, dolžina semena, širina semena.*

Za znak *število sintaksonomskih razredov* smo iz naštetih razredov in habitatov za vsako vrsto izdelali številko spremenljivko, ki podaja število razredov, kjer se vrsta nahaja (podatkovna baza BIOLFLOR, v: Klotz in sod., 2002). V primeru znaka *tip vegetativno razmnoževanje in razširjanje* smo upoštevali le, če je znak prisoten ali ne (D/N). Z zmnožkom numeričnih znakov *število naseljenih florističnih območij in amplitude oceanskosti* (podatkovna baza BIOLFLOR, v: Klotz in sod., 2002) smo za vsako vrsto posebej ustvarili tudi nov znak, imenovan *prostorski obseg uspevanja*.

Za raziskovano območje (Slovenija) smo uporabili ekološke indikatorske vrednosti (EIV) za svetlobo, temperaturo, vlažnost, reakcijo tal in hrani, ki so jih ugotovili Pignatti in sod. (2005).

Povezave med osnovnimi habitatnimi potrebami rastlinskih vrst in njihovo stopnjo specializacije smo na primeru celotnega podatkovnega niza za listopadne gozdove razreda *Querco-Fagetea* (4.556 popisov) ugotavljali z indirektno ordinacijsko tehniko Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill in Gauch, 1980). Podatke smo analizirali v R statističnem okolju (R Development Core Team, 2008) v programu JUICE 7.0 (Tichý, 2002). Za zmanjšanje razlik med ocenami pokrovnosti rastlinskih vrst smo te vrednosti korenili (Square Root Transformation).

Da bi ugotovili najpomembnejše funkcionalne znake vrst, s katerimi lahko razložimo spremenjanje vrstne specializacije, smo uporabili Analizo regresijskega drevesa (ang.: *regression tree analysis*). Analizo smo izvedli v statističnem okolju R (R Development Core Team 2008) s pomočjo paketa *party* in funkcije *cmtree* (Conditional inference trees).

### 3.2.3.2 Dodatna metodologija pri ugotavljanju vpliva geografskega gradiента na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v bukovih gozdovih Evrope

Za analizo širin ekoloških niš vrst bukovih gozdov na geografskem gradientu od Sredozemlja (Grčije) do Severnega morja (Norveške) smo uporabili drug niz vegetacijskih podatkov. Del podatkov smo dobili iz objavljenih literturnih virov ter osebnih podatkovnih baz hrvaških, bosanskih, bolgarskih, srbskih, avstrijskih in nemških raziskovalcev. Ostale pa smo dobili iz različnih podatkovnih baz: Slovenska vegetacijska baza (Šilc, 2012), Poljska fitocenološka podatkovna baza SynBiotSilesiae (Kącki in Śliwiński, 2011), Češka nacionalna fitocenološka podatkovna baza (Chytrý in Rafajová, 2003), Nemška podatkovna baza VEGMV za zvezno državo Mecklenburg-Vorpommern (Jansen, 2012), Nemška podatkovna baza za gorske gozdove Bavarske BERGWALD (Ewald, 2012). Končno število zbranih popisov vnešenih v podatkovno bazo Turboveg (Hennekens in Schamineé, 2001) znaša 19.791 enot. Iz podatkovne baze smo za analizo uporabili popise, ki so vsebovali informacijo o lokaciji, imeli velikost popisne ploskve med 16 in 1.000 m<sup>2</sup> ter tiste, kjer je imela vrsta *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica* po Braun-Blanquetovi skali pokrovno vrednost v drevesni plasti najmanj 2. Končno število ustreznih popisov je bilo 16.080 enot. Izbrane popise smo naknadno georeferencirali.

Podvrste in varietete smo v obeh primerih združili na nivo vrste. Nomenklaturo smo uredili po delu Flora Europaea (Tutin in sod., 1964–1993). V primerih, kjer so bile vrste zastopane v različnih plasteh, smo jih združili v enega. Taksone določene samo do nivoja rodu smo izločili iz analize. Tudi v tem primeru smo mahovne in lišajske vrste izločili iz analize, ker veliko avtorjev fitocenoloških popisov teh vrst ni zabeležilo. Na koncu je v naboru podatkov ostalo 1.463 vrst.

Za rastlinske vrste smo uporabili naslednje razpoložljive podatke za funkcijске znake: *povprečni LDMC* (*delež suhe snovi v listu*), *povprečna SLA* (*specifična listna površina*), *povprečna višina krošnje*, *maksimalna hitrost padanja semena*, *življenska oblika*, *življenska doba*, *teža semena*, *dolžina semena*, *širina semena*, *višina semena*, *število naseljenih florističnih območij*, *tip reprodukcije*, *tip diaspore*, *tip strategije CSR*, *oceanskost*, *floristično območje*, *tip rozet*, *prenašalec peloda*, *produkacija semena*, *višinski pas in obstojnost listov*.

Funkcionalnih znakov, kot so npr. *začetek cvetenja, konec cvetenja, dolžina cvetenja, fenološka skupina*, nismo uporabili, saj so bile njihove vrednosti ugotovljene na območju Nemčije (Klotz in sod., 2002). Uporaba le-teh bi bila na celotnem geografskem gradientu nekorektna, rezultati pa zavajajoči.

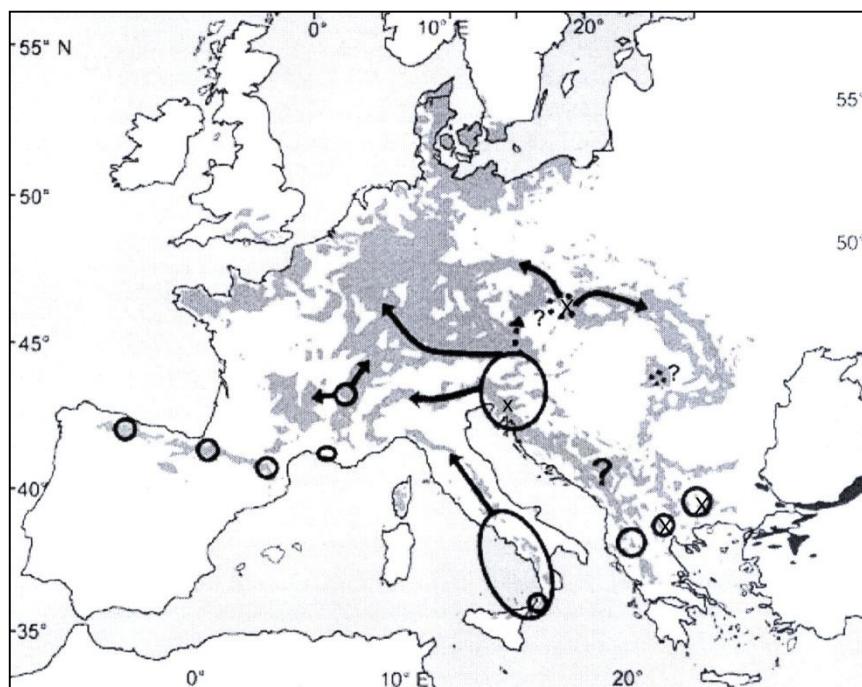
V primeru večjega števila kategoričnih vrednosti za posamezno vrsto (npr. *življenska oblika, življenska doba in prenašalec peloda*) smo iz podatkovne baze funkcionalnih znakov (Klotz in sod., 2002) za posamezno vrsto subjektivno izbrali najustreznejšo ali najpogostejo vrednost. Za funkcionalni znak *prenašalec peloda* smo v primeru večih kategorij izbrali kombinacijo dveh najpogostejših (primer: rastlina se opravi z vetrom in insekti).

Ko smo izračunali indekse *theta* za rastlinske vrste na celotnem geografskem gradientu, smo znotraj tega gradienta določili tri geografsko ločena območja (južni, osrednji in severni del). Južni del območja smo definirali od lokacije našega najbolj južnega vegetacijskega popisa v Grčiji – od  $39,991156^{\circ}$ , pa do  $44,00^{\circ}$  zemljepisne širine. Za osrednji del območja smo vzeli območje Slovenije. Območje se ne nahaja točno na sredini gradienta, vendar smo se zanj odločili zaradi primerjave naših gozdov z obema ekstremnima deloma gradienta. Območje od  $53,00^{\circ}$  zemljepisne širine do lokacije najsevernejšega vegetacijskega popisa na Norveškem –  $60,593364^{\circ}$  smo definirali kot severni del gradienta (Slika 18). S tem smo želeli ugotoviti, ali se rastlinske vrste generalisti/specialisti na različnih območjih menjajo in če se, kako se njihovi značilni funkcionalni znaki in razširitvene značilnosti spreminja.

Za območje osrednjega (Slovenija) in južnega dela gradienta smo uporabili ekološke indikatorske vrednosti (EIV) za svetlobo, temperaturo, vlažnost, reakcijo tal in hranila, ki jih navajajo Pignatti in sod. (2005), za območje severnega dela gradienta pa Ellenbergove EIV (Ellenberg in sod., 1992). Vrednosti nismo primerjali med seboj na celotnem geografskem gradientu, temveč le znotraj posameznih območij na gradientu.

Pri ugotavljanju vzorca porazdelitve rastlinskih vrst spodnjih plasti, ki so močno vezane na bukove gozdove, smo v vsakem vegetacijskem popisu izračunali število vrst bukovih

gozdov. Rastlinske vrste, ki so močno navezane na bukove gozdove (vrste bukovih gozdov), povzemamo po Willnerju in sod. (2009). Uporabili smo iste fitocenološke popise, kot pri analizi širine ekoloških niš rastlinskih vrst na geografskem gradientu od Sredozemlja do Severnega morja ( $n = 16.080$ ). V okviru makrolokacij refugijev bukovih gozdov smo v skladu z Magri in sod. (2006) subjektivno določili 4 točke: eno na območju Gorskega kotarja, dve v Grčiji in eno v Karpatih (Slika 4). V programu ArcGis smo za vsak popis izračunali tudi razdaljo do najbližjega potencialnega refugija bukovih gozdov. Število bukovih vrst iz vsakega popisa smo nato korelirali z oddaljenostjo od izbrane lokacije v najbližjem refugiju. Korelirali smo tudi število (in njihovo pokrovnost) vrst bukovih gozdov z zemljepisno širino.



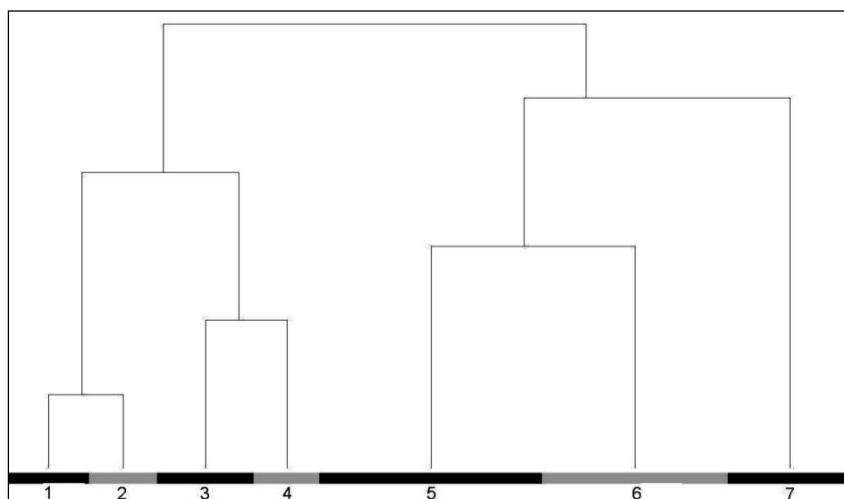
Slika 4: Razširjenost bukovih gozdov v Evropi in makrolokacije refugijev bukovih gozdov, povzeto po Magri in sod. (2006). Označe X določajo približne, subjektivno izbrane lokacije v refugijih, od katerih smo izračunali najkrajšo razdaljo do posameznega fitocenološkega popisa.

Figure 4: Distribution of european beech forests and macrolocations of potential refuge areas of beech forests according to Magri et al. (2006). Signs X define approximate location of refuge area, which were selected subjectively. We calculated the shortest distance from each phytosociological relevé to the nearest refuge area.

## 4 REZULTATI

### 4.1 GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU

Klasifikacija izbranih 997 vegetacijskih popisov bukovih gozdov je predstavljena v dendrogramu (Slika 3) in v sinoptični tabeli (Pregl. 2). Prva členitev je na nivoju dveh glavnih skupin. Predstavlja bukove gozdove severozahodnega dela preučevanega območja, ki jih tradicionalno uvrščamo v zvezo *Aremonio-Fagion*, in bukove gozdove osrednjega in vzhodnega dela Balkan iz zveze *Fagion moesiaca*. Nadaljnja delitev poteka na 7 snopov – skupin gozdov, ki jih lahko ekološko in geografsko najbolje razložimo. Prostorska porazdelitev posameznih snopov je predstavljena na Sliki 5, diagnostične vrste za vsak dobljen snop – tip bukovega gozda – pa so podane v Preglednici 2.



Slika 5: Klasifikacija sedmih skupin vegetacijskih popisov vegetacije bukovih gozdov v jugovzhodni Evropi. Izoblikovali sta se dve večji skupini snopov, ki razkrivata delitev v dve zvezi: *Aremonio-Fagion* in *Fagion moesiaca*. Številke snopov se nanašajo na Pregl. 2.

Figure 5: Classification of seven relevé groups of beech forest vegetation of Southeast Europe. Two large groups of clusters, revealing two alliances (*Aremonio-Fagion* and *Fagion moesiaca*), are distinguished. Numbers refer to Table 2.

**Snop 1** vsebuje popise, ki predstavljajo montanske bukove gozdove severozahodnega dela preučevanega območja, in jih običajno uvrščamo v podzvezo *Lamio orvalae-Fagenion*, ki je osrednja podzveza zveze *Aremonio-Fagion*. Ti bukovi gozdovi se najpogosteje pojavljajo v Sloveniji in vzdolž Dinaridov do Bosne in Hercegovine na povprečni

nadmorski višini 840 m.n.v. (Slike 5–9). Diagnostične vrste so *Corydalis cava*, *Isopyrum thalictroides*, *Paris quadrifolia*, *Arum maculatum* in ostale (Pregl. 2).

**Snop 2** združuje vegetacijske popise jelovo-bukovih gozdov. Tudi te uvrščamo v podzvezo *Lamio orvalae-Fagenion*. Področje njihove razširjenosti je podobno gozdovom iz Snopa 1. Nahajajo se na povprečni nadmorski višini 1.086 m.n.v. Diagnostične vrste so *Abies alba*, *Rubus fruticosus*, *Oxalis acetosella*, *Rhamnus alpinus* subsp. *fallax* itn. (Pregl. 2).

**Snop 3** združuje popise termofilnih bukovih gozdov na severozahodnem delu proučevanega območja in sintaksonomsko ustreza podzvezi *Ostryo-Fagenion*. Bukove gozdove iz te skupine najdemo na južnih, suhih in toplih pobočjih na povprečni nadmorski višini 612 m.n.v., večinoma v Sloveniji. Ugotovljene diagnostične vrste za to skupino so *Fraxinus ornus*, *Cyclamen purpurascens*, *Tanacetum corymbosum*, *Carex flacca*, *Solidago virgaurea* in ostale (Pregl. 2).

**Snop 4** večinoma združuje tako altimontanske in subalpinske bukove gozdove, kakor tudi gozdove, ki uspevajo na nižjih nadmorskih višinah, a osojnih ekspozicijah terena. Sintaksonomsko ustrezano podzvezi *Saxifrago rotundifoliae-Fagenion*. Predstavlja bukove gozdove na najvišjih nadmorskih višinah, večinoma iz Slovenije in osrednjega dela Bosne in Hercegovine (povprečna nadmorska višina je 1.256 m.n.v.). Diagnostične vrste so *Asplenium viride*, *Rubus saxatilis*, *Rosa pendulina*, *Clematis alpina*, *Lonicera alpigena* in druge (Pregl. 2).

**Snop 5** združuje gozdove bukovih gozdnih združb, ki se nahajajo v nižinskih predelih južnega dela Panonske nižine in na ravninskem predelu severovzhodnega dela Bolgarije. Združuje bukove gozdove, ki večinoma uspevajo na osamelcih v Panonski nižini na severovzhodnem delu proučevanega območja in nižinske bukove gozdove v glavnem iz Srbije in osrednje in vzhodne Bolgarije na povprečni nadmorski višini 662 m.n.v. Ta rastišča ne spadajo med najbolj optimalna za uspevanje bukve. Glede na visoke povprečne letne temperature in nizko količino padavin so ta rastišča bolj primerna za uspevanje hrastovih gozdov. V tem snopu najdemo le omejeno število karakterističnih vrst za bukove gozdove (Pregl. 2). Tudi fitogeografski vzorec pojavljanja teh gozdov ni najbolj jasen.

Predlagamo novo ime za podzvezo, ki združuje te gozdove, in sicer *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*, z naslednjimi diagnostičnimi vrstami: *Tilia cordata*, *Glechoma hirsuta* in *Tilia tomentosa*.

**Snop 6** vsebuje vegetacijske popise gorskih bukovih gozdov, ki uspevajo v Makedoniji, jugovzhodni Srbiji, zahodni Bolgariji in severni Grčiji na najvišjih nadmorskih višinah (povprečna nadmorska višina 1.262 m.n.v.) (Slike 5–9). Uvrščamo jih v podzvezo *Doronico columnae-Fagenion moesiaca*. Diagnostične vrste so *Lapsana communis*, *Moehringia trinervia*, *Melica uniflora*, *Poa chaixii*, *Pulmonaria rubra*, *Helleborus cyclophyllus* in druge (Pregl. 2).

**Snop 7** združuje bukove gozdove, ki rastejo na območjih, ki so pod vplivom mediteranske klime. To je predvsem severna Grčija, Bolgarija in Makedonija. Uspevajo na povprečni nadmorski višini 1.220 m.n.v. (Slike 5–9) in sintaksonomsko ustrezano uvrstitvi v podzvezo *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*. Diagnostične vrste so *Abies borisii-regis*, *Orthilia secunda*, *Lathyrus alpestris*, *Silene multicaulis*, *Monotropa hypopitys*, *Doronicum orientale* in ostale (Pregl. 2).

Preglednica 2: Sinoptična tabela bukovih gozdov jugovzhodne Evrope. Vrednost za vrste so odstotki frekvence pojavljanja. Diagnostične vrste za posamezne klastre (podzveze) so osenčene s sivo barvo in rangirane glede na padajočo navezanost vrst. Diagnostične vrste za zvezzi (DVZ) so označene v prvi koloni. Legenda: AF – *Aremonio-Fagion*, Fm – *Fagion moesiaceae*; 1 – gorski bukovi gozdovi podzveze *Lamio orvalae-Fagenion*, 2 – jelovo-bukovi gozdovi podzveze *Lamio orvalae-Fagenion*, 3 – *Ostryo-Fagenion*, 4 – *Saxifrago rotundifoliae-Fagenion*, 5 – *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*, 6 – *Doronico columnae-Fagenion moesiaceae*, 7 – *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*.

Table 2: Synoptic table of south-eastern European beech forests. Species values are percentage frequencies. Diagnostic species of individual suballiances are shaded and ranked by decreasing fidelity. Diagnostic species of alliances (DSA) are indicated in the first column. Legend: AF – *Aremonio-Fagion*, Fm – *Fagion moesiaceae*; 1 – montane beech forests of *Lamio orvalae-Fagenion*, 2 – beech-fir forests of *Lamio orvalae-Fagenion*, 3 – *Ostryo-Fagenion*, 4 – *Saxifrago rotundifoliae-Fagenion*, 5 – *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*, 6 – *Doronico columnae-Fagenion moesiaceae*, 7 – *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*.

DVZ	Zveza	<i>Aremonio-Fagion</i>				<i>Fagion moesiaceae</i>		
		1	2	3	4	5	6	7
	Št. skupine (Shop)	1	2	3	4	5	6	7
	Št. popisov	97	80	78	114	263	219	146
	Povprečno število vrst	36	35	37	38	24	27	13
	Povpr. št. vrst bukovih gozdov	18	17	11	13	7	9	3
<b>Gorski bukovi gozdovi (<i>Lamio orvalae-Fagenion</i>)</b>								
AF	<i>Corydalis cava</i>	36	.	.	.	3	2	.
	<i>Isopyrum thalictroides</i>	36	1	.	2	3	2	.
	<i>Paris quadrifolia</i>	72	40	14	25	7	13	.
	<i>Arum maculatum</i>	42	9	3	.	11	9	1
	<i>Galanthus nivalis</i>	25	1	4	1	2	1	.
	<i>Leucojum vernum</i>	19	2	.	1	.	1	.
	<i>Cardamine waldsteinii</i>	26	9	.	3	1	2	.
	<i>Sambucus nigra</i>	42	18	6	3	18	8	1
	<i>Cardamine bulbifera</i>	80	39	15	29	40	64	19
	<i>Cardamine kitaibelli</i>	19	5	1	.	1	1	.
	<i>Lunaria rediviva</i>	20	8	.	.	2	1	.
	<i>Adoxa moschatellina</i>	20	4	1	4	1	4	.
	<i>Asplenium scolopendrium</i>	26	16	5	.	5	1	.
	<i>Dryopteris filix-mas</i>	84	72	28	46	38	58	20
AF	<i>Acer pseudoplatanus</i>	86	69	72	61	52	20	10
	<i>Stellaria nemorum</i> subsp. <i>glochidisperma</i>	8	.	.	.	.	.	.
	<i>Allium ursinum</i>	22	5	3	3	2	9	.
	<i>Polygonatum multiflorum</i>	43	20	37	8	19	1	.
	<i>Vicia oroboides</i>	22	.	5	12	4	.	1
AF	<i>Lamium orvala</i>	36	28	21	12	3	3	1
AF	<i>Ranunculus lanuginosus</i>	18	6	.	12	1	.	.
	<i>Anemone ranunculoides</i>	14	1	.	2	1	9	.
	<i>Corydalis solida</i>	9	.	.	.	2	2	1
	<i>Anemone nemorosa</i>	55	42	21	44	20	32	1
AF	<i>Senecio nemorensis</i> subsp. <i>fuchsii</i>	32	12	27	24	4	.	.
	<i>Ranunculus ficaria</i>	9	.	.	.	4	1	.
	<i>Ulmus glabra</i>	32	25	21	4	14	3	1
AF	<i>Actaea spicata</i>	43	38	24	28	7	14	2
	<i>Veratrum album</i>	23	5	3	21	2	7	.

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Preglednice 2. Sinoptična tabela bukovih gozdov jugovzhodne Evrope ... "

<b>Jelovo-bukovi gozdovi (<i>Lamio orvalae-Fagenion</i>)</b>							
AF	<i>Abies alba</i>	25	99	15	43	24	11
	<i>Rubus fruticosus</i>	1	35	.	3	3	1
AF	<i>Oxalis acetosella</i>	49	82	10	39	14	35
AF	<i>Rhamnus alpinus</i> subsp. <i>fallax</i>	11	44	5	19	3	4
	<i>Senecio nemorensis</i> agg.	14	45	8	11	6	16
	<i>Ajuga reptans</i>	5	44	8	14	21	10
	<i>Sambucus racemosa</i>	2	20	3	.	5	1
	<i>Sanicula europaea</i>	44	71	23	26	37	36
	<i>Hordeolum europaeus</i>	10	28	.	1	3	15
	<i>Athyrium filix-femina</i>	51	64	14	23	31	25
	<i>Carex sylvatica</i>	38	51	18	11	27	3
AF	<i>Cardamine trifolia</i>	22	36	8	24	2	.
AF	<i>Lonicera nigra</i>	3	21	.	14	1	.
	<i>Dryopteris dilatata</i>	4	19	1	5	1	5
	<i>Polystichum aculeatum</i>	27	49	10	32	17	19
	<i>Viola reichenbachiana</i>	34	65	26	33	41	46
	<i>Rubus idaeus</i>	11	38	4	24	5	23
AF	<i>Festuca altissima</i>	11	22	3	15	3	1
	<i>Adenostyles alliariae</i>	9	20	.	13	1	5
	<i>Solanum dulcamara</i>	3	10	1	.	2	.
	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	39	68	37	55	32	48
	<i>Myosotis sylvatica</i>	12	20	.	4	3	9
							3
<b>Toploljubni bukovi gozdovi (<i>Ostryo-Fagenion</i>)</b>							
AF	<i>Fraxinus ornus</i>	11	1	76	10	19	7
AF	<i>Cyclamen purpurascens</i>	42	21	91	42	6	1
	<i>Tanacetum corymbosum</i>	3	.	36	1	4	1
	<i>Carex flacca</i>	.	.	28	.	2	.
AF	<i>Solidago virgaurea</i>	9	5	62	28	12	1
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	4	2	47	10	5	7
AF	<i>Sorbus aria</i>	8	8	55	31	3	1
	<i>Melittis melissophyllum</i>	4	.	44	8	15	2
	<i>Primula vulgaris</i>	7	.	45	11	10	7
	<i>Clematis vitalba</i>	16	5	47	3	15	5
	<i>Convallaria majalis</i>	9	.	40	11	3	6
	<i>Rosa arvensis</i>	12	.	41	.	14	5
	<i>Campanula trachelium</i>	7	4	38	3	9	7
	<i>Peucedanum oreoselinum</i>	.	.	17	1	.	.
	<i>Laserpitium latifolium</i>	1	1	19	4	1	.
	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	.	19	4	2	1
	<i>Sesleria autumnalis</i>	1	1	23	4	6	2
	<i>Tamus communis</i>	13	.	33	4	15	4
	<i>Acer campestre</i>	13	.	36	1	25	5
	<i>Berberis vulgaris</i>	1	.	12	.	.	.
	<i>Sorbus torminalis</i>	.	.	21	.	8	4
	<i>Cornus sanguinea</i>	9	.	22	4	3	1

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Preglednice 2. Sinoptična tabela bukovih gozdov jugovzhodne Evrope ... "

AF	<i>Asarum europaeum</i> subsp. <i>caucasicum</i>	2	.	13	1	.	.	.
	<i>Aposeris foetida</i>	27	2	40	25	6	2	.
	<i>Euphorbia dulcis</i>	19	2	28	2	8	.	.
	<i>Viburnum lantana</i>	7	.	23	4	6	4	.
AF	<i>Carex digitata</i>	18	9	40	28	8	7	1
	<i>Centaurea montana</i>	.	.	10	2	.	.	.
	<i>Cornus mas</i>	3	.	23	.	13	7	1
AF	<i>Buphthalmum salicifolium</i>	.	.	15	9	.	.	.
	<i>Cruciata glabra</i>	2	1	18	1	7	1	1
	<i>Crataegus monogyna</i>	3	2	28	7	19	5	.
AF	<i>Helleborus niger</i>	10	8	28	19	.	1	.
	<i>Anthericum ramosum</i>	.	.	9	1	.	.	.
AF	<i>Erica herbacea</i>	.	.	15	10	.	.	.
AF	<i>Anemone trifolia</i>	.	1	19	15	1	1	.
	<i>Ligustrum vulgare</i>	2	.	14	.	5	1	.
	<i>Crataegus laevigata</i>	.	.	10	.	3	.	.
	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	2	1	14	4	2	1	.
	<i>Salvia glutinosa</i>	29	34	49	15	25	11	1
	<i>Campanula persicifolia</i>	.	.	14	1	2	5	2
	<i>Peucedanum austriacum</i>	2	.	13	3	2	.	1
AF	<i>Hacquetia epipactis</i>	21	9	27	11	2	.	.
AF	<i>Lonicera xylosteum</i>	18	18	36	21	3	12	1
	<i>Rhamnus cathartica</i>	1	.	8	.	1	.	.
	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	18	9	36	6	25	12	4
	<i>Acer obtusatum</i>	3	2	21	3	8	8	2
	<i>Staphylea pinnata</i>	8	4	14	.	1	.	.
	<i>Viburnum opulus</i>	2	.	9	2	1	.	.
	<i>Serratula tinctoria</i>	2	.	8	.	1	1	.
	<i>Mercurialis ovata</i>	.	.	9	.	2	1	2

#### Altimontanski in subalpinski bukovi gozdovi (*Saxifrago rotundifoliae-Fagenion*)

AF	<i>Asplenium viride</i>	1	1	.	39	.	1	.
AF	<i>Rubus saxatilis</i>	.	2	3	33	.	1	.
AF	<i>Rosa pendulina</i>	8	10	8	51	4	4	.
AF	<i>Clematis alpina</i>	.	.	1	26	.	.	.
AF	<i>Lonicera alpigena</i>	29	36	6	66	2	6	1
AF	<i>Valeriana tripteris</i>	1	1	17	37	.	1	1
	<i>Sorbus mougeotii</i>	.	.	.	20	1	1	.
AF	<i>Sorbus aucuparia</i>	12	36	5	57	2	13	5
AF	<i>Adenostyles alpina</i>	5	4	1	27	.	.	.
AF	<i>Phyteuma ovatum</i>	.	.	3	18	.	.	.
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	26	4	45	3	11	7
	<i>Valeriana montana</i>	.	.	.	17	1	1	.
AF	<i>Thalictrum aquilegiifolium</i>	2	4	1	22	1	1	.
	<i>Sesleria albicans</i>	.	.	.	13	.	.	.
AF	<i>Polygonatum verticillatum</i>	20	25	.	45	4	14	1
	<i>Polystichum lonchitis</i>	6	9	1	32	2	8	6
AF	<i>Gentiana asclepiadea</i>	21	18	33	52	11	5	1
	<i>Hypericum umbellatum</i>	.	.	.	11	.	.	.

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Preglednice 2. Sinoptična tabela bukovih gozdov jugovzhodne Evrope ..."

AF	<i>Laserpitium krapftii</i>	.	.	6	18	1	.	.
	<i>Laburnum alpinum</i>	.	.	5	17	1	1	.
AF	<i>Homogyne sylvestris</i>	4	11	23	33	1	.	.
AF	<i>Calamagrostis varia</i>	.	9	13	26	2	.	.
	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	4	1	.	17	.	1	.
	<i>Rhododendron hirsutum</i>	.	.	1	12	.	.	.
	<i>Saxifraga cuneifolia</i>	.	.	.	10	.	.	.
	<i>Luzula sylvatica</i>	4	18	1	42	6	25	20
	<i>Carex ferruginea</i>	.	.	.	9	.	.	.
	<i>Ranunculus platanifolius</i>	7	5	.	19	1	2	.
	<i>Salix appendiculata</i>	1	.	.	10	.	.	.
	<i>Saxifraga rotundifolia</i>	12	16	.	37	2	22	8
	<i>Homogyne alpina</i>	.	.	.	9	.	1	.
	<i>Asplenium ruta-muraria</i>	1	1	6	18	1	1	3
	<i>Aster bellidiastrium</i>	.	.	.	8	.	.	.
	<i>Thymus serpyllum</i>	.	.	.	9	1	.	.
	<i>Aquilegia vulgaris</i>	1	.	1	11	1	.	.
	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	1	1	18	26	1	5	10
	<i>Carex brachystachys</i>	.	.	.	7	.	.	.
	<i>Melica nutans</i>	5	1	13	23	7	3	.
AF	<i>Maianthemum bifolium</i>	5	14	10	24	3	.	.
	<i>Larix decidua</i>	.	.	.	6	.	1	.
AF	<i>Aconitum lycoctonum</i> subsp. <i>vulparia</i>	20	5	9	22	.	.	.
	<i>Cicerbita alpina</i>	3	5	.	13	1	3	.
	<i>Gymnocarpium robertianum</i>	1	4	3	11	1	.	.

#### Nižinski bukovi gozdovi (*Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*)

<i>Carpinus betulus</i>	19	1	15	4	54	3	6
<i>Quercus petraea</i>	18	.	19	.	33	1	5
<i>Circaea lutetiana</i>	24	9	.	.	29	10	1
<i>Festuca drymeja</i>	9	16	3	7	37	19	16
<i>Rubus hirtus</i> agg.	23	30	18	12	54	42	16
<i>Tilia cordata</i>	1	1	12	1	16	.	.
<i>Stellaria holostea</i>	3	.	.	3	14	5	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	3	.	.	.	11	4	.
<i>Glechoma hirsuta</i>	9	15	.	11	25	5	1
<i>Viola odorata</i>	.	.	1	.	9	4	.

#### Gorski bukovi gozdovi osrednjega in jugovzhodnega dela (*Doronico columnae-Fagenion moesiaca*)

Fm	<i>Lapsana communis</i>	.	.	.	1	2	15	1
Fm	<i>Moehringia trinervia</i>	3	2	1	2	8	26	10
	<i>Melica uniflora</i>	5	2	18	1	22	32	4
	<i>Poa chaixii</i>	.	.	.	1	.	8	.
	<i>Pulmonaria rubra</i>	.	.	.	1	1	9	1
	<i>Helleborus cyclophyllus</i>	.	.	.	.	1	8	.
Fm	<i>Potentilla micrantha</i>	4	1	6	1	7	28	24
Fm	<i>Geum urbanum</i>	1	1	.	3	15	21	5
	<i>Epilobium montanum</i>	8	35	.	18	15	40	20

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Preglednice 2. Sinoptična tabela bukovih gozdov jugovzhodne Evrope ... "

Fm	<i>Campanula sparsa</i>	.	.	.	1	10	5
	<i>Luzula luzulina</i>	.	2	.	1	8	.
	<i>Lathyrus laxiflorus</i>	.	.	.	7	18	17
	<i>Digitalis viridiflora</i>	.	.	.	.	5	.
	<i>Veronica officinalis</i>	.	8	.	4	8	20
<b>Bukovi gozdovi jugovzhodnega dela, pod vplivom mediteranske klime (<i>Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae</i>)</b>							
Fm	<i>Abies borisii-regis</i>	.	.	1	.	9	30
	<i>Orthilia secunda</i>	.	2	1	16	2	12
Fm	<i>Lathyrus alpestris</i>	.	.	.	.	6	18
	<i>Silene multicaulis</i>	.	.	.	.	.	10
	<i>Monotropa hypopitys</i>	1	.	.	.	1	12
	<i>Viscum album</i> s.lat.	.	1	.	1	.	9
Fm	<i>Luzula forsteri</i>	1	.	1	.	2	12
	<i>Doronicum orientale</i>	.	.	.	.	6	10
<b>Vrste, diagnostične za več kot eno podzvezo</b>							
AF	<i>Cardamine enneaphyllos</i>	64	22	19	52	5	5
	<i>Galium odoratum</i>	88	72	18	22	62	78
	<i>Hedera helix</i>	43	1	55	6	33	10
AF	<i>Mercurialis perennis</i>	59	30	63	54	23	14
AF	<i>Picea abies</i>	32	81	22	56	8	8
	<i>Galium rotundifolium</i>	2	45	.	2	6	15
AF	<i>Prenanthes purpurea</i>	36	69	33	63	18	32
AF	<i>Veronica urticifolia</i>	2	31	12	42	5	7
AF	<i>Daphne mezereum</i>	54	45	68	85	10	15
AF	<i>Cirsium erisithales</i>	2	9	29	37	.	.
AF	<i>Hepatica nobilis</i>	9	.	37	35	5	3
AF	<i>Carex alba</i>	.	2	19	18	.	.
AF	<i>Galium sylvaticum</i> agg.	14	5	53	42	15	4
Fm	<i>Poa nemoralis</i>	2	4	3	18	16	47
<b>Ostale diagnostične vrste za zvezo <i>Aremonio-Fagion</i></b>							
	<i>Sympytum tuberosum</i> agg.	43	35	21	39	14	31
	<i>Lilium martagon</i>	33	14	26	28	7	12
	<i>Omphalodes verna</i>	10	14	10	8	1	.
	<i>Phyteuma spicatum</i>	14	11	18	18	2	1
<b>Ostale diagnostične vrste za zvezo <i>Fagion moesiaceae</i></b>							
	<i>Veronica chamaedrys</i>	10	11	3	15	17	37
	<i>Galium aparine</i>	1	1	.	1	10	11
	<i>Physospermum cornubiense</i>	.	.	.	.	2	10
<b>Ostale vrste z visoko frekvenco pojavljanja</b>							
	<i>Fagus sylvatica</i>	100	100	100	100	100	100
	<i>Lamiastrum galeobdolon</i> agg.	56	54	31	24	44	46

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Preglednice 2. Sinoptična tabela bukovih gozdov jugovzhodne Evrope ..."

<i>Mycelis muralis</i>	41	72	24	53	48	71	51
<i>Acer platanoides</i>	35	14	33	4	28	15	4
<i>Pulmonaria officinalis</i>	34	16	40	11	24	15	1
<i>Asarum europaeum</i>	32	29	37	14	28	8	1
<i>Geranium robertianum</i>	30	41	5	21	27	44	7
<i>Aremonia agrimonoides</i>	29	60	18	42	19	57	30
<i>Heracleum sphondylium</i>	28	5	14	18	7	4	8
<i>Prunus avium</i>	25	2	26	3	30	10	1
<i>Fragaria vesca</i>	25	46	27	38	32	29	13
<i>Lathyrus vernus</i>	25	16	29	16	25	4	2
<i>Euonymus latifolius</i>	22	8	12	9	4	8	1
<i>Corylus avellana</i>	22	18	27	9	29	11	3
<i>Aegopodium podagraria</i>	21	4	8	9	8	14	.
<i>Urtica dioica</i>	18	2	.	3	6	13	5
<i>Doronicum austriacum</i>	16	8	1	8	2	8	.
<i>Ruscus hypoglossum</i>	16	10	12	3	21	2	3
<i>Luzula luzuloides</i>	15	10	10	11	22	24	23
<i>Milium effusum</i>	15	10	.	2	3	8	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	13	6	13	4	14	4	2
<i>Daphne laureola</i>	11	16	3	1	3	5	1
<i>Aruncus dioicus</i>	11	6	8	10	6	1	.
<i>Scilla bifolia</i>	11	1	1	1	.	7	1

Nomenklatura bukovih gozdov na Balkanu je glede na našo raziskavo sledeča:

***Querco-Fagetea*** Braun-Blanquet et Vlieger in Vlieger 1937

***Fagetalia sylvaticae*** Walas 1933

***Aremonio-Fagion*** Török, Podani et Borhidi ex Marinček, Mucina,  
Zupančič, Poldini, Dakskobler et Accetto 1993

***Lamio orvalae-Fagenion*** Borhidi ex Marinček, Mucina, Zupančič,  
Poldini, Dakskobler et Accetto 1993

***Saxifrago rotundifoliae-Fagenion*** Marinček, Mucina, Zupančič,  
Poldini, Dakskobler et Accetto 1993

***Ostryo-Fagenion*** Borhidi ex Soó 1964 (incl. ***Epimedio-Fagenion***  
Marinček in sod., 1993)

***Fagion moesiaceae*** Blečić et Lakušić 1970

(Syn.: *Fagion moesiaceum* Fukarek 1969 nom. inval. [art. 2b], *Fagion moesiaceum* Horvat, Glavač et  
Ellenberg 1974 nom. illeg. [art. 34], *Fagion moesiaceae* Török, Podani et Borhidi 1989 nom. illeg. [art.  
31], *Doronicum orientalis-Fagion moesiaceae* Dierschke 1998 nom. inval. [art. 2b], *Doronicum  
columnae-Fagion moesiaceae* (Dzwonko, Loster, Dubiel et Drenkovski 1999) Dierschke 2004 [syntax.  
syn.])

***Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*** Marinšek, Šilc et Čarni  
2012

(Syn.: *Doronico orientalis-Fagenion moesiaca* Raus 1977 nom. inval. [art. 1],

*Doronico orientalis-Fagenion moesiaca* Raus 1980 nom. inval. [art. 2b], *Doronico orientalis-Fagenion moesiaca* Raus ex Raus 1980 nom. inval. [art. 2b], *Doronico orientalis-Fagenion moesiaca* Raus ex Bergmeier 1990 nom. inval. [art. 5], *Doronico orientalis-Fagenion moesiaca* Raus ex Bergmeier et Dimopoulos 2001 nom. inval. [art. 3f])

***Doronico columnae-Fagenion moesiaca*** Dzwonko, Loster, Dubiel et Drenkovski 1999

***Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*** Marinšek, Šilc et Čarni 2012

Opombe v oglatih oklepajih pri posameznih neveljavno opisanih sintaksonomskih enotah se nanašajo na člene Mednarodnega kodeksa fitocenološke nomenklature (Weber in sod., 2000).

Lektotipifikacija novih sintaksonov:

***Fagion moesiaca*** Blečić et Lakušić 1970:

Lectotypus hoc loco: *Elymo-Fagetum moesiaca* Blečić et Lakušić 1970 (Nomenklatorni tip, lectotypus: popis št. 2, Pregl. 4, v: Blečić in Lakušić (1970)).

***Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*** Raus ex Marinšek, Šilc et Čarni 2012

Nomenklatorni tip – holotypus: *Lathyrho alpestris-Fagetum sylvaticae* Bergmeier 1990

Diagnostične vrste: *Abies borisii-regis*, *Lathyrus alpestris*, *Luzula forsterii*, *Silene multicaulis*, *Monotropa hypopitys*, *Doronicum orientale*.

Ekološki pogoji: termofilni bukovi gozdovi kontinentalnega dela južnega Balkana pod vplivom mediteranske klime.

***Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*** Marinšek, Šilc et Čarni 2012:

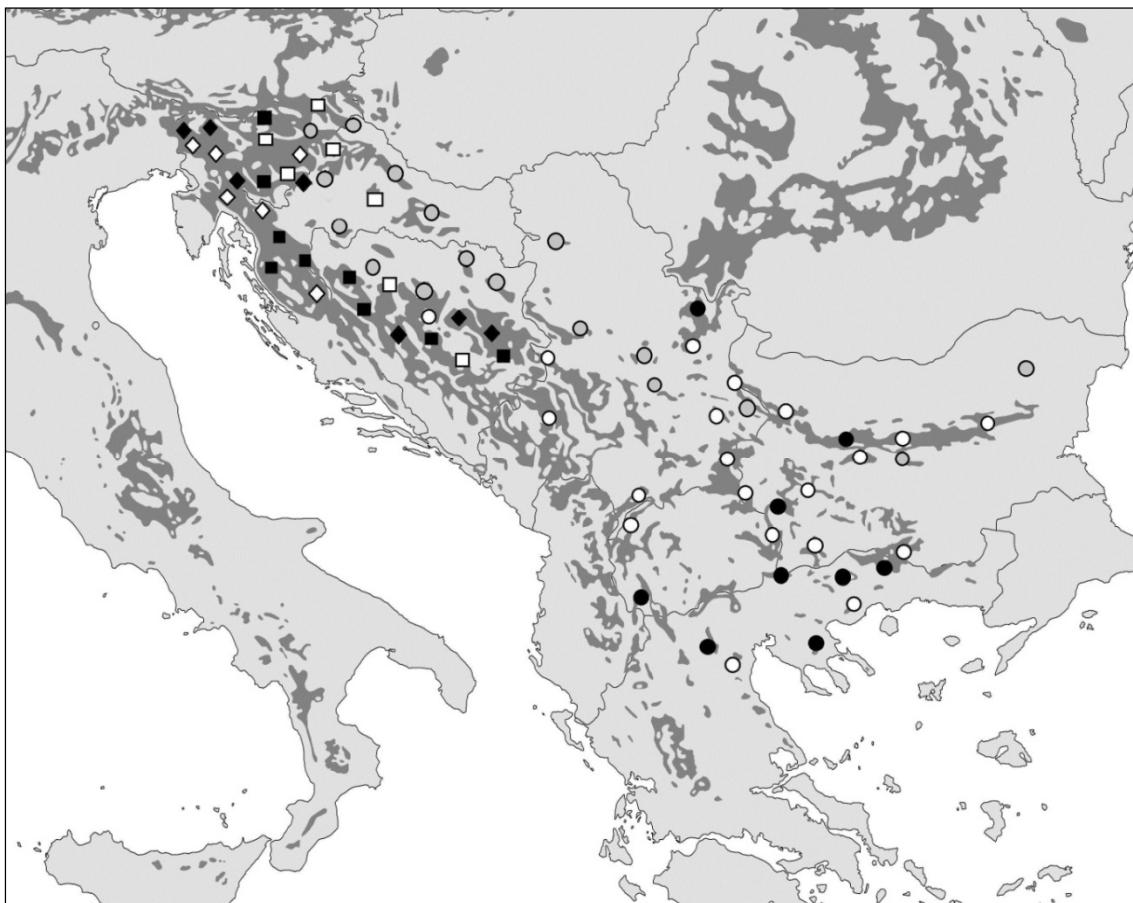
Nomenklatorni tip – holotypus: *Tilio tomentosae-Fagetum sylvaticae* Tzonev, Dimitrov, Chytrý, Roussakova, Dimova, Gussev, Pavlov, Vulchev, Vitkova, Gogoushev, Nikolov, Borisova et Ganeva 2006.

Diagnostične vrste: *Tilia cordata*, *Glechoma hirsuta* in *Tilia tomentosa*\*.

\*Vrsta *Tilia tomentosa* ima phi-vrednost 17,5, vendar njena geografska razširjenost ustreza arealu podzveze. Zato smo se odločili, da jo izberemo kot diagnostično vrsto.

Ekološki pogoji: nižinski toploljubni bukovi gozdovi pod vplivom kontinentalne klime.

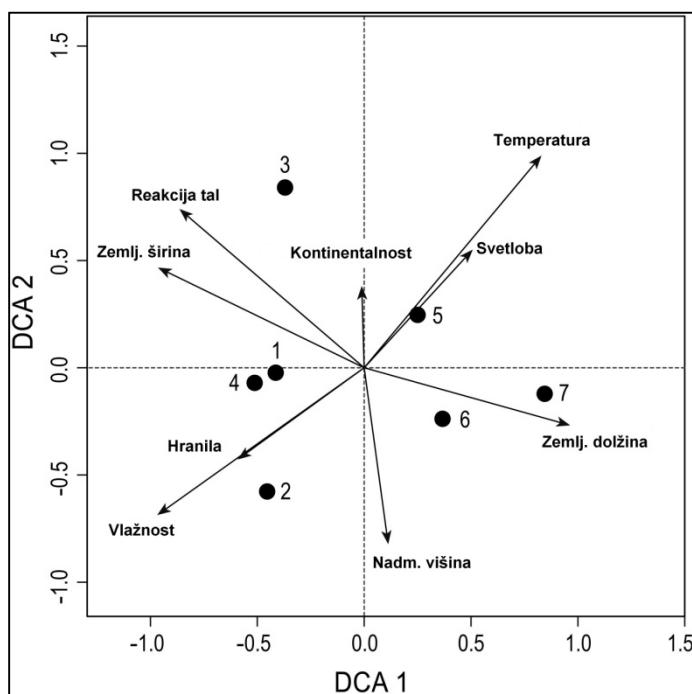
Prostorska predstavitev posameznih zvez in podzvez bukovih gozdov (Snopov) na raziskovanem območju je predstavljena na Sliki 6.



Slika 6: Območje raziskave na izseku karte bukovih gozdov jugovzhodne Evrope (Bohn in sod., 2004). Razširjenost bukovih gozdov je označena s temno sivo barvo. Simboli prikazujejo položaj posameznih tipov bukovih gozdov. Legenda: kvadrati – zveza *Aremonio-Fagion*, krogi – zveza *Fagion moesiaca*, □ - Snop 1, ■ - Snop 2, ◇ - Snop 3, ♦ - Snop 4, ● - Snop 5, ○ - Snop 6, ● - Snop 7. Simboli za snope so na karto postavljeni subjektivno, glede na najvišjo frekvenco pojavljanja določenega tipa bukovega gozda.

Figure 6: Study area on a segment of the vegetation map of Southeast Europe (Bohn in sod. 2004) with the distribution of beech forests (dark grey) and symbols that mark position of each beech forest vegetation type separately. Legend: squares – alliance *Aremonio Fagion*, circles – alliance *Fagion moesiaca*, □ - Cluster 1, ■ - Cluster 2, ◇ - Cluster 3, ♦ - Cluster 4, ● - Cluster 5, ○ - Cluster 6, ● - Cluster 7. Symbols for clusters are placed subjectively on the map in relation to the highest frequency of occurrence.

Rezultate klastrske analize sinoptične tabele z odstotki smo uporabili pri ordinaciji popisov, kjer smo naredili DCA analizo s pasivno projeciranimi ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) in geografskimi kazalniki (nadmorska višina, geografska dolžina in širina) (Slika 7). Os 1 je v močni korelaciji (povezavi) z geografsko dolžino in širino, medtem ko os 2 kaže močnejšo korelacijo z nadmorsko višino. S Slike 7 je razvidno, da temperatura in vlažnost korelirata tako z osjo 1, kot tudi z osjo 2. Oba kazalnika se spremenjata v smeri SZ–JV, kot je prikazano v Pregl. 3. Ravno tako se na lokalnem merilu spremenjata na višinskem gradientu. Iz tega stališča smatramo os 1 kot splošno sprejet makroekološki gradient na Balkanu, ki poteka vzdolž Dinaridov v smeri SZ–JV. Kot smo pričakovali, korelacija med osjo 1 in nadmorsko višino ni značilna, saj je za raziskovano območje značilen širok višinski razpon. Porazdelitev in razpon nadmorskih višin za posamezne snope je prikazan na Sliki 8.



Slika 7: Detrended Correspondence Analysis (DCA) sedmih snopov s pasivno projekcijo pojasnjениh spremenljivk. Številke snopov so enake kot v Pregl. 2.

Figure 7: Detrended Correspondence Analysis (DCA) of seven relevé clusters, with passively projected explanatory variables. The numbering of the clusters is the same as in Table 2.

Korelacije med DCA vrednostmi osi 1 in 2 ter povprečnimi EIV, ki smo jih testirali s Kendallovim koeficientom, prikazujejo nekaj značilnih razlik vzdolž obeh osi (Pregl. 3). Ekološke indikatorske vrednosti za svetlubo in temperaturo kažejo statistično značilen

porast vzdolž geografskega gradiента proti jugovzhodu (os 1), medtem ko indikatorske vrednosti za vlažnost, reakcijo tal in hranila kažejo na statistično značilen upad. Vse korelacije med osjo 2 in EIV so statistično značilne. Nadmorska višina in EIV za vlažnost in hranila se značilno niža, medtem ko indikatorske vrednosti za svetlobo, temperaturo, kontinentalnost in reakcijo tal statistično značilno naraščajo (Pregl. 3).

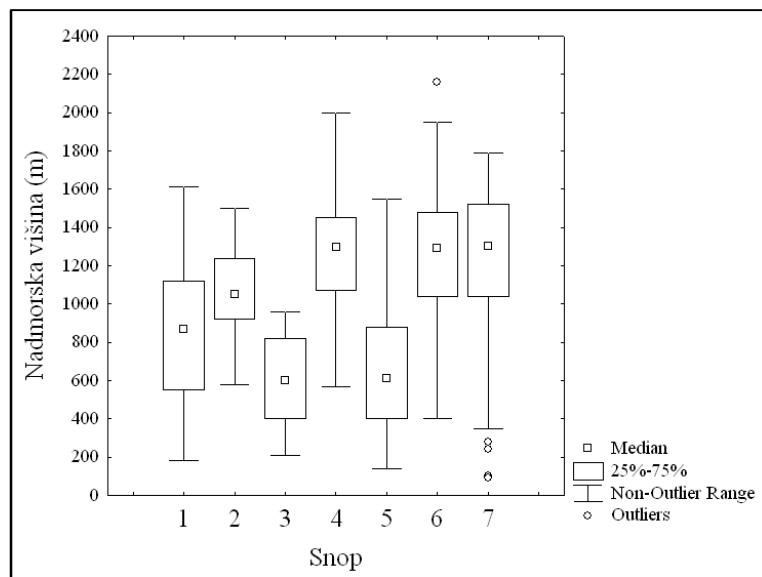
Vzdolž osi 1 je v smeri jugovzhoda opazno statistično značilno naraščanje deleža hamefitov, hemikriptofitov in terofitov. Istočasno se delež geofitov in fanerofitov statistično značilno zmanjšuje v isti smeri (Pregl. 3) in odraža spremenjene ekološke razmere.

Ugotovili smo tudi statistično značilne razlike v korelacijo med osjo 1 in deležem horotipov. Stenomediteranske, evrimediteranske, mediteransko-gorske, evrazijske in gorske južnoevropske vrste kažejo na naraščanje v smeri proti jugovzhodu, medtem ko borealne vrste v tej smeri upadajo. Rezultati potrjujejo naša predvidevanja glede geografsko in makroekološko osnovanih razlik bukovih gozdov na celotnem proučevanem območju.

Preglednica 3: Korelacije (Kendall-Tau koeficient) med DCA vrednostmi in pojasnjjenimi spremenljivkami (geografska dolžina, širina, nadmorska višina, EIV, živiljenjske oblike in horotipi); C = hamefiti, G = geofiti, H = hemikriptofiti, N = nanofanerofiti, P = fanerofiti, T = terofiti, End. = endemične vrste, StM = stenomediteranske, EuM = evrimediteranske, MeM = mediteransko-montanske, EuA = evrazijske, Atl. = atlantske, MSE = montanske južnoevropske, Bor = Borealne, WiS = širokorazširjene vrste. \* = soodvisnosti so značilne pri  $p < 0,001$ .

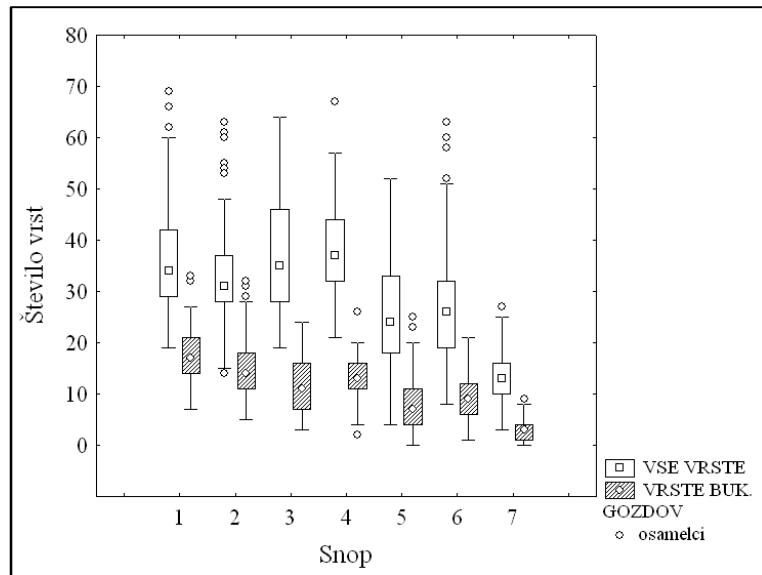
Table 3: Correlations (Kendall-Tau coefficient) between DCA relevé scores and explanatory variables (latitude, longitude, altitude, EIV, life forms, EIV and chorotypes); C = chamaephytes, G = geophytes, H = hemicryptophytes, N = nanophanerophytes, P = phanerophytes, T = therophytes, End. = Endemic, StM = Stenomediterranean, EuM = Eurimediterranean, MeM = Mediterranean-Montane, EuA = Eurasian, Atl. = Atlantic, MSE = Montane South European, Bor = boreal, WiS = widespread species. \* = correlations are significant at  $p < 0,001$ .

OS	Geogr. dejavniki						Ekološki dejavniki						OS 1	OS 2
	Z. širina	Z. višina	Gradient	Nadm. viš.	Svetl.	Temp.	Kont.	Vlaž.	pH	Hran.				
1	-0.554*	0.568*	0.606*	0.067	0.142*	0.310*	-0.06	-0.370*	-0.416*	-0.196*	1	0.032		
2	0.160*	-0.077*	-0.094*	-0.467*	0.206*	0.494*	0.117*	-0.303*	0.222*	-0.154*	0.032	1		
Živiljenjske oblike														
	P	N	C	H	G	T							1	0.032
1	-0.098*	0.081	0.230*	0.144*	-	0.412*							1	0.032
2	0.335*	-0.106*	-0.039	-0.116*	-	-0.013							0.032	1
Horotipi														
	End	StM	EuM	MeM	EuA	Atl	MSE	Bor	WiS					
1	0.032	0.322*	0.365*	0.320*	0.119*	0.047	0.272*	-0.082*	-0.060				1	0.032
2	-0.208	-0.027	0.153*	-0.033	0.364*	0.069	-	-0.287*	-0.223*				0.032	1



Slika 8: Graf predstavlja nadmorske višine in višinski razpon pojavljanja za vsak snop posebej. Številke snopov se nanašajo na Pregl. 2.

Figure 8: The Box-Whiskers graph presents altitudes and altitudinal range for each cluster individually. Number of clusters refer to Table 2.



Slika 9: Graf predstavlja povprečno število rastlinskih vrst in povprečno število vrst bukovih gozdov za vsak posamezen snop. Vrste bukovih gozdov so bile izbrane po študiji Willnerja in sod. (2009). Številke snopov se nanašajo na Pregl. 2.

Figure 9: The Box-Whisker graph presents the average number of species and average number of beech forest species defined in individual clusters. Beech forest species were defined according to Willner in sod. (2009). Number of clusters refer to Table 2.

Najvišje število rastlinskih vrst smo ugotovili v bukovih gozdovih zveze *Aremonio-Fagion*, še posebej v toploljubnih bukovih gozdovih (Snop 3 – *Ostryo-Fagenion*) ter

alitimontanskih in subalpinskih bukovih gozdovih (Snop 4 – *Saxifrago-Fagenion*). Število vrst v snopih zveze *Fagion moesiaceae* (Snopi 5, 6, 7) je relativno nižje. Najnižje število vseh vrst in tudi tipičnih vrst bukovih gozdov je ugotovljeno na jugovzhodnem delu, kjer je močan vpliv mediteranske klime, predvsem v gozdovih, ki jih uvrščamo v Snop 7 – podzveza *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*. Ugotavljamo, da vrstna diverziteta na splošno upada vzdolž geografskega gradiента, v smeri prot jugovzhodu. Če na Slikah 8 in 9 primerjamo Snope 4, 6 in 7, lahko vidimo, da nadmorska višina na številčnost rastlinskih vrst ne vpliva. Vsi trije tipi bukovih gozdov uspevajo na najvišjih nadmorskih višinah, vendar pa imajo gozdovi Snopa 4 najvišje število vrst, Snop 7 pa najnižje.

Glede na to, da smo z analizo ugotovili dve glavni skupini bukovih gozdov, smo želeli med njima ugotoviti značilne razlike. Naredili smo primerjavo med severno (zveza *Aremonio-Fagion*) in južno skupino (zveza *Fagion moesiaceae*) bukovih gozdov. Rezultati Mann-Whitney U testa v Pregl. 3 kažejo statistično značilne razlike v deležu vseh življenjskih oblik, razen hemikriptofitov in fanerofitov. Tudi Pregl. 4 prikazuje višji delež geofitov in fanerofitov v gozdovih zveze *Aremonio-Fagion*, medtem ko imajo ostale življenjske oblike višji delež v gozdovih zveze *Fagion moesiaceae*.

Tudi ekološki dejavniki med obema skupinama gozdov so statistično značilno različni. V Pregl. 4 lahko vidimo, da bukovi gozdovi zveze *Fagion moesiaceae* uspevajo v razmerah, za katere so značilne višje povprečne temperature, nižja količina padavin ter tla revnejša s hranili, kot pa gozdovi zveze *Aremonio-Fagion*.

Kar se tiče deleža horotipov v vrstni sestavi gozdov obeh zvez, smo v gozdovih zveze *Fagion moesiaceae* ugotovili značilno višji delež endemičnih, stenomediteranskih, evrimediteranskih, evrazijskih, atlantskih, gorskih južnoevropskih vrst ter široko razširjenih vrst.

Vse analize poudarjajo ne samo različne ekološke dejavnike v teh dveh skupinah gozdov, temveč kažejo tudi različno strukturo funkcionalnih znakov v vrstni sestavi.

Preglednica 4: Mann-Whitney U test razlik med živiljenjskimi oblikami, ekološkimi indikatorskimi vrstami in horotipi med bukovimi gozdovi zveze *Aremonio-Fagion* (AF) in *Fagion moesiaca* (Fm). C = hamefiti, G = geofiti, H = hemikriptofiti, N = nanofanerofiti, P = fanerofiti, T = terofiti, End.= endemične vrste, StM = stenomediteranske, EuM = evrimediteranske, MeM = mediteransko-montanske, EuA = evrazijske, Atl. = atlantske, MSE = montanske južnoevropske, Bor = Borealne, WiS = širokorazširjene vrste. \*\* = korelacije so značilne pri  $p < 0,001$ .

Table 4: Mann-Whitney U test of differences in life forms, indicator values and chorotypes between the northern group (AF: alliance *Aremonio-Fagion*) and southern group (Fm: alliance *Fagion moesiaca*) of BF vegetation types. Abbreviation: C = chamaephytes, G = geophytes, H = hemicryptophytes, N = nanophanerophytes, P = phanerophytes, T = therophytes, End. = Endemic, StM = Stenomediterranean, EuM = Eurimediterranean, MeM = Mediterranean-Montane, EuA = Eurasian, Atl. = Atlantic, MSE = Montane south European, Bor = Boreal, WiS = widespread species. \*\* = tests are significant at  $p < 0,001$

Spremenljivka	z	p	Št. (AF)	Št. (Fm)
% C	-7.9606	<b>0.0000**</b>	324	526
% G	5.8837	<b>0.0000**</b>	368	611
% H	-1.7326	0.0832	367	622
% N	-3.8153	<b>0.0001**</b>	318	385
% P	1.6052	0.1084	369	628
% T	-10.7364	<b>0.0000**</b>	132	311
Nadm. višina	-1.3653	0.1722	369	628
Svetloba	-4.3717	<b>0.0000**</b>	369	628
Temperatura	-11.8139	<b>0.0000**</b>	369	628
Kontinentalnost	4.1931	<b>0.0000**</b>	369	628
Vлага	12.8679	<b>0.0000**</b>	369	628
Reakcija tal	14.4035	<b>0.0000**</b>	369	628
Hranila	4.4918	<b>0.0000**</b>	369	628
End.	-4.6764	<b>0.0000**</b>	37	28
StM	-10.0349	<b>0.0000**</b>	170	264
EuM	-8.4353	<b>0.0000**</b>	180	335
MeM	-2.7316	0.0063	321	250
EuA	-5.4226	<b>0.0000**</b>	369	628
Atl	-5.2110	<b>0.0000**</b>	84	80
MSE	3.8103	<b>0.0001**</b>	345	409
Bor	2.6500	0.0080	368	597
Wis	-8.8218	<b>0.0000**</b>	293	465

## 4.2 VPLIV GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST

### 4.2.1 Vpliv ekoloških gradientov na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v gozdovih razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji

Indeks specializacije *theta* smo izračunali za 323 rastlinskih vrst. To so vrste, ki so bile prisotne v najmanj 100 fitocenoloških popisih. V Prilogi 3 smo jih razvrstili v vrstnem redu od največjih habitatnih specialistov (*Valeriana saxatilis*, *Aster bellidiastrum*, *Carex ferruginea*, *Rhododendron hirsutum*, *Salix eleagnos*, *Hordelymus europaeus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Clematis alpina* itd.) do največjih generalistov (*Galium mollugo*, *Dactylis glomerata*, *Frangula alnus*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*, *Melampyrum pratense*, *Juniperus communis*, *Molinia arundinacea* idr.).

#### 4.2.1.1 Funkcionalni znaki

Med vsemi Raunkierjevimi življenjskimi oblikami imajo hamefiti najnižje vrednosti indeksa specializacije *theta*. Le-ti združujejo večinoma specialiste (Slika 10). Nasprotno pa imajo makrofanerofiti značilno večje vrednosti *theta* kot hamefiti ( $p_{adj} = 0,015$ ) in predstavljajo generaliste. Tudi *obstojnost listov* se je izkazal za znak, ki se statistično značilno razlikuje med generalisti in specialisti. Bolj izraženi generalisti imajo v večji meri trajnozelene in poletnozelene liste, medtem ko imajo pomladno zelene vrste značilno nižje vrednosti *theta* ( $p_{adj} = 0,021$ ) (Slika 11), kar je znak višje stopnje habitatne specializacije. Funkcionalen znak *starost ob prvem cvetenju* se je ravno tako izkazal za statistično značilen znak, vendar kasnejši *post hoc* testi razlik med posameznimi kategorijami (cvetenje znotraj enega leta, med enim in petimi leti, nad pet let) niso zaznali.

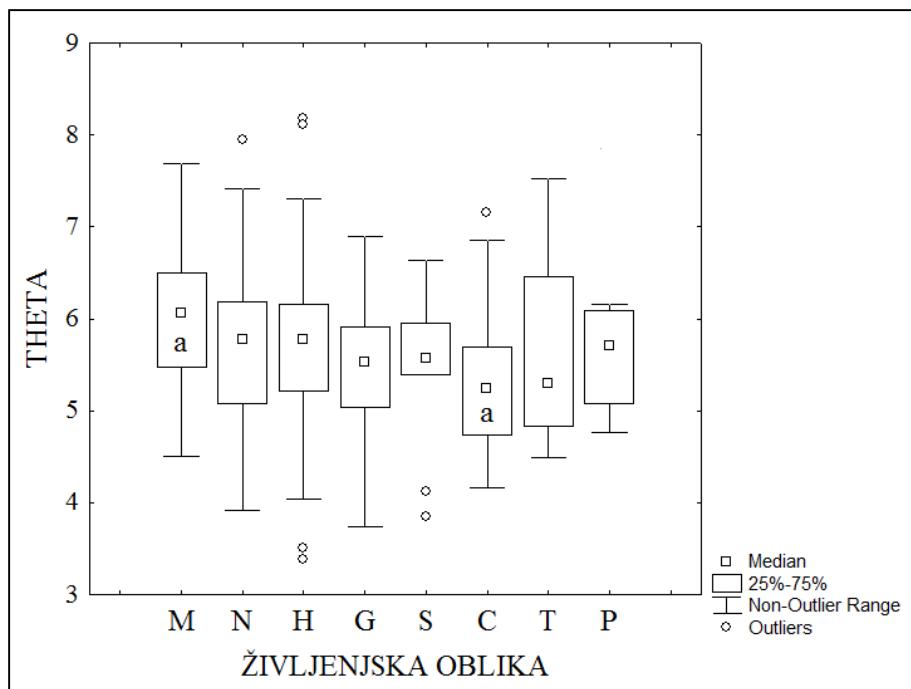
Znak *prostorski obseg uspevanja vrste* kaže šibko, vendar statistično značilno korelacijo rastlinskih vrst s stopnjo specializacije. Znak *število naseljenih habitatov*, ki označuje število habitatov, ki jih posamezna vrsta poseljuje, nam lahko služi kot merilo (realizirane) širine niš. V našem primeru je merilo, ki statistično značilno razlikuje med habitatnimi generalisti in specialisti. Pozitiven trend (Pregl. 6) kaže na to, da se stopnja generalizma povečuje z višjim številom habitatov, ki jih posamezna vrsta poseljuje. Enak trend velja tudi za znak *število naseljenih florističnih območij*. Obstajajo tudi statistično značilne korelacije med indeksom specializacije *theta* in naslednjimi znaki: pozitivna korelacija s *premerom semena*, *povprečno višino krošnje*, *povprečno LDMC* in generalizmom vrst ter

negativna korelacija med *povprečno SLA* indeksom specializacije *theta* (Pegl. 6). Rezultati kažejo na to, da se z večanjem premera semena, z višanjem povprečne višine krošnje in večanjem LDMC posamezne vrste veča njihova stopnja habitatnega generalizma. Z višanjem vrednost SLA pa se povečuje stopnja habitatne specializacije vrst.

Preglednica 5: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnih rastlinskih znakov in *theta* vrednostmi, izračunana z ANOVO. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*). (n = število vrst s funkcionalnimi znaki, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne značke za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

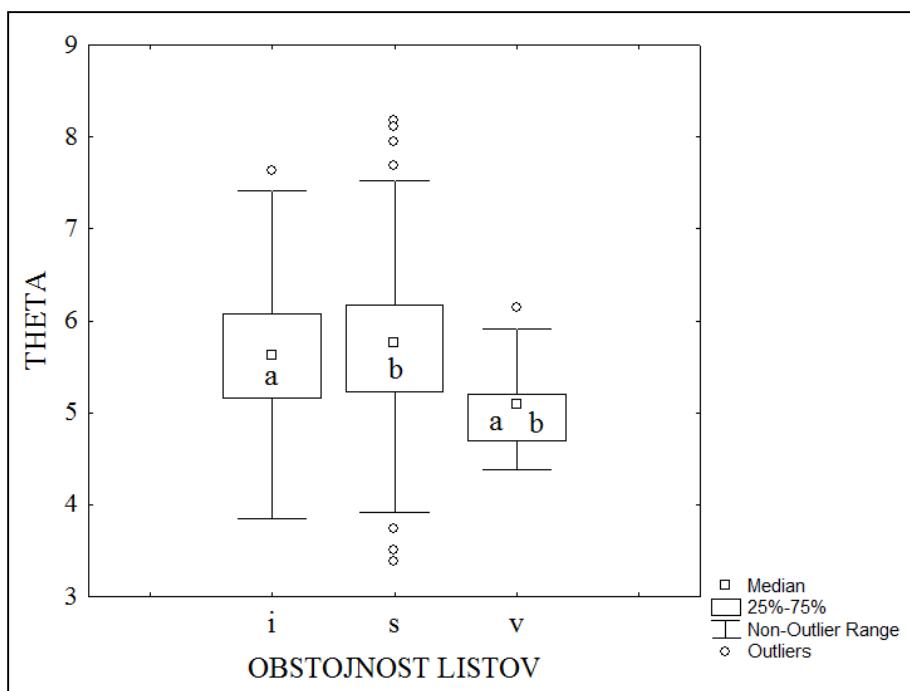
Table 5: Differences between categorical functional traits and  $\theta$ -values determined by ANOVA. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterix (\*).(n – number of species with available trait value, Source – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

FUNKCIONALNI ZNAK	Število kategorij	n	Vir	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Zivljenjska oblika	8	272	BF	9.665	1.381	2.35	<b>0.024 *</b>
Starost ob prvem cvetenju	3	151	L	4.256	2.128	3.703	<b>0.027*</b>
Obstojnost listov	4	265	BF	5.15	1.717	2.8788	<b>0.036 *</b>
Zivljenjska doba	3	272	BF	0.293	0.147	0.2396	0.787
Vegetativno razmnoževanje	2	272	BF	0.225	0.225	0.3689	0.544
Tip rozet	3	272	BF	1.358	0.679	1.1176	0.329
Tip strategij CSR	6	272	BF	3.707	0.741	1.2245	0.298
Prenašalec peloda	6	249	BF	6.369	1.274	2.174	0.058
Tip reprodukcije	4	272	BF	2.127	0.709	1.168	0.322



Slika 10: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 272 rastlinskih vrst glede na Raunkierjeve življenske oblike (M-makrofanerofiti, N-nanofanerofiti, H-hemikriptofiti, G-geofiti, S-hemifanerofiti, C-hamefiti, T-terofiti, P-pseudofanerofiti). Diagram škatla z ročaji predstavlja posamezne skupine življenskih oblik z ekstremnimi vrednostmi in kvartili. a-a = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka (Tukey HSD test,  $p_{adj} < 0,05$ ).

Figure 10: Specialization index *theta* among 272 forest plants grouped according to Raunkier's life-forms (M-macrophanerophytes, N-nanophanerophytes, H-hemicryptophytes, G-geophytes, S-hemiphannerophytes, C-chamaephytes, T-terophytes, P-pseudophanerophytes). Box plots represent extreme values and quartiles. a – a = indicates significantly different categories of functional trait (Tukey HSD test,  $p_{adj} < 0,05$ ).



Slika 11: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 272 rastlinskih vrst glede na obstojnost listov (i-trajnozeleni, s-poletnozeleni, v-pomladnozeleni). Diagram škatla z ročaji predstavlja posamezne kategorije funkcionalnega znaka z ekstremnimi vrednostmi in kvartili. a-a, b-b = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka, (Tukey HSD test,  $p_{adj} < 0,05$ ).

Figure 11: Specialization index among 272 forest plants grouped according to leaf persistence of plants (i-evergreen, s-summer green, v-spring green). Box plots represent extreme values and quartiles. Medians are significantly different at  $p_{adj} < 0,05$  (Tukey HSD test). a-a, b-b = indicates significantly different categories of functional trait.

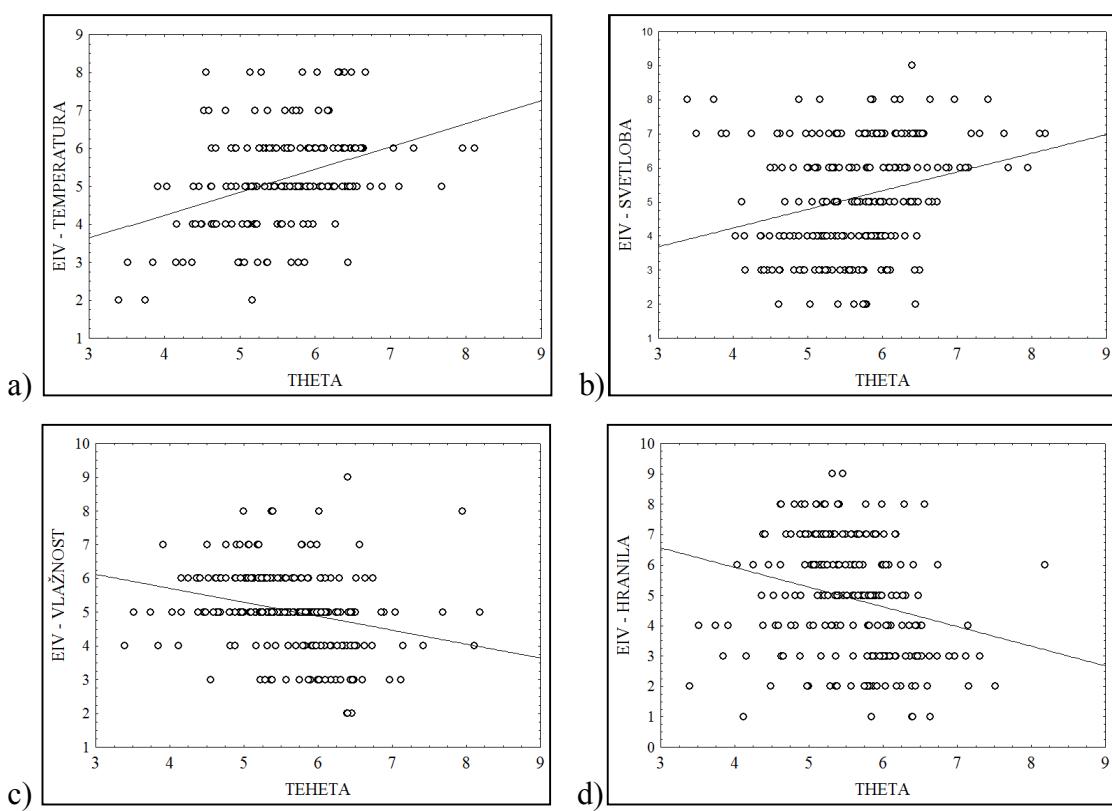
#### 4.2.1.2 Ekološke indikatorske vrednosti

Korelacije med ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) in *theta* kažejo, da se vrste – habitatni specialisti – statistično značilno pojavljajo na relativno bolj vlažnih in hladnih rastiščih in rastiščih z relativno manj svetlobe, a bogatejšimi s hranili (Pregl. 6, Slika 12). Obstaja tudi statistično značilna negativna korelacija med povprečno nadmorsko višino pojavljanja posameznih rastlinskih vrst in stopnjo specializacije (Slika 13).

Preglednica 6: Pearsonova (Pea) in Spearmanova (Spe) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki, ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) in indeksom specializacije *theta*. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*),  $p < 0,001$  z dvema zvezdicama (\*\*). (N – število vrst s funkcionalnimi znaki, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcijске znake za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR, E – Ellenbergove EIV (Ellenberg in sod., 1992), D – vrednosti izračunane iz naših podatkov za nadmorske višine, P – zmnožek številskih vrednosti dveh znakov – števila florističnih območij in stopenj obsega oceanskosti).

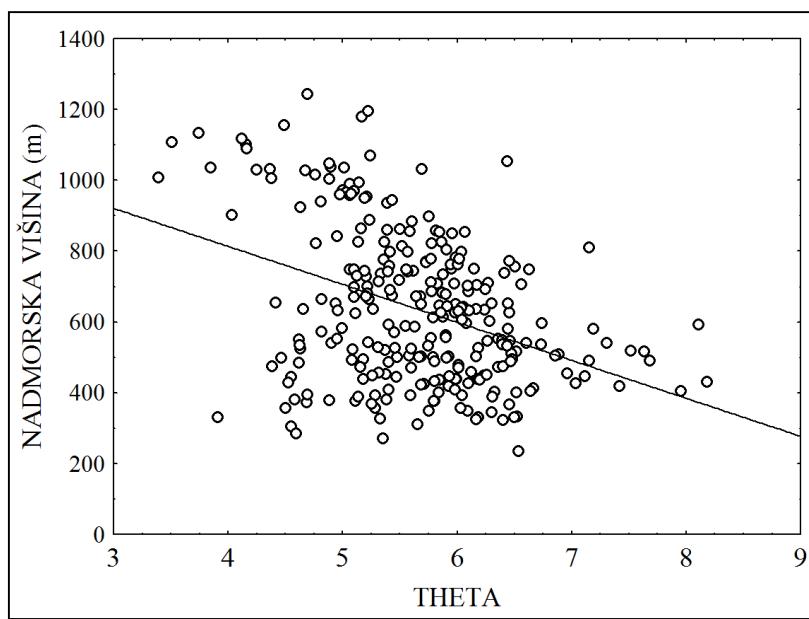
Table 6: Pearson's (Pea) and Spearman (Spe) correlation between paired traits, ecological indicator values and  $\theta$ . Statistically significant values ( $P < 0,05$ ) are marked with asterix (\*),  $p < 0,001$  with two asterisks (\*\*). (N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR, E – Ellenberg EIV (Ellenberg et al., 1992), D – calculated from own data, P – product of the number of floristic zones and range of oceanity levels).

FUNKCIONALNI ZNAK	test	N	Vir	t	p-vrednost	korelacija
Prostorski obseg uspevanja	Pea	272	P	2	<b>0.046*</b>	0.121
Število naseljenih habitatov	Pea	266	BF	2.545	<b>0.012*</b>	0.154
Število sintaksonomskih razredov	Pea	264	BF	5.724	< 0.001**	0.333
Premer semena	Pea	184	L	2.115	<b>0.036*</b>	0.154
Povp. SLA (spec. listna površina)	Pea	209	L	-3.078	<b>0.002*</b>	-0.208
Povp. LDMC (delež suhe snovi v listu)	Pea	206	L	3.223	<b>0.001**</b>	0.219
Povp. višina krošnje	Pea	198	L	2.539	<b>0.012*</b>	0.178
Maks. hitrost padanja semena	Pea	146	L	-0.3	0.764	-0.025
Št. naseljenih florističnih območij	Pea	268	BF	1.124	0.262	0.069
Urbanost	Pea	264	BF	1.806	0.072	0.111
Trajanje cvetenja (meseci)	Pea	272	BF	-1.539	0.125	-0.093
Teža semena	Pea	188	L	-0.018	0.986	-0.001
Dolžina semena	Pea	177	BF	1.051	0.295	0.079
Širina semena	Pea	181	BF	1.761	0.08	0.13
EIV						
Temperatura	Spe	182	E		< 0.001**	0.362
Svetloba	Spe	252	E		< 0.001**	0.306
Vlažnost	Spe	233	E		< 0.001**	-0.375
Hranila	Spe	229	E		< 0.001**	-0.315
Povp. nadmorska višina	Pea	272	D	-6.893	< 0.001**	-0.386
Kontinentalnost	Spe	247	E		>0.001	0.025
Reakcija tal	Spe	207	E		>0.001	-0.031



Slika 12: Statistično značilne pozitivne korelacije med indeksom specializacije *theta* in EIV rastlinskih vrst za temperaturo (12a), svetlobo (12b) ter statistično značilne negativne korelacije med indeksom specializacije *theta* ter EIV za vlažnost (12c) in hranila (12d). Višja vrednost *theta* pomeni širšo ekološko nišo.

Figure 12: Statistically significant positive correlations between specialization index *theta* and species' EIV for temperature (12a), light (12b) and negative correlations between *theta* and EIV for moisture (2c) and nutrients (12d). Higher value of *theta* means wider ecological niche.

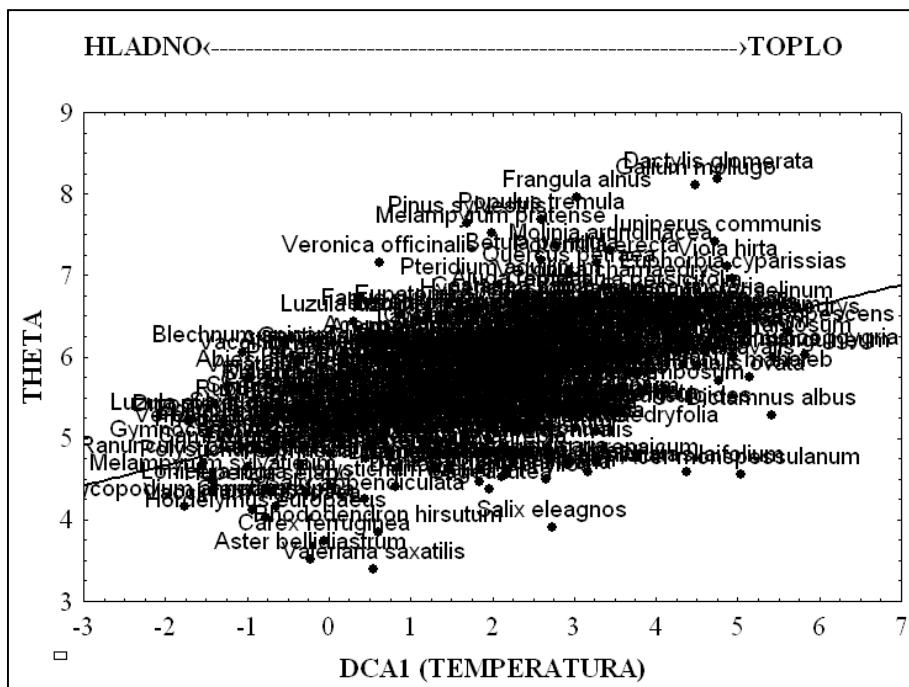


Slika 13: Korelacija med indeksom specializacije *theta* in povprečno nadmorsko višino pojavljanja posameznih vrst kaže na negativen trend med generalisti in povprečno nadmorsko višino pojavljanja rastlinskih vrst ( $t = 2,5306$ ,  $df = 270$ ,  $p\text{-value} = 0,011$ ,  $\text{cor} = -0,152$ ).

Figure 13: Correlation between *theta* and altitudinal range shows significantly negative trend between habitat generalists and mean altitudinal range ( $t = 2,5306$ ,  $df = 270$ ,  $p\text{-value} = 0,011$ ,  $\text{cor} = -0,152$ ).

Korespondenčna analiza z odstranjениm trendom (DCA) celotnega nabora fitocenoloških popisov ( $n = 4.556$ ) in post-hoc korelacijska analiza EIV je pokazala, da os 1 najmočneje korelira z ekološko indikatorsko vrednostjo za temperaturo ( $\text{cor} = 0,64$ ,  $p < 0,001$ ) in jo lahko opredelimo kot temperturni gradient. Os 2 izkazuje najmočnejšo korelacijo z indikatorsko vrednostjo za hranila ( $\text{cor} = -0,73$ ,  $p < 0,001$ ) in vlažnost ( $\text{cor} = -0,52$ ,  $p < 0,001$ ). Os DCA 2 nam lahko predstavlja kombiniran (skupen) gradient hranil in vlažnosti.

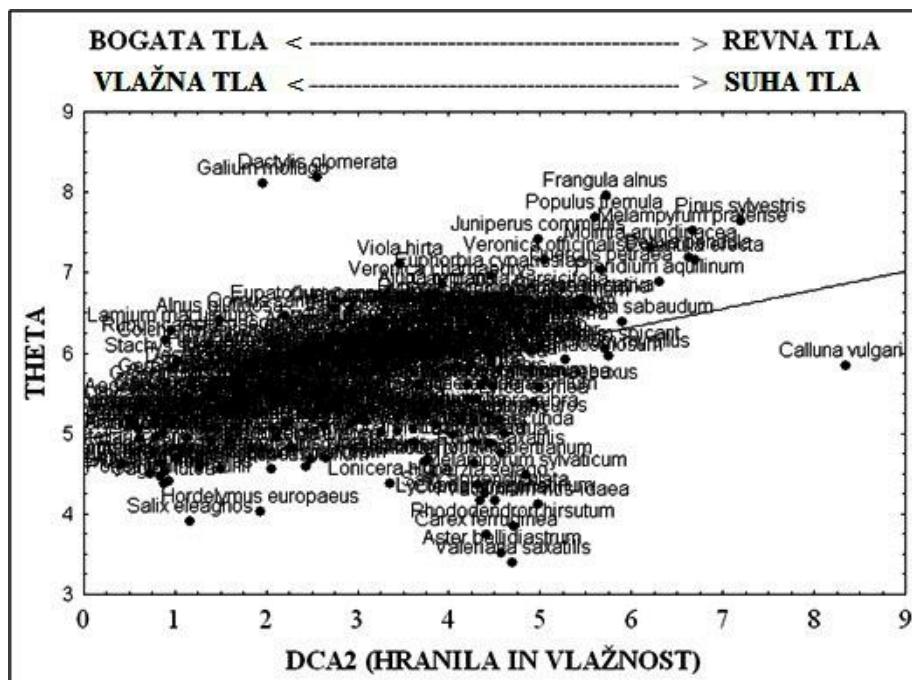
Slika 14 kaže na statistično značilno pozitivno korelacijo med indeksom specializacije *theta* in temperturnimi potrebami posameznih vrst ( $r^2 = 0,2574$ ;  $r = 0,5074$ ;  $p < 0,001$ ). Vrste z relativno nižjimi temperturnimi potrebami (npr. vrste višjih nadmorskih višin) izkazujejo tudi nižje vrednosti *theta*, bolj toploljubne vrste pa so se v slovenskih gozdovih razreda *Querco-Fagetea* izkazale za habitatne generaliste.



Slika 14: Povezava med indeksom *theta* in temperaturnimi potrebami posameznih vrst ( $r^2 = 0,2574$ ;  $r = 0,5074$ ;  $p < 0,001$ ). Os DCA 1 predstavlja temperaturni gradient od hladnih do toplih rastišč, os 2 prikazuje indeks specializacije *theta*.

Figure 14: Relationship between *theta* and temperature requirements for each species. ( $r^2 = 0,2574$ ;  $r = 0,5074$ ;  $p < 0,001$ ). Axis 2 presents index of specialisation *theta*.

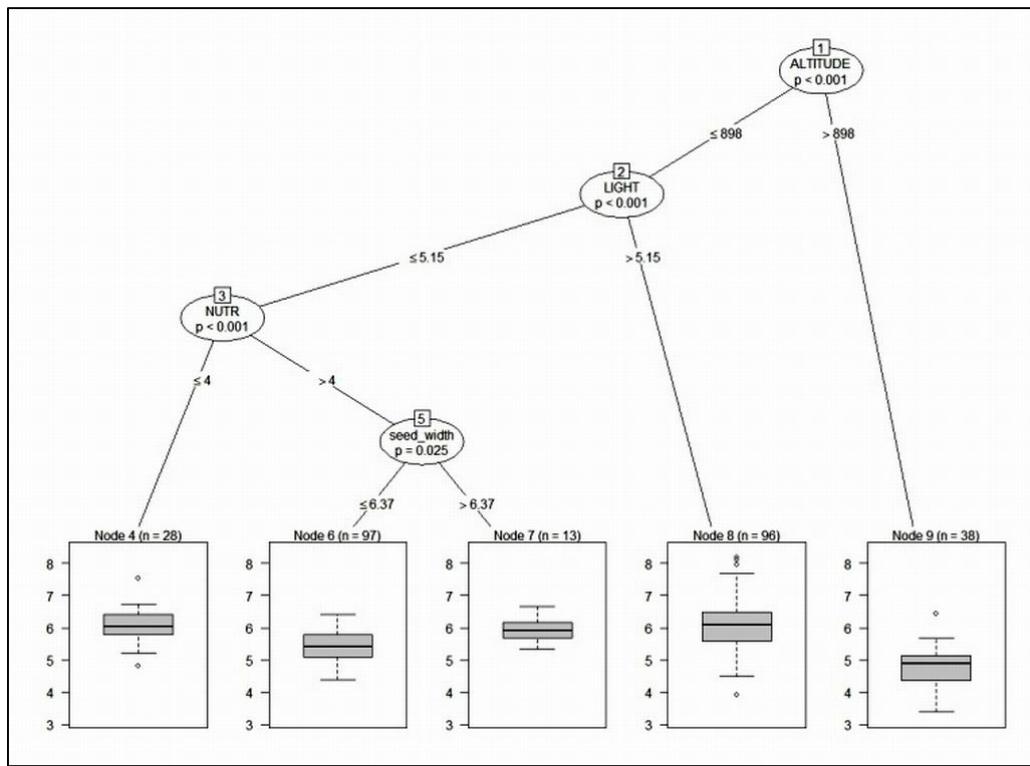
Slika 15 prikazuje statistično značilno pozitivno korelacijo med indeksom specializacije *theta* in potrebami po hranih in vlažnosti za določene vrste vzdolž osi DCA 2. Popačenost trenda na sredini grafa je nastala zaradi višinskih vrst, ki izkazujejo srednjo potrebo po hranih. Dve vrsti (*Gallium mollugo* in *Dactylis glomerata*), ki sta osamelca na zgornjem delu Slike 15, sta habitatna generalista in nista omejena na gozdne habitate (sta vrsti travišč).



Slika 15: Povezava med indeksom specializacije *theta* in potrebami posameznih vrst za hranila in vlogo. Os DCA 1 predstavlja gradient od revnih in vlažnih tal proti bogatim in relativno bolj sušnim tlem. Os 2 izraža indeks specializacije *theta* določenih vrst.

Figure 15: Relationship between theta and nutrient/moisture requirements for each species. ( $r^2 = 0,1894$ ;  $r = 0,4352$ ;  $p < 0,001$ ). Axis 2 presents index of specialisation *theta*.

Z regresijskim drevesom smo analizirali vse funkcionalne znake rastlinskih vrst. Ugotovili smo, da največji delež k pojasnjeni varianci *theta* vrednosti prispeva povprečna nadmorska višina uspevanja posameznih rastlinskih vrst (Slika 16). Skupina 38-ih vrst, ki uspevajo na povprečni nadmorski višini nad 898 metri, izkazuje še posebej nizke vrednosti *theta* (desni graf na Sliki 16). EIV za svetlobo se je izkazala kot drugi najpomembnejši kriterij delitve. Vrste z relativno večjimi potrebami po svetlobi imajo tudi relativno višje vrednosti *theta* kot sencovzdržne vrste. Drevo se dalje členi po vrstah glede na indikatorske vrste za njihove potrebe po hranih. Funkcionalni znak *širina semena*, zadnja prikazana spremenljivka, pa ločuje vrste z višjimi potrebami po hranih na skupino habitatnih specialistov z ožjimi semenimi in skupino habitatnih generalistov s širšimi semenimi.

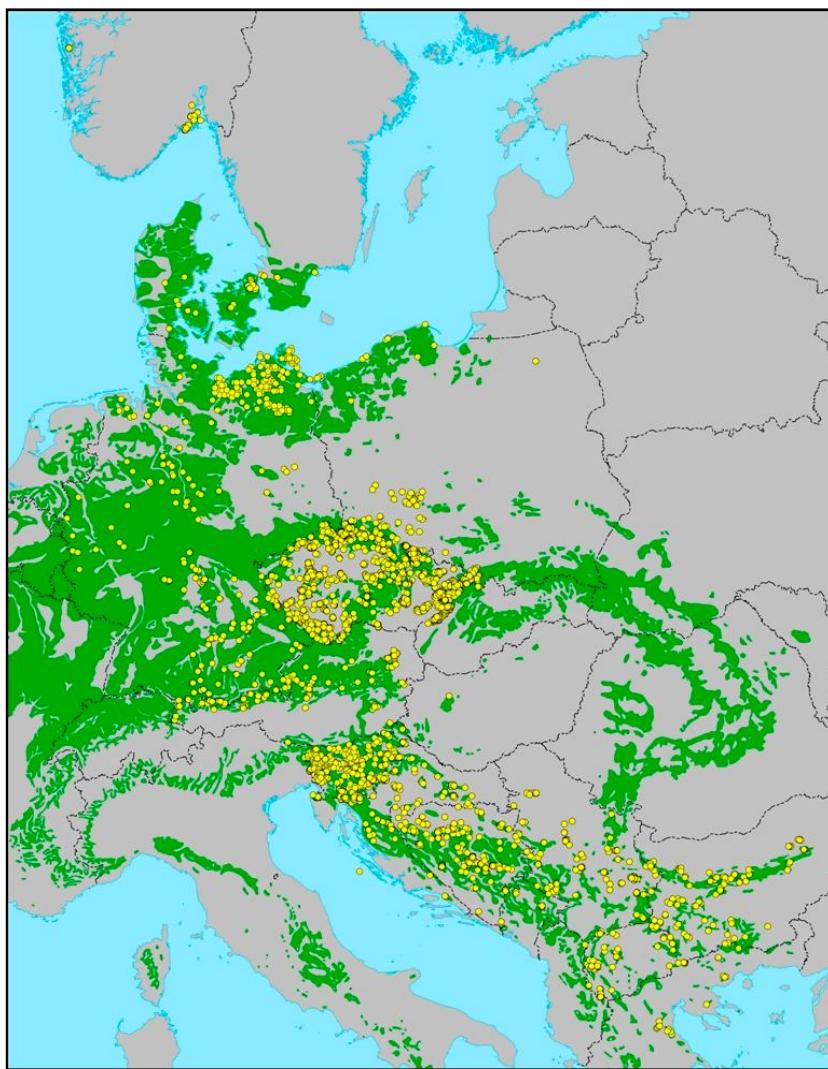


Slika 16: Analiza z regresijskim drevesom označuje povprečno nadmorsko višino pojavljanja vrst kot najbolj pomemben dejavnik pri razporeditvi rastlinskih vrst na gradientu specialist-generalist.

Figure 16: The regression tree analysis identified mean altitude of species as the most important factor for distinguishing species on the generalist-specialist gradient. Very important factors are also light and nutrient availability and seed width.

#### 4.2.2 Vpliv geografskega gradiента na širino ekoloških niš rastlinskih vrst v bukovih gozdovih Evrope

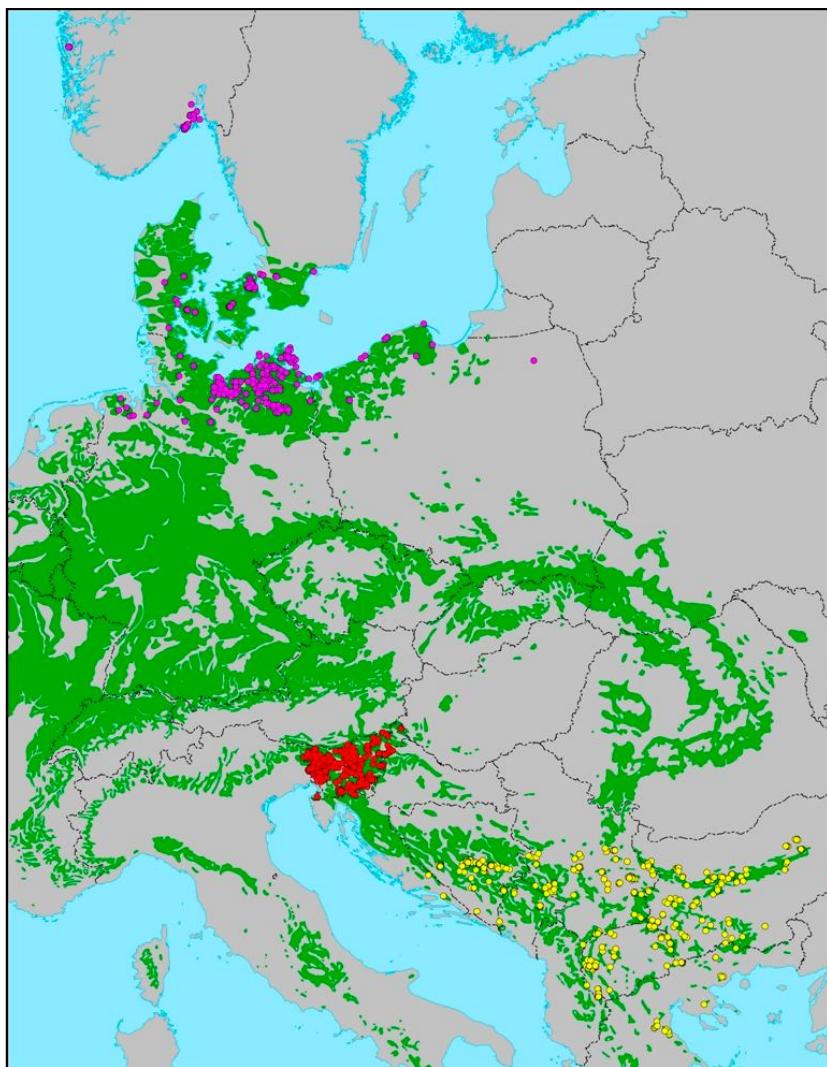
Za območje od Sredozemlja do Severnega morja, ki predstavlja geografski gradient zemljepisne širine, smo uporabili 16.080 vegetacijskih popisov bukovih gozdov (Slika 17). Ugotovili smo, da se pojavlja v najmanj 100 fitocenoloških popisih 373 od 1.463 rastlinskih vrst, ki uspevajo v teh gozdovih. Za vsako od teh vrst smo izračunali indeks habitatne specializacije *theta*. Vrste smo rangirali od specialistov do generalistov in so predstavljeni v Prilogi 4.



Slika 17: Območje raziskave vpliva geografskega gradiента na širino ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov. Z zeleno barvo je označena razprostranjenost bukovih gozdov (Bohn in sod., 2004). Z rumenimi točkami so označene lokacije vseh fitocenoloških popisov, ki smo jih zajeli v raziskavo.

Figure 17: Research area – green colour presents the distribution of beech forests (Bohn et al., 2004). Yellow dots define locations of phytosociological relevés in the geographical gradient from Greece to Norway.

Podatkovni niz smo naknadno razdelili na tri dele in izračunali stopnjo habitatnega specializma/generalizma (*theta*) za posamezne vrste tudi na posameznih delih gradienta: južnem, osrednjem in severnem (Slika 18). Tudi v teh primerih smo vrste rangirali od habitatnih specialistov do generalistov, ki so predstavljeni v Prilogah 5, 6 in 7.



Slika 18: Območje raziskave vpliva geografskega gradienata na širino ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov. Z zeleno barvo je označena razprostranjenost bukovih gozdov (Bohn et al., 2004). Z rumenimi točkami so označene lokacije fitocenoloških popisov, ki smo jih omejili na južnem delu geografskega gradienata, z rdečo lokacije osrednjega dela in z vijolično barvo lokacije fitocenoloških popisov bukovih gozdov, ki smo jih omejili na severni del geografskega gradienata.

Figure 18: Research area – green colour presents the distribution of beech forests (Bohn in sod., 2004). Yellow dots define locations of phytosociological relevés in southern part of geographical gradient, red dots – central part and violet dots define locations of phytosociological relevés in northern part of geographical gradient.

Pet najst najizrazitejših habitatnih specialistov in generalistov z območja bukovih gozdov celotnega geografskega gradienta je predstavljenih v Pregl. 7. V Pregl. 8 so predstavljeni najizrazitejši habitatni specialisti in generalisti po posameznih območjih geografskega gradienta od Sredozemlja do Severnega morja. V obeh preglednicah so podane rastlinske vrste, njihov indeks specializacije *theta* in horotipska uvrstitev (Pignatti in sod., 2005).

Za posamezne vrste smo zbrali 21 funkcionalnih znakov in 6 EIV, ki smo jih korelirali z indeksom specializacije – *theta*. Rezultati so v nadaljevanju predstavljeni za celoten gradient (Pregl. 9) in vsak del gradienta posebej (Pregl. 10).

Preglednica 7: Pet najst najizrazitejših habitatnih specialistov in generalistov bukovih gozdov, ugotovljenih na celotnem gradientu od Sredozemlja do Severnega morja. Vrstam so dodani indeksi specializacije *theta* in horotipska uvrstitev po Pignattiju in sod. (2005). Nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije.

Table 7: The most emphasized habitat specialists and generalists of beech forests of the whole geographical gradient with their specialization index *theta*. Chorotypes of species are defined according to Pignatti et al. (2005). Lower value of *theta* means higher level of species specialization.

SPECIALISTI		
Rastlinska vrsta	theta	horotip
<i>Paederota lutea</i>	3,375	endemit (JV Alpe)
<i>Valeriana sasaxatilis</i>	3,628	endemit (Alpe)
<i>Luzula nivea</i>	3,857	gorska vrsta (JV Evropa)
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	3,919	endemit (Alpe)
<i>Cardamine glanduligera</i>	4,050	endemit (Balk.-Karp.)
<i>Scopolia carniolica</i>	4,063	gorska vrsta (JV Evropa)
<i>Rhododendron hirsutum</i>	4,080	endemit (Alpe)
<i>Clematis alpina</i>	4,196	cirkumborealna vrsta
<i>Salix appendiculata</i>	4,213	srednjeevropska vrsta
<i>Carex brachystachys</i>	4,263	gorska vrsta (J Evropa)
<i>Carex ferruginea</i>	4,500	gorska vrsta (J Evropa)
<i>Knautia dipsacifolia</i>	4,505	srednjeevropska vrsta
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	4,560	gorska vrsta (J Evropa)
<i>Ruscus aculeatus</i>	4,578	evrimediteranska vrsta
<i>Circaeaa x intermedia</i>	4,631	evropska vrsta

GENERALISTI		
Rastlinska vrsta	theta	horotip
<i>Pinus sylvestris</i>	8,669	evrazijska vrsta
<i>Populus tremula</i>	8,651	evrosibirска vrsta
<i>Salix caprea</i>	8,582	evrazijska vrsta
<i>Fagus sylvatica</i>	8,575	srednjeevropska vrsta
<i>Dactylis glomerata</i>	8,462	paleotemperatna vrsta
<i>Pteridium aquilinum</i>	8,422	kozmopolitska vrsta
<i>Melampyrum pratense</i>	8,352	evrosibirskva vrsta
<i>Quercus petraea</i>	8,256	evropska vrsta
<i>Veronica chamaedrys</i>	8,184	evropska vrsta
<i>Betula pendula</i>	8,144	evrosibirskva
<i>Luzula luzuloides</i>	8,085	srednjeevropska v.
<i>Festuca ovina</i>	8,029	ni podatka
<i>Monotropa hypophegea</i>	8,019	cirkumborealna vrsta
<i>Rumex acetosa</i>	7,997	cirkumborealna vrsta
<i>Hieracium acuminatum</i>	7,985	evropsko-kavkaška vrsta

Preglednica 8: Najizrazitejši habitatni specialisti in generalisti po posameznih območjih geografskega gradiента od Sredozemlja do Severnega morja. Vrstam so dodani indeksi specializacije *theta* in horotipska uvrstitev po Pignattiju (2005). Nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije. Vrste bukovih gozdov po Willnerju in sod. (2009) so označene s poudarjenim tiskom.

Table 8: The most emphasized habitat specialists and generalists of beech forests of different part of geographical gradient with their specialization index *theta*. Chorotypes of species are defined according to Pignatti et al. (2005). Lower value of *theta* means higher level of species specialization. Beech forest species according to Willner et al. (2009) are marked in bold.

JUŽNI DEL GRADIENTA			OSREDNJI DEL			SEVERNI DEL GRADIENTA		
SPECIALISTI	SPECIALISTI	SPECIALISTI	Rastlinska vrsta	theta	horotip	Rastlinska vrsta	theta	horotip
<i>Cyclamen hederifolium</i>	4,736 stenomediteranska v.	<i>Paederota lutea</i>	3,359 endemit (JV Alpe)	<i>Rubus saxatilis</i>	4,052 cirkumborealna v.			
<i>Campanula spatulata</i>	5,989 ni podatka	<i>Aster bellidioides</i>	3,375 gorska v. (JV Evropa)	<b><i>Ranunculus lanuginosus</i></b>	4,149 evropsko-kavkaška v.			
<i>Primula vulgaris</i>	6,053 evropsko-kavkaška v.	<i>Luzula nivea</i>	3,788 gorska v. (JZ Evropa)	<i>Stellaria nemorum</i>	4,423 evropsko-kavkaška v.			
<i>Luzula forsteri</i>	6,159 evrimediteranska v.	<i>Sesleria albicans</i>	3,804 gorska v. (Sr. Evropa)	<b><i>Anemone ranunculoides</i></b>	4,458 evropsko-kavkaška v.			
<i>Lathyrus laxiflorus</i>	6,313 južnoevropska v.	<i>Ruscus aculeatus</i>	3,841 evrimediteranska v.	<i>Pulmonaria obscura</i>	4,482 evropska v.			
<i>Picea abies</i>	6,318 evrosibirska v.	<i>Rhododendron hirsutum</i>	3,850 endemit (Alpe)	<b><i>Veronica montana</i></b>	4,561 evropska v.			
<b><i>Lonicera alpigena</i></b>	6,347 gorska v. (J Evropa)	<i>Salix appendiculata</i>	3,892 srednjeevropska v.	<i>Ranunculus ficaria</i>	4,703 evrazijska v.			
<i>Physospermum cornubiense</i>	6,367 evrimed.-subatl. v.	<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	3,920 endemit (Alpe)	<b><i>Lathyrus vernus</i></b>	4,707 evrazijska v.			
<b><i>Paris quadrifolia</i></b>	6,385 evrazijska v.	<i>Clematis alpina</i>	3,953 cirkumborealna v.	<i>Ribes alpinum</i>	4,714 evrosibirska v.			
<i>Senecio nemorensis</i>	6,447 evropsko-kavkaška v.	<i>Stachys alopecuroides</i>	4,018 gorska v. (J Evropa)	<i>Primula elatior</i>	4,718 srednjeevropska v.			
<i>Lapsana communis</i>	6,558 paleotemperatna v.	<i>Gymnocarpium robertianum</i>	4,077 cirkumborealna v.	<i>Festuca rubra</i>	4,723 cirkumborealna v.			
<i>Lathyrus venetus</i>	6,570 južnoevropska v.	<b><i>Scopolia carniolica</i></b>	4,097 gorska v. (JV Evropa)	<i>Aegopodium podagraria</i>	4,756 evrosibirska v.			
<i>Lonicera xylosteum</i>	6,633 evropsko-kavkaška v.	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	4,122 cirkumborealna v.	<i>Ilex aquifolium</i>	4,757 evrimediteranska v.			
<i>Polygonatum odoratum</i>	6,638 cirkumborealna v.	<i>Huperzia selago</i>	4,180 kozmopolitska v.	<i>Dryopteris dilatata</i>	4,776 cirkumborealna v.			
<i>Polystichum setiferum</i>	6,641 cirkumborealna v.	<i>Erica herbacea</i>	4,226 gorska v. (J Evropa)	<i>Festuca gigantea</i>	4,836 evrazijska v.			

JUŽNI DEL GRADIENTA			OSREDNJI DEL			SEVERNI DEL GRADIENTA		
GENERALISTI	GENERALISTI	GENERALISTI	Rastlinska vrsta	theta	horotip	Rastlinska vrsta	theta	horotip
<i>Fagus sylvatica</i>	8,883 srednjeevropska v.	<i>Melampyrum pratense</i>	6,426 evrosibirska v.	<b><i>Fagus sylvatica</i></b>	6,914 srednjeevropska v.			
<i>Dactylis glomerata</i>	8,128 paleotemperatna v.	<i>Pteridium aquilinum</i>	6,129 kozmopolitska v.	<i>Pinus sylvestris</i>	6,905 evrazijska v.			
<i>Poa nemoralis</i>	8,126 cirkumborealna v.	<i>Fagus sylvatica</i>	6,076 srednjeevropska v.	<i>Sorbus aucuparia</i>	6,677 evropska v.			
<i>Mycelis muralis</i>	8,100 evropsko-kavkaška v.	<i>Luzula luzuloides</i>	6,066 srednjeevropska v.	<i>Betula pendula</i>	6,520 evrosibirska v.			
<i>Luzula luzuloides</i>	8,087 srednjeevropska v.	<b><i>Luzula pilosa</i></b>	6,019 cirkumborealna v.	<i>Calamagrostis epigejos</i>	6,471 evrosibirska v.			
<i>Luzula sylvatica</i>	8,046 gorska v. (JV Evropa)	<i>Deschampsia flexuosa</i>	5,962 kozmopolitska v.	<i>Quercus petraea</i>	6,348 evropska v.			
<i>Veronica officinalis</i>	8,029 evrazijska v.	<i>Quercus petraea</i>	5,961 evropska v.	<i>Dactylis glomerata</i>	6,280 paleotemperatna v.			
<b><i>Cardamine bulbifera</i></b>	8,017 srednjeevropska v.	<i>Picea abies</i>	5,811 evrosibirska v.	<i>Melampyrum pratense</i>	6,250 evrosibirska v.			
<i>Fragaria vesca</i>	7,976 evrosibirska v.	<i>Hieracium murorum</i>	5,787 evrosibirska v.	<i>Acer pseudoplatanus</i>	6,249 evropsko-kavkaška v.			
<i>Primula veris</i>	7,955 evrazijska v.	<i>Acer pseudoplatanus</i>	5,715 evropsko-kavkaška v.	<i>Viola riviniana</i>	6,248 evropska v.			
<b><i>Galium odoratum</i></b>	7,904 evropsko-kavkaška v.	<b><i>Aposeris foetida</i></b>	5,672 gorska v. (J Evropa)	<i>Hedera helix</i>	6,247 evrimediteranska v.			
<i>Hieracium murorum</i>	7,903 evrosibirska v.	<i>Prenanthes purpurea</i>	5,671 evropsko-kavkaška v.	<i>Convallaria majalis</i>	6,241 cirkumborealna v.			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	7,823 cirkumborealna v.	<i>Athyrium filix-femina</i>	5,629 kozmopolitska v.	<i>Pteridium aquilinum</i>	6,204 kozmopolitska v.			
<i>Arenaria agrimonoides</i>	7,799 SV stenomediteranska v.	<b><i>Anemone nemorosa</i></b>	5,617 cirkumborealna v.	<b><i>Anemone nemorosa</i></b>	6,192 cirkumborealna v.			
<b><i>Euphorbia amygdaloides</i></b>	7,791 evropsko-kavkaška v.	<b><i>Sympythium tuberosum</i></b>	5,587 srednjeevropska v.	<b><i>Moehringia trinervia</i></b>	6,190 evrazijska v.			

#### 4.2.2.1 Celoten geografski gradient

Najizrazitejši habitatni specialisti na celotnem geografskem gradientu so: *Paederota lutea*, *Valeriana saxatilis*, *Luzula nivea*, *Phyteuma scheuchzeri*, *Cardamine glanduligera*, *Scopolia carniolica*, *Rhododendron hirsutum*, *Clematis alpina*, *Salix appendiculata*, *Carex brachystachys*, *Carex ferruginea*, *Knautia dipsacifolia*, *Saxifraga cuneifolia*, *Ruscus aculeatus* in *Circaeae x intermedia*.

Najizrazitejši habitatni generalisti na celotnem geografskem gradientu so: *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Fagus sylvatica*, *Dactylis glomerata*, *Pteridium aquilinum*, *Melampyrum pratense*, *Quercus petraea*, *Veronica chamaedrys*, *Betula pendula*, *Luzula luzuloides*, *Festuca ovina*, *Monotropa hypophaea*, *Rumex acetosa* in *Hieracium acuminatum*.

Vrednosti indeksov specializacije *theta* za naštete rastlinske vrste so podane v Pregl. 9. Celoten nabor 373 vrst, skupaj z vrednostmi *theta*, je podan v Prilogi 3.

Za statistično značilno različne funkcijске znake med habitatnimi specialisti in generalisti so se na območju celotnega geografskega gradienta izkazali naslednji: *povprečni delež suhe snovi v listu (LDMC)*, *povprečna višina krošnje*, *stevilo naseljenih florističnih območij* (Pregl. 9), *življenska oblika*, *prenašalec peloda*, *višinski pas*, *oceanskost*, *tip strategije CSR in produkcija semena* (Pregl. 10). Za prve tri znake je korelacija pozitivna, kar pomeni, da imajo listi generalistov statistično značilen višji delež suhe snovi. Generalisti imajo najvišje krošnje in so vrste, ki uspevajo na številnih florističnih območjih.

Preglednica 9: Pearsonova (Pea) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki in indeksom specializacije *theta* na celotnem geografskem gradientu. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*), ( $p < 0,001$ ) z dvema zvezdicama (\*\*). (N – število vrst s funkcionalnim znakom, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne značke za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

Table 9: Pearson's (Pea) and Spearman's (Spe) correlations between functional traits, EIV of species and their specialization index (*theta*) of the whole investigated geographical gradient. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterisk (\*),  $p < 0,001$  with two asterisks (\*\*). (N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

FUNKCIONALNI ZNAK	Test	Vir	N	t	p-value	cor.
Povp. LDMC (delež suhe snovi v listu)	Pea	L	258	35,772	<b>0,0004**</b>	0,2182
Povp. SLA (spec. listna površina)	Pea	L	275	-11,669	0,2443	-0,0705
Povp. višina krošnje	Pea	L	305	36,262	<b>0,0003**</b>	0,2039
Maks. hitrost padanja semena	Pea	L	187	-0,7887	0,4313	-0,0579
Teža semena	Pea	BF	140	13,921	0,1661	0,1177
Dolžina semena	Pea	BF	189	0,7962	0,4269	0,0581
Širina semena	Pea	BF	187	0,7427	0,4586	0,0545
Višina semena	Pea	BF	171	12,631	0,2083	0,0967
Št. naseljenih florističnih območij	Pea	BF	320	47,817	<b>&lt;0,001**</b>	0,259

Preglednica 10: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnimi rastlinskimi znaki in *theta* vrednostmi na celotnem geografskem gradientu. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*), ( $p < 0,001$ ) z dvema zvezdicama (\*\*). (št. kat. = število kategorij v okviru posameznega funkcionalnega znaka, N = število vrst s posameznim funkcionalnim znakom, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne značke za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

Table 10: Differences between categorical lifeform traits and  $\theta$ -values. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterisk (\*), ( $p < 0,001$ ) with two asterisks (\*\*). (N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

FUNKC. ZNAK	Vir	Št. kat.	N	test	Df	Chi-kvadrat	p
Življenska oblika	BF	8	372	Kruskall-Wallis	7	24.23	<b>0,001**</b>
Življenska doba	BF	3	324	Kruskall-Wallis	2	1.47	0.48
Prenašalec peloda	BF	6	302	Kruskall-Wallis	5	12.371	<b>0,03*</b>
Višinski pas	BF	3	322	Kruskall-Wallis	2	21.479	<b>&lt;0,001**</b>
Oceanskost	BF	6	302	Kruskall-Wallis	5	28.21	<b>&lt;0,001**</b>

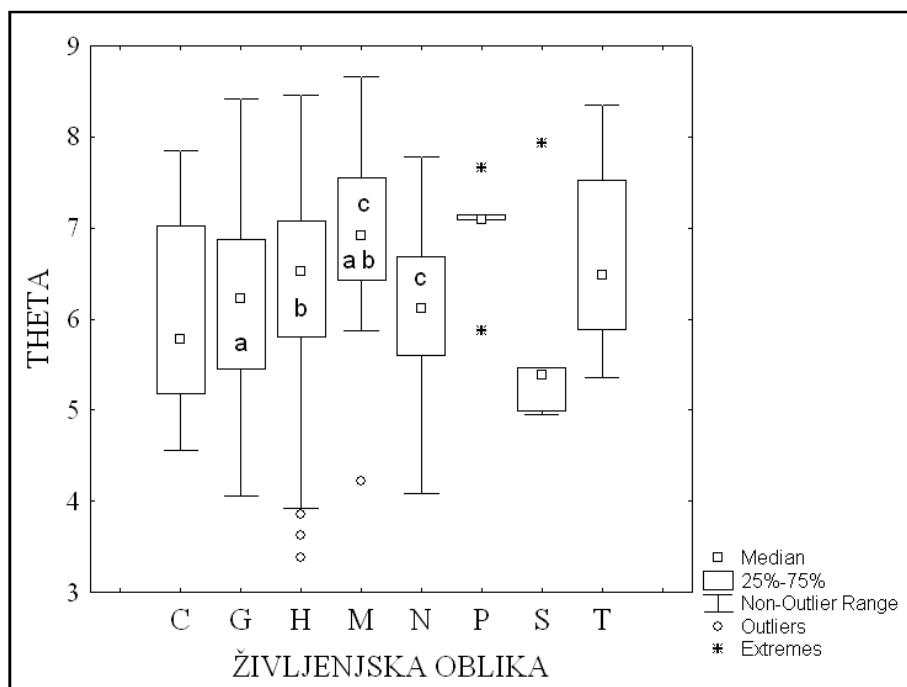
Vir	Št. kat.	N	test	Df	F	p	
Tip rozet	BF	3	325	ANOVA	2	2.899	0.0565
Obstojnost listov	BF	4	314	ANOVA	3	1.953	0.124
Tip reprodukcije	BF	4	325	ANOVA	3	1.184	0.316
Tip diaspore	BF	7	321	ANOVA	6	0.98	0.439
Tip strategije CSR	BF	5	322	ANOVA	4	2.746	<b>0,029*(!)</b>
Floristično območje	BF	3	259	ANOVA	2	1.425	0.242

Vir	Št. kat.	N	test	z	p
Producija semena	BF	2	Mann-Whitney U	-3.391	<b>0,001**</b>

Makrofanerofiti (drevesa z velikimi krošnjami) so se na celotnem gradientu izkazali kot vrste, ki imajo najširše ekološke niše (Slika 19) in jih lahko prištevamo k habitatnim generalistom. To potrjuje tudi Pregl. 7, kjer imamo med 15 najizrazitejšimi habitatnimi generalisti kar 6 drevesnih vrst (*Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea* in *Betula pendula*). Makrofanerofiti se statistično značilno

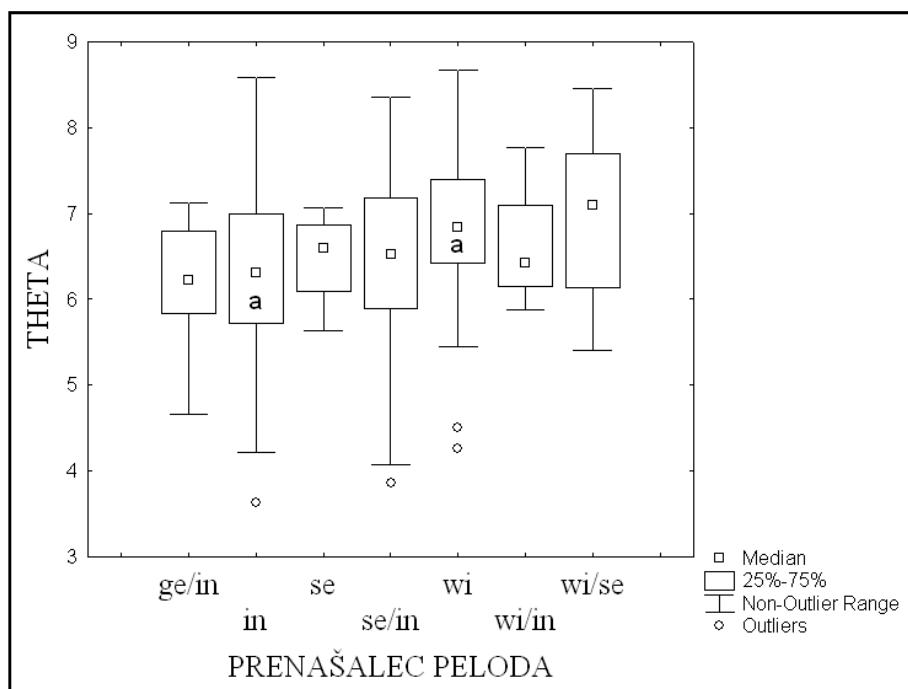
razlikujejo od geofitov (Kruskall-Wallis ANOVA, Games-Howell post-hoc test,  $p = 0,002$ ), hemikriptofitov (Kruskall-Wallis ANOVA, Games-Howell post-hoc test,  $p = 0,028$ ) in nanofanerofitov (Kruskall-Wallis ANOVA, Games-Howell post-hoc test,  $p = 0,011$ ). Statistično značilno nižje vrednosti indeksa ekološke specializacije *theta* v primeru geofitov, hemikriptofitov in fanerofitov nakazujejo višjo stopnjo habitatne specializacije vrst, ki jih uvrščamo v te skupine življenjskih oblik.



Slika 19: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 372 rastlinskih vrst glede na Raunkierjeve življenjske oblike v bukovih gozdovih na celotnem geografskem gradientu (C-hamefitti, G-geofiti, H-hemikriptofiti, M-makrofanerofiti, N-nanofanerofiti, P-pseudofanerofiti, S-hemifanerofiti, T-terofiti). a-a, b-b, c-c = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka,  $p < 0,05$ .

Figure 19: Values of specialization index *theta* for 372 species, regarding Raunkiaer's life forms of species in beech forests of the whole geographical gradient (C = chamaephytes, G = geophytes, H = hemicyrptophytes, N = nanophanerophytes, P = phanerophytes, T= therophytes). a-a, b-b, c-c = statistically significant differences between functional trait categories,  $p < 0,05$ .

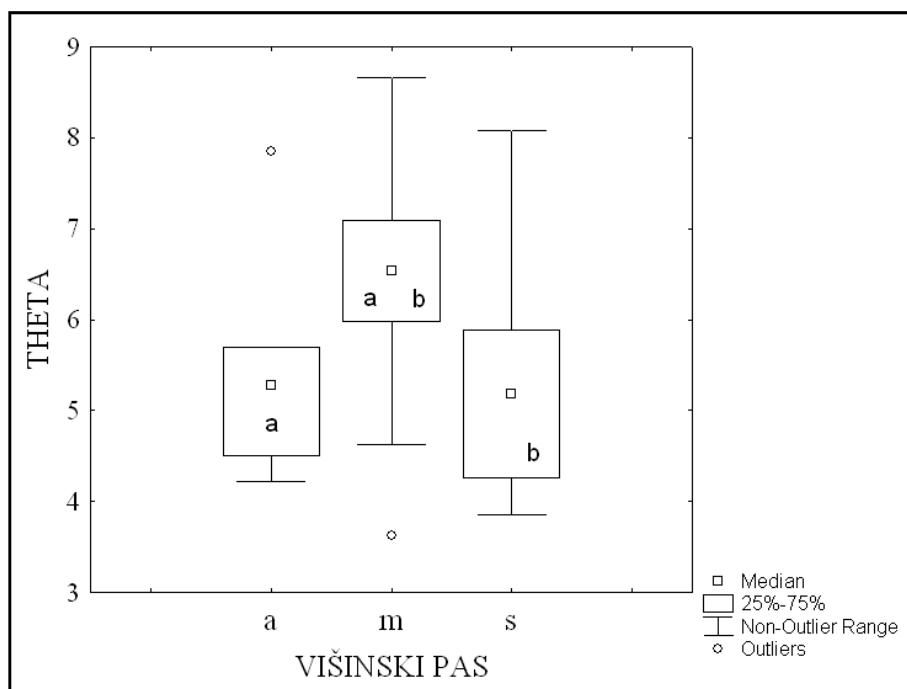
Za statistično značilno razliko med habitatnimi generalisti in specialisti se je izkazal tudi funkcionalni znak *prenašalec peloda* (ang.: *pollen vector*) (Slika 20). Rastline se opravujejo na različne načine, vendar pa se je izkazalo, da je prenašanje peloda z vetrom bolj značilno za habitatne generaliste, prenašanje peloda z insekti pa je bolj značilno za rastline z višjo stopnjo habitatne specializacije (Kruskall-Wallis ANOVA, Games-Howell post-hoc test,  $p = 0,025$ ).



Slika 20: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 302 rastlinski vrsti glede na funkcionalen znak *prenašalec peloda* (ge/in = geitonogamija in insekti; in = insekti; se = samooprašitev; se/in = samooprašitev in insekti; wi = veter; wi/in = veter in insekti; wi/se = veter in samooprašitev); a-a = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka,  $p < 0,05$ .

Figure 20: Values of specialization index *theta* for 302 species, regarding functional trait *pollen vector* of species in beech forests of the whole geographical gradient (ge/in = geitonogamy and/insects; in = insects; se = selfing; se/in = selfing and insects; wi = wind; wi/in = wind and insects; wi/se = wind and selfing). a-a = statistically significant differences between functional trait categories,  $p < 0,05$ .

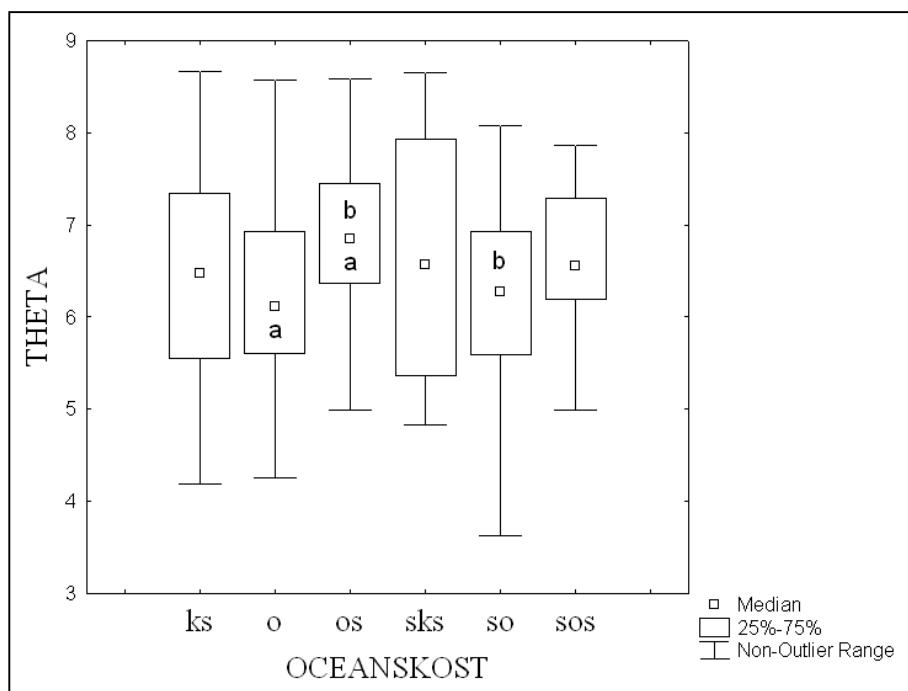
Veliko zbranih vegetacijskih popisov ni vsebovalo informacije o nadmorski višini lokalitete. Zato smo kot nadomestek uporabili funkcionalni znak *višinski pas* (ang.: *altitudinal level*). Vsako rastlino ta funkcionalen znak opredeljuje glede na višinski vegetacijski pas njenega najpogostejšega pojavljanje (montanska, subalpinska, alpinska vrsta). Slika 21 kaže, da imajo montanske vrste (m) statistično značilno višji indeks *theta* kot alpinske (a) (Kruskall-Wallis ANOVA, Hochberg post-hoc test,  $p = 0,02$ ) in subalpinske (s) (Kruskall-Wallis ANOVA, Games-Howell post-hoc test,  $p = 0,007$ ). Ugotavljamo, da so vrste v subalpinskem in alpinskem pasu relativno bolj habitatno specializirane.



Slika 21: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 322 rastlinskih vrst glede na višinski pas uspevanja določenih vrst v bukovih gozdovih na celotnem geografskem gradientu (a = alpinska vrsta; m = montanska vrsta; s = subalpinska vrsta); a-a, b-b = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka, p < 0,001.

Figure 21: Values of specialization index *theta* for 322 species, regarding functional trait *altitudinal level* of species in beech forests of the whole geographical gradient (a = alpine; m = montane; s = subalpine species). a-a, b-b = statistically significant differences between functional trait categories, p < 0,001.

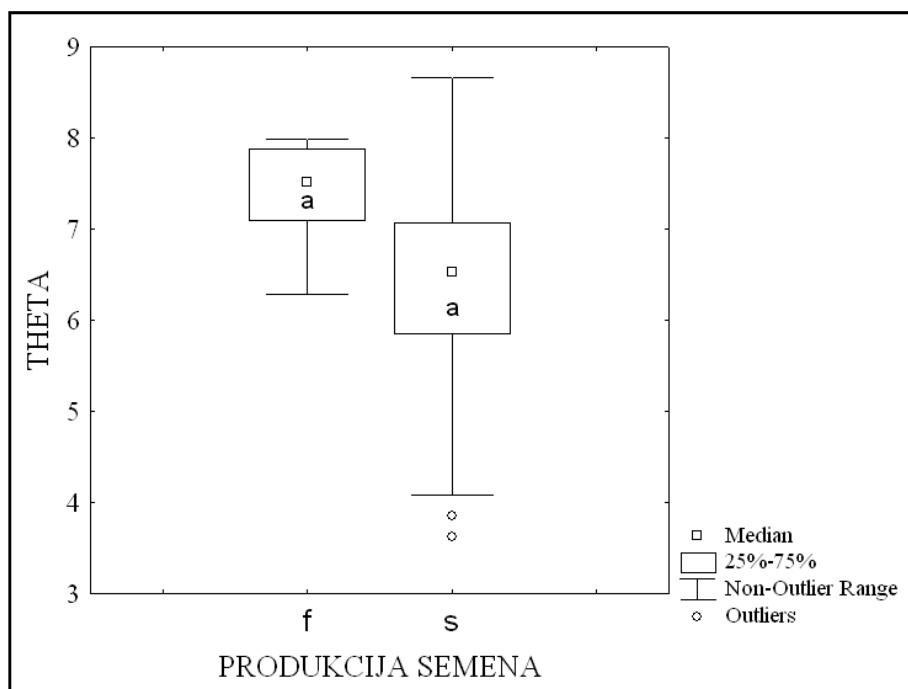
Funkcionalni znak *oceanskost* nam na tako dolgem geografskem gradientu, kot smo si ga izbrali, lahko pomaga pri interpretaciji lastnosti habitatnih specialistov in generalistov. Oceanskost označuje razpon posameznih rastlinskih vrst od obale morja pa do središča kontinenta. Slika 22 kaže, da so statistično značilne razlike med pravimi oceanskimi (o) in šibkimi suboceanskimi (os) vrstami (Kruskall-Wallis ANOVA, Games-Howell post-hoc test, p = 0,001) ter šibkimi suboceanskimi (os) in suboceanskimi vrstami (so) (Kruskall-Wallis ANOVA, Games-Howell post-hoc test, p < 0,001). Šibke oceanske vrste imajo relativno najvišjo vrednost indeksa *theta*, kar pomeni, da so v glavnem habitatni generalisti.



Slika 22: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 302 rastlinski vrsti glede na funkcionalni znak *oceanskost* določenih vrst v bukovih gozdovih na celotnem geografskem gradientu (ks = šibka kontinentalna; o = oceanska; os = šibka oceanska; sks = šibka subkontinentalna; so = suboceanska; sos = šibka suboceanska vrsta). a-a, b-b = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka,  $p < 0,001$ .

Figure 22: Values of specialization index *theta* for 302 species, regarding functional trait *oceankind* of species in beech forests of the whole geographical gradient (ks = weak continental; o = oceanic; os = weak oceanic; sks = weak subcontinental; so = suboceanic; sos = weak suboceanic species). a-a, b-b = statistically significant differences between functional trait categories,  $p < 0,001$ .

Funkcionalni znak *produkcia semena* po vsej verjetnosti ni znak, ki bi odločilno (do)ločeval habitatne generaliste in specialiste. Predvsem tudi zato ne, ker ima večina vrst (v tem primeru 304 od 314-ih) amfimiktično produkциjo semena (s). Med kategorijama funkcionalnega znaka je statistično značilna razlika (Mann-Whitney test,  $p = 0,001$ ). Z veliko mero previdnosti lahko za rezultate na Sliki 23 rečemo le, da je fakultativna apomiktična produkacija semena (najbolj razširjena oblika apomiksije je vegetativno razmnoževanje) znak rastlinskih vrst, ki imajo indeks vrstne specializacije zelo visok (habitatni generalisti).



Slika 23: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 314 rastlinskih vrst glede na funkcionalni znak *produkcia semena* v bukovih gozdovih na celotnem geografskem gradientu (*f* = fakultativno apomiktična produkcija, *s* = amfimiktična produkcija semena); a-a = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka,  $p < 0,05$ .

Figure 23: Values of specialization index *theta* for 314 species, regarding functional trait *seed production* of species in beech forests of the whole geographical gradient (*f* = facultative apomictic production, *s* = amphimictic production of seed). a-a = statistically significant differences between functional trait categories,  $p < 0,05$ .

#### 4.2.2.2 Južni del geografskega gradiента

Podatkovni niz za analizo širine ekoloških niš vrst bukovih gozdov na južnem delu območja je vseboval 1.542 fitocenoloških popisov. V najmanj 100 fitocenoloških popisih se pojavlja 99 rastlinskih vrst (Priloga 5).

Najizrazitejši habitatni specialisti na tem delu geografskega gradienta so: *Cyclamen hederifolium*, *Campanula spatulata*, *Primula vulgaris*, *Luzula forsteri*, *Lathyrus laxiflorus*, *Picea abies*, *Lonicera alpigena*, *Physospermum cornubiense*, *Paris quadrifolia*, *Senecio nemorensis*, *Lapsana communis*, *Lathyrus venetus*, *Lonicera xylosteum*, *Polygonatum odoratum* in *Polystichum setiferum*.

Najizrazitejši habitatni generalisti na tem delu geografskega gradienta so: *Fagus sylvatica*, *Dactylis glomerata*, *Poa nemoralis*, *Mycelis muralis*, *Luzula luzuloides*, *Luzula sylvatica*, *Veronica officinalis*, *Cardamine bulbifera*, *Fragaria vesca*, *Primula veris*, *Galium odoratum*, *Hieracium murorum*, *Vaccinium myrtillus*, *Aremonia agrimonoides* in *Euphorbia amygdaloides*.

Vrednosti indeksov specializacije *theta* za naštete rastlinske vrste so podane v Pregl. 8. Celoten nabor vrst, skupaj z vrednostmi *theta*, je podan v Prilogi 5.

Funkcionalni znaki, ki na južnem delu gradienta statistično značilno razlikujejo habitatne specialiste od generalistov, so: *povprečni delež suhe snovi v listu (LDMC)*, *maksimalna hitrost padanja semena* ter *produkcia semena*. Rezultati v Pregl. 11 kažejo, da rastlinske vrste z visokim deležem LDMC statistično značilno in pozitivno korelirajo z indeksom specializacije. Kaže, da imajo vrste z visokim LDMC-jem relativno višje indekse specializacije *theta*, kar jih v našem primeru uvršča med habitatne generaliste. Vrednosti funkcijskoga znaka *maksimalna hitrost padanja semena* pa so v negativni korelaciji s *theta*, kar pomeni, da se stopnja specializacije rastlinskih vrst v bukovih gozdovih na jugu geografskega gradienta povečuje z višino maksimalne hitrosti padanja semen posameznih vrst.

Statistično značilne korelacije med indeksom specializacije *theta* in EIV smo ugotovili za vlažnost, hranila in reakcijo tal. Vse tri korelacije so negativne, kar kaže na to, da se na tem območju habitatni specialisti statistično značilno pojavljajo na bolj vlažnih in s hranili bogatih rastiščih ter bolj bazičnih tleh.

Preglednica 11: Pearsonova (Pea) in Spearmanova (Spe) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki, ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) rastlinskih vrst in indeksom specializacije *theta* v bukovih gozdovih na južnem delu geografskega gradiента. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*),  $p < 0,001$  z dvema zvezdicama (\*\*). (N – število vrst s funkcionalnim znakom, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne znake za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR, P = Pignattijeve EIV).

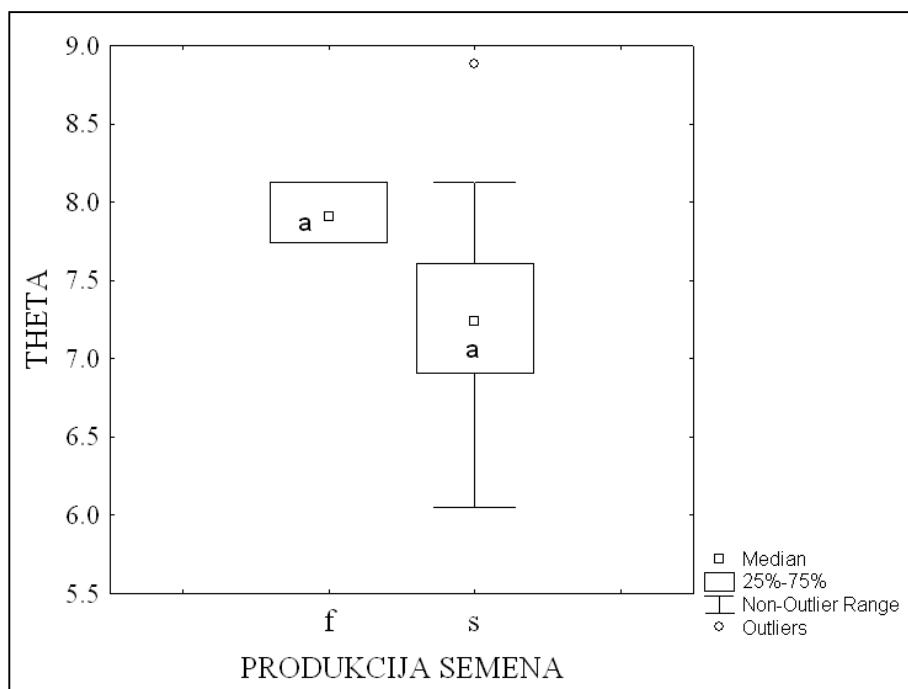
Table 11: Pearson's (Pea) and Spearman's (Spe) correlations between functional traits, EIV of species and their specialization index (*theta*) of the southern part of the investigated geographical gradient. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterisk (\*),  $p < 0,001$  with two asterisks (\*\*). (N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR, P = Pignatti's EIV).

FUNKCIONALNI ZNAK	test	Vir	N	t	p-value	corr.
Povp. LDMC (delež suhe snovi v listu)	Pea	L	70	28.461	<b>0.0058*</b>	0.3263
Povp. SLA (spec. listna površina)	Pea	L	78	0.226	0.8218	0.0259
Povp. višina krošnje	Pea	L	84	-0.1285	0.8981	-0.0142
Maks. hitrost padanja semena	Pea	L	49	-3.201	<b>0.0024*</b>	-0.4231
Teža semena	Pea	BF	47	0.2262	0.8221	0.0337
Dolžina semena	Pea	BF	58	0.2990	0.7660	0.0399
Širina semena	Pea	BF	58	0.4027	0.6887	0.0537
Višina semena	Pea	BF	52	0.9813	0.3312	0.1375
Št. naseljenih florističnih območij	Pea	BF	87	11.738	0.2438	0.1263
Pignattijeve EIV						
Temperatura	Spe	P	75	-	-	-0.0887
Svetloba	Spe	P	94	-	-	0.0349
Vlažnost	Spe	P	89	-	<0.05*	-0.2530
Hranila	Spe	P	85	-	<0.05*	-0.2452
Kontinentalnost	Spe	P	92	-	-	-0.1061
Reakcija tal	Spe	P	74	-	<0.05*	-0.2891

Preglednica 12: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnih rastlinskih znakov in *theta* vrednostmi v bukovih gozdovih na južnem delu geografskega gradienta. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*),  $p < 0,001$  z dvema zvezdicama (\*\*). (Št. kat. = število kategorij v okviru posameznega funkcionalnega znaka, N = število vrst s posameznim funkcionalnim znakom, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne znake za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

Table 12: Differences between categorical functional traits and *theta* values of beech forests in the southern part of investigated geographical gradient. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterisk (\*),  $p < 0,001$  with two asterisks (\*\*). (N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

FUNKC. ZNAK	Vir	Št. kat.	N	test	Df	Chi-kvadrat	p
Življenjska oblika	BF	5	93	Kruskall-Wallis	4	3.622	0.46
Tip reprodukcije	BF	4	89	Kruskall-Wallis	3	2.116	0.549
Tip diaspore	BF	6	82	Kruskall-Wallis	5	9.719	0.084
Tip strategije	BF	3	84	Kruskall-Wallis	2	0.436	0.804
Oceanskost	BF	4	82	Kruskall-Wallis	3	1.325	0.723
Floristično območje	BF	3	87	Kruskall-Wallis	2	1.107	0.575
	Vir	Št. kat.	N	test	Df	F	p
Tip rozet	BF	3	88	ANOVA	2	2.02	0.139
Prenašalec peloda	BF	3	75	ANOVA	2	0.702	0.499
	Vir	Št. kat.	N	test	z	p	
Življenjska doba	BF	2	88	Mann-Whitney U	-1.322	0.186	
Producija semena	BF	2	86	Mann-Whitney U	-2.318	<b>0.02*</b>	
Višinski pas	BF	2	71	Mann-Whitney U	-0.857	0.391	
	Vir	Št. kat.	N	test	t	p	
Obstojnosten listov	BF	2	79	t-test	0.114	0.91	



Slika 24: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 86 rastlinskih vrst glede na funkcionalni znak *produkcia semena* v bukovih gozdovih na južnem delu gradienta (f = fakultativno apomiktična produkcija, s = amfimiktična, spolna produkcija semena); a-a = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka,  $p < 0,05$ .

Figure 24: Values of specialization index *theta* for 86 species, regarding functional trait *seed production* of species in beech forests of southern part of geographical gradient (f = facultative apomictic production, s = amphimictic, sexual production of seed). a-a = statistically significant differences between functional trait categories,  $p < 0,05$ .

*Produkcia semena* se je za vrste na celotnem gradientu (Slika 23) pokazala kot funkcionalni znak, za katerega lahko rečemo podobno kot v primeru na Sliki 24: razlike med vrstami s fakultativno apomiktično produkcijo semena (f) so statistično značilno različne in višje od vrst s spolno produkcijo semen (s) (Mann-Whitney test,  $p = 0,020$ ), vendar imajo tudi v tem primeru skoraj vse vrste spolno produkcijo semena (83 od 86 vrst). Tudi tu z veliko mero previdnosti ugotavljamo, da je fakultativna apomiktična produkcija semena funkcionalni znak, ki je rezerviran le za najbolj izražene generaliste. Tako produkcijo semena imajo v tem primeru tri vrste: *Hieracium murorum*, *Poa nemoralis* in *Rubus hirtus* agg. Za vse tri vrste je tudi analiza izračuna indeksa specializacije pokazala, da na južnem delu gradienta spadajo med najizrazitejše generaliste (Priloga 5).

#### 4.2.2.3 Osrednji del geografskega gradienta

Podatkovni niz za analizo na osrednjem delu geografskega gradienta je vseboval 2.332 fitocenoloških popisov. V najmanj 100 fitocenoloških popisih se pojavlja 191 vrst (Priloga 6).

Najizrazitejši habitatni specialisti na osrednjem delu geografskega gradienta so: *Paederota lutea*, *Aster bellidiastrum*, *Luzula nivea*, *Sesleria albicans*, *Ruscus aculeatus*, *Rhododendron hirsutum*, *Salix appendiculata*, *Phyteuma scheuchzeri*, *Clematis alpina*, *Stachys alopecuros*, *Gymnocarpium robertianum*, *Scopolia carniolica*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Huperzia selago* in *Erica herbacea*.

Najizrazitejši habitatni generalisti na tem delu so: *Melampyrum pratense*, *Pteridium aquilinum*, *Fagus sylvatica*, *Luzula luzuloides*, *Luzula pilosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Quercus petraea*, *Picea abies*, *Hieracium murorum*, *Acer pseudoplatanus*, *Aposeris foetida*, *Prenanthes purpurea*, *Athyrium filix-femina*, *Anemone nemorosa* in *Symphytum tuberosum*.

Vrednosti indeksov specializacije *theta* za naštete rastlinske vrste so podane v Pregl. 8. Celoten nabor vrst, skupaj z vrednostmi *theta*, je podan v Prilogi 6.

Za osrednji del geografskega gradienta smo ugotovili, da je *povprečna višina krošnje* funkcionalen znak, ki značilno opredeljuje habitatne generaliste in specialiste. Tako kot v primeru celotnega geografskega gradienta (Pregl. 9) se je korelacija med indeksom specializacije *theta* in širino krošnje pokazala za statistično značilno in pozitivno. Tudi v tem primeru se je pokazalo, da se stopnja specializacije rastlinskih vrst s povečevanjem povprečne višine krošnje rastlinske vrste niža (Pregl. 13). Med habitatnimi specialisti in generalisti so se za statistično značilno različne na osrednjem območju (Slovenija) pokazali tudi EIV za hrnila, kontinentalnost in reakcijo tal. Statistično značilna in pozitivna korelacija med indeksom *theta* in EIV za hrnila kaže na to, da se specialisti pojavljajo na bolj revnih tleh. Korelacija med *theta* in EIV za kontinentalnost in reakcijo tal pa je statistično značilno negativna, kar kaže na to, da so specialisti bolj kontinentalne vrste in imajo tendenco pojavljanja na bolj bazičnih tleh kot generalisti. To se ujema z rezultati iz

Pregl. 8, kjer so našteti najizrazitejši generalisti za osrednje območje. Med njimi je kar polovica izrazito kisloljubnih rastlin: *Melampyrum pratense*, *Pteridium aquilinum*, *Deschampsia flexuosa*, *Picea abies*, *Hieracium murorum* in *Aposeris foetida*.

Preglednica 13: Pearsonova (Pea) in Spearmanova (Spe) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki, ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) vrst in njihovim indeksom specializacije *theta* na osrednjem delu geografskega gradiента. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*), ( $p < 0,001$ ) z dvema zvezdicama (\*\*). (N – število vrst s funkcionalnim znakom, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne znake za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR, P = Pignattijeve EIV).

Table 13: Pearson's (Pea) and Spearman's (Spe) correlations between functional traits, EIV of species and their specialization index (*theta*) of the central part of the investigated geographical gradient. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterisk (\*),  $p < 0,001$  with two asterisks (\*\*). (N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR, P = Pignatti's EIV).

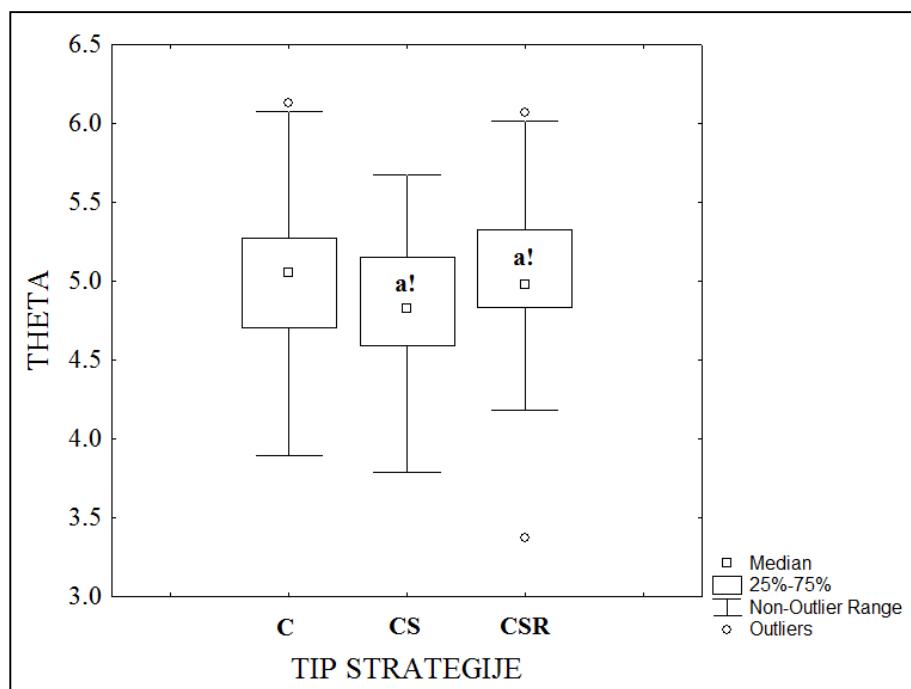
FUNKCIONALNI ZNAK	test	Vir	N	t	p-value	cor.
Povp. LDMC (delež suhe snovi v listu)	Pea	L	125	-0.5414	0.5892	-0.0487
Povp. SLA (spec. listna površina)	Pea	L	132	0.823	0.4120	0.0720
Povp. višina krošnje	Pea	L	158	24.485	<b>0.0154*</b>	0.1924
Maks. hitrost padanja semena	Pea	L	84	10.552	0.2945	0.1157
Teža semena	Pea	BF	80	-0.7427	0.4599	-0.0838
Dolžina semena	Pea	BF	91	11.362	0.2589	0.1196
Širina semena	Pea	BF	91	10.568	0.2935	0.1113
Vihina semena	Pea	BF	80	13.449	0.1826	0.1505
Št. naseljenih florističnih območij	Pea	BF	164	0.3791	0.7051	0.0298
EIV						
Temperatura	Spe	P	159	-	-	0.0555
Svetloba	Spe	P	187	-	-	-0.1396
Vlažnost	Spe	P	174	-	-	0.0033
Hranila	Spe	P	172	-	<b>&lt;0.05*</b>	0.1573
Kontinentalnost	Spe	P	183	-	<b>&lt;0.05*</b>	-0.1460
Reakcija tal	Spe	P	158	-	<b>&lt;0.05*</b>	-0.1685

Preglednica 14: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnih rastlinskih znakov rastlinskih vrst in *theta* vrednostmi v bukovih gozdovih na osrednjem delu geografskega gradienta. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*),  $p < 0,001$  z dvema zvezdicama (\*\*). (Št. kat. = število kategorij v okviru posameznega funkcionalnega znaka, N = število vrst s posameznim funkcionalnim znakom, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne znake za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

Table 14: Differences between categorical functional traits and  $\theta$ -values. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterisk (\*),  $p < 0,001$  with two asterisks (\*\*). (Št. kat. = number of functional trait categories, N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

Funkc. ZNAK	Vir	Št. kat.	N	test	Df	Chi-kvadrat	p
Življenjska oblika	BF	7	189	Kruskall-Wallis	6	16.135	<b>0.013* (!)</b>
Obstojnost listov	BF	3	159	Kruskall-Wallis	2	0.673	0.714
Tip reprodukcije	BF	4	165	Kruskall-Wallis	3	0.544	0.909
Prenašalec peloda	BF	6	146	Kruskall-Wallis	5	7.479	0.187
Višinski pas	BF	3	135	Kruskall-Wallis	2	11.847	<b>0.003* (!)</b>
Oceanskost	BF	6	155	Kruskall-Wallis	5	4.448	0.487
Floristično območje	BF	3	163	Kruskall-Wallis	2	4.007	0.135
	Vir	Št. kat.	N	test	Df	F	p
Tip rozet	BF	3	164	ANOVA	3	0.536	0.586
Tip strategije	BF	3	160	ANOVA	2	3.44	<b>0.034* (!)</b>
	Vir	Št. kat.	N	test	z	p	
Producija semena	BF	2	158	Mann-Whitney U	-1.408	0.159	

V primeru kategoričnih funkcionalnih znakov za vrste, ki se pojavljajo na osrednjem delu geografskega gradienta, smo ugotovili, da so trije funkcionalni znaki – *življenjska oblika*, *višinski pas* in *tip strategije* – statistično značilno različni (Pegl. 14). Vendar pa kasnejši post-hoc testi v primeru znakov *življenjska oblika* in *višinski pas* ne pokažejo statistično značilnih razlik med nobeno od treh kategorij. V primeru znaka *tip strategije* (Slika 25) pa post-hoc testiranje kaže na neznačilno, vendar visoko stopnjo različnosti med vrstami s CS strategijo in vrstami s CSR strategijo (post-hoc Tukey HSD test:  $p = 0,052$ ; Hochberg test:  $p = 0,059$ ). Rezultati nakazujejo na to, da imajo vrste s CSR strategijo v slovenskih bukovih gozdovih relativno najnižjo stopnjo habitatne specializacije.



Slika 25: Vrednosti indeksa specializacije *theta* za 160 rastlinskih vrst glede na funkcionalni znak *tip strategije* v bukovih gozdovih na osrednjem delu geografskega gradiента. (C = kompetitorska vrsta; CS = kompetitorska in stres tolerantna vrsta; CSR = kompetitorska-stres tolerantna-ruderalna vrsta); a-a = statistično značilne razlike med kategorijama funkcionalnega znaka,  $p < 0,05$ . (znak "!" pomeni, da je ANOVA zaznala statistično značilne razlike med kategorijami funkcionalnega znaka, kasnejši post-hoc testi pa le mejne vrednosti statistično značilne razlike med kategorijama CS in CSR).

Figure 25: Values of specialization index *theta* for 160 species, regarding functional trait *strategy type* of species in beech forests of the southern part of geographical gradient (C = competitors; CS = competitors/stress-tolerators; CSR = competitors/stress-tolerators/ruderals). a-a = statistically significant differences between functional trait categories,  $p < 0,05$ . (! = with ANOVA we detected significant differences between categories of functional trait, but subsequent post-hoc tests detected only marginal statistically significant differences between categories CS and CSR.)

#### 4.2.2.4 Severni del geografskega gradiента

Podatkovni niz za analizo severnega dela gradiента (Slika 18) je vseboval 2.914 fitocenoloških popisov. V najmanj 100 fitocenoloških popisih bukovih gozdov tega območja se pojavljajo 103 vrste (Priloga 7).

Najizrazitejši habitatni specialisti na območju severnega dela gradienta so: *Rubus saxatilis*, *Ranunculus lanuginosus*, *Stellaria nemorum*, *Anemone ranunculoides*, *Pulmonaria obscura*, *Veronica montana*, *Ranunculus ficaria*, *Lathyrus vernus*, *Ribes alpinum*, *Primula elatior*, *Festuca rubra*, *Aegopodium podagraria*, *Ilex aquifolium*, *Dryopteris dilatata* in *Festuca gigantea*.

Najizrazitejši habitatni generalisti na območju severnega dela gradienta so: *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Calamagrostis epigejos*, *Quercus petraea*, *Dactylis glomerata*, *Melampyrum pratense*, *Acer pseudoplatanus*, *Viola riviniana*, *Hedera helix*, *Convallaria majalis*, *Pteridium aquilinum*, *Anemone nemorosa* in *Moehringia trinervia*.

Vrednosti indeksa specializacije *theta* za naštete rastlinske vrste so podane v Pregl. 8. Celoten nabor vrst, skupaj z vrednostmi *theta*, je podan v Prilogi 7.

Za statistično značilno različne funkcijске znake med habitatnimi specialisti in generalisti so se na območju severnega dela geografskega gradienta izkazali naslednji: *povprečni delež suhe snovi v listu (LDMC)*, *povprečna višina krošnje*, *dolžina semena* ter *višina semena*. V vseh primerih so korelacije med vrednostimi funkcionalnih znakov in indeksom specializacije theta pozitivni. To pomeni, da je za habitatne generaliste značilen večji delež suhe snovi v listih, imajo višje krošnje ter daljša in višja semena. Statistično značilne korelacije smo ugotovili tudi med indeksom specializacije *theta* in EIV za svetlobo, vlažnost, hranila in reakcijo tal (Pregl. 15). Korelacija z indikatorsko vrednostjo za svetlobo je statistično pozitivna in kaže na to, da habitatni generalisti uspevajo na svetlih rastiščih. Ostale tri korelacije so negativne. To kaže na to, da so habitatni specialisti bolj vezani na vlažna, s hranili bogata in bazična rastišča. Najizrazitejši habitatni generalisti iz Pregl. 6 te

ugotovitve podpirajo: *Ranunculus lanuginosus*, *Stellaria nemorum*, *Anemone ranunculoides*, *Pulmonaria obscura*, *Veronica montana*, *Ranunculus ficaria*, *Aegopodium podagraria* in *Festuca gigantea*.

Preglednica 15: Pearsonova (Pea) in Spearmanova (Spe) korelacija med izbranimi funkcionalnimi znaki, ekološkimi indikatorskimi vrednostmi (EIV) vrst in njihovim indeksom specializacije *theta* na severnem delu geografskega gradiента. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*), ( $p < 0,001$ ) z dvema zvezdicama (\*\*). (N – število vrst s funkcionalnim znakom, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne znake za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR, P = Pignattijeve EIV).

Table 15: Pearson's (Pea) and Spearman's (Spe) correlations between functional traits, EIV of species and their specialization index (*theta*) of the southern part of the investigated geographical gradient. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterisk (\*),  $p < 0,001$  with two asterisks (\*\*). (N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR, E = Ellenberg's EIV).

FUNKCIONALNI ZNAK	test	Vir	N	t	p	cor.
Povp. LDMC (delež suhe snovi v listu)	Pea	L	94	36.311	<b>0.0004**</b>	0.3540
Povp. SLA (spec. listna površina)	Pea	L	100	-1.618	0.1089	-0.1613
Povp. višina krošnje	Pea	L	98	41.235	<b>&lt;0.001**</b>	0.3879
Maks. hitrost padanja semena	Pea	L	70	-18.247	0.07244	-0.2161
Teža semena	Pea	BF	53	12.006	0.2354	0.1657
Dolžina semena	Pea	BF	69	20.309	<b>0.0462*</b>	0.2408
Širina semena	Pea	BF	69	18.424	0.06984	0.2196
Vičina semena	Pea	BF	63	2.51	<b>0.0147*</b>	0.3060
Št. naseljenih florističnih območij	Pea	BF	99	0.5158	0.6072	0.0523
<b>EIV</b>						
Temperatura	Spe	E	54	-	-	0.0107
Svetloba	Spe	E	94	-	<b>&lt;0.05*</b>	0.2057
Vlažnost	Spe	E	76	-	<b>&lt;0.001**</b>	-0.5251
Hranila	Spe	E	84	-	<b>&lt;0.05*</b>	-0.2452
Kontinentalnost	Spe	E	91	-	-	-0.1067
Reakcija tal	Spe	E	68	-	<b>&lt;0.001**</b>	-0.5661

Preglednica 16: Razlike med kategoričnimi oblikami funkcionalnih rastlinskih znakov in *theta* vrednostmi v bukovih gozdovih na severnem delu geografskega gradienta. Statistično značilne vrednosti ( $p < 0,05$ ) so označene z zvezdico (\*), ( $p < 0,001$ ) z dvema zvezdicama (\*\*). (Št. kat. = število kategorij v okviru posameznega funkcionalnega znaka, N = število vrst s posameznim funkcionalnim znakom, Vir = ime podatkovne baze, iz katere smo uporabili funkcionalne znake za posamezno vrsto; L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

Table 16: Differences between categorical functional traits and  $\theta$ -values. Statistically significant values ( $p < 0,05$ ) are marked with asterisk (\*), ( $p < 0,001$ ) with two asterisks (\*\*). (Št. kat. = number of functional trait categories, N – number of species with available trait value, Vir – source of trait value: L – LEDA, BF – BIOLFLOR).

FUNKC. ZNAK	Vir	Št. kat.	N	test	Df	Chi-kvadrat	p
Življenska oblika	BF	6	96	Kruskall-Wallis	5	4.138	0.53
Obstojnost listov	BF	3	82	Kruskall-Wallis	2	1.031	0.597
Tip reprodukcije	BF	4	89	Kruskall-Wallis	3	2.116	0.549
Tip diaspore	BF	7	85	Kruskall-Wallis	6	9.95	0.127
Tip strategije	BF	3	84	Kruskall-Wallis	2	0.436	0.804
Oceanskost	BF	4	82	Kruskall-Wallis	3	1.325	0.723
Floristično območje	BF	3	87	Kruskall-Wallis	2	1.107	0.575
	Vir	Št. kat.	N	test	Df	F	p
Tip rozet	BF	3	88	ANOVA	2	2.02	0.139
Prenašalec peloda	BF	3	75	ANOVA	2	0.702	0.499
	Vir	Št. kat.	N	test	z	p	
Življenska doba	BF	2	88	Mann-Whitney U	-1.322	0.186	
Višinski pas	BF	2	71	Mann-Whitney U	-0.857	0.391	

Med kategoričnimi oblikami funkcionalnih znakov rastlinskih vrst na severnem delu geografskega gradienta v nobenem primeru nismo ugotovili statistično značilnih razlik med indeksom specializacije *theta* in značilnostmi posameznega funkcionalnega znaka (Pegl. 16).

#### 4.2.2.5 Dinamika rastlinskih vrst bukovih gozdov na geografskem gradientu

Analiza celotnega nabora fitocenoloških popisov bukovih gozdov na geografskem gradientu od Sredozemlja do Severnega morja je pokazala, da se na celotnem raziskovanem območju pojavlja 373 vrst v več kot 100 popisih (Priloga 4). Od tega je 70 vrst (23 %), ki so po Willnerju in sod. (2009) definirane kot vrste bukovih gozdov (Pegl. 17). Analiza posameznih delov geografskega gradienta v Pegl. 17 kaže, da je najvišji delež vrst bukovih gozdov na osrednjem delu (31 %), sledi mu južni del (26 %) in nato severni z najnižjim deležem (24 %). Primerjava indeksov specializacije *theta* za vrste bukovih gozdov z indeksi ostalih vrst po posameznih območjih kaže na to, da so statistično značilne razlike med njihovimi vrednostmi le na osrednjem delu (Slovenija). Ugotovili smo, da imajo vrste bukovih gozdov na tem območju statistično značilno višje vrednosti indeksa *theta* (Kolmogorov-Smirnov test,  $p < 0,001$ ). To pomeni, da so vrste bukovih gozdov le na tem območju relativno bolj izraženi habitatni generalisti.

Preglednica 17: Število vrst bukovih gozdov (po Willnerju in sod., 2009) in ostalih vrst ter njihove povprečne vrednosti indeksa specializacije *theta* v bukovih gozdovih. Vrednosti so podane ločeno za celoten geografski gradient ter posamezne dele gradienta proučevanega območja.

Table 17: Number of beech forest species (according to Willner et al. 2009) and other species with their average values of index of specialization *theta* in beech forests, regarding the whole geographical gradient and its parts of the investigated area.

	Št.	Št.	theta (povp.)	theta (povp.)	p		
	vrst bukovih gozdov	%	ostalih vrst	%			
CELOTEN GRADIENT	70	23	303	77	6.160	6.445	n. s.
JUŽNI DEL GRADIENTA	26	26	73	74	7.220	7.211	n. s.
OSREDNJI DEL GRADIENTA	59	31	132	69	5.091	4.855	**
SEVERNII DEL GRADIENTA	25	24	78	76	5.377	5.568	n. s.

S primerjavo habitatnih specialistov in generalistov, ki so navedeni v Prilogah 5, 6 in 7, smo ugotovili, da se trideset vrst pojavlja na vseh treh delih geografskega gradienta. Ker relativnih vrednosti indeksa specializacije *theta* ne moremo neposredno primerjati med

vrstami posameznih območij, smo vrste znotraj posameznega niza rangirali. Rang vrste znotraj posameznega niza nam podaja oceno, kje se vrsta na gradientu habitatni generalist/specialist pojavlja. Rang vrste je za primerjavo med posameznimi območji veliko bolj ustreznnejši. Nižji kot je rang vrste, bolj je vrsta znotraj niza specializirana.

Če pogledamo razporeditev zbranih fitocenoloških popisov vzdolž proučevanega geografskega gradienta (Slika 26 a), vidimo, da je vrstna pestrost v bukovih gozdovih najvišja na območju jugovzhodnih Alp in severozahodnega dela Dinaridov (geografska širina med  $45^{\circ}$  in  $48^{\circ}$  geografske širine). Severneje in južneje od tega območja rastlinska pestrost upada. Visoke vrednosti vrstne pestrosti lahko vidimo tudi na skrajnem jugu geografskega gradienta (okrog  $40^{\circ}$  geografske širine) in na severnem delu gradienta (okrog  $54,5^{\circ}$  geografske širine). Podoben trend smo zaznali tudi, če smo v fitocenoloških popisih upoštevali samo število vrst bukovih gozdov (Slika 26 b), ki so jih določili Willner in sod. (2009).

Ugotovili smo tudi, da se z razdaljo od najbližjega območja potencialnega refugija število vseh vrst v fitocenoloških popisih manjša (27 a). Enak trend smo ugotovili tudi za število vrst bukovih gozdov (Slika 27 b).

Preglednica 18: Seznam rastlinskih vrst, ki se pojavljajo na vseh treh različnih delih geografskega gradiента. Vrstam so dodani relativni indeksi specializacije *theta*, izračunani za vsak nabor podatkov posebej (iz Pregl. 5, 6 in 7). Dodan jim je tudi rang pojavljanja znotraj posameznega niza. Le-ta podaja oceno, kje na gradiantu specialist-generalist posameznega območja se vrsta pojavlja. Nižji kot je rang znotraj posameznega niza, bolj je vrsta na tistem delu območja geografskega gradienta specializirana.

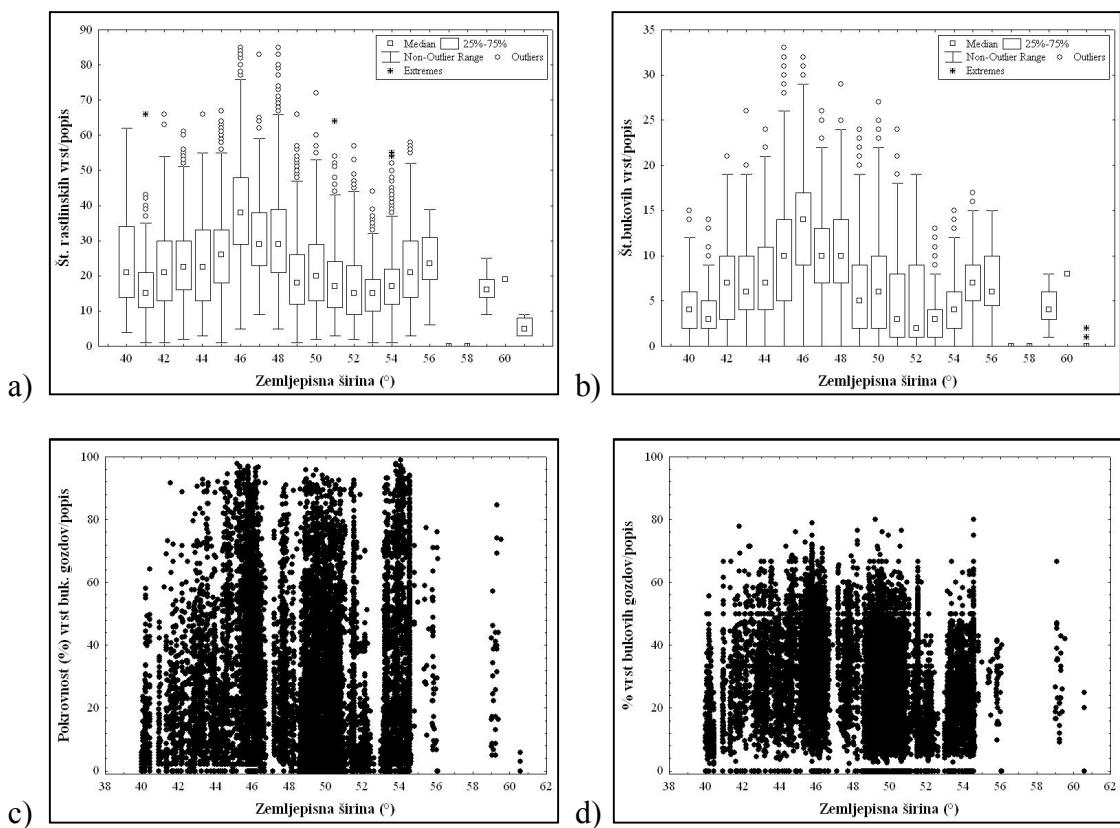
Table 18: List of species which appear in all three parts of the geographical gradient. We added them specialization index *theta* and calculated their rang position inside each of the dataset (from App. 5, 6, 7). The lower the rang the more each species is specialized.

		OBMOČJE GEOGR. GRADIENTA		
		južni del	osrednji del	severni del
<i>Acer pseudoplatanus</i>				
	<i>theta</i>	7,41	5,715	6,249
	rang znotraj pos. niza	0,63	0,95	0,92
<i>Aegopodium podagraria</i>				
	<i>theta</i>	7,281	4,536	4,756
	rang znotraj pos. niza	0,55	0,18	0,11
<i>Anemone nemorosa</i>				
	<i>theta</i>	7,11	5,617	6,192
	rang znotraj pos. niza	0,41	0,93	0,87
<i>Athyrium filix-femina</i>				
	<i>theta</i>	7,009	5,629	5,192
	rang znotraj pos. niza	0,32	0,94	0,30
<i>Brachypodium sylvaticum</i>				
	<i>theta</i>	7,601	4,744	5,812
	rang znotraj pos. niza	0,75	0,34	0,64
<i>Carex sylvatica</i>				
	<i>theta</i>	6,85	4,966	4,931
	rang znotraj pos. niza	0,23	0,51	0,18
<i>Carpinus betulus</i>				
	<i>theta</i>	7,401	5,043	5,555
	rang znotraj pos. niza	0,61	0,59	0,55
<i>Circaeа lutetiana</i>				
	<i>theta</i>	7,101	4,666	4,907
	rang znotraj pos. niza	0,40	0,28	0,17
<i>Corylus avellana</i>				
	<i>theta</i>	7,556	5,143	5,719
	rang znotraj pos. niza	0,71	0,71	0,62
<i>Cardamine bulbifera</i>				
	<i>theta</i>	8,017	5,499	5,108
	rang znotraj pos. niza	0,93	0,91	0,23
<i>Dryopteris filix-mas</i>				
	<i>theta</i>	7,621	5,45	5,902
	rang znotraj pos. niza	0,77	0,87	0,72
<i>Epilobium montanum</i>				
	<i>theta</i>	7,58	4,826	5,234
	rang znotraj pos. niza	0,74	0,38	0,33
<i>Galium odoratum</i>				
	<i>theta</i>	7,904	5,153	5,828
	rang znotraj pos. niza	0,90	0,72	0,67
<i>Geranium robertianum</i>				
	<i>theta</i>	7,449	4,845	5,43
	rang znotraj pos. niza	0,67	0,41	0,43

"se nadaljuje"

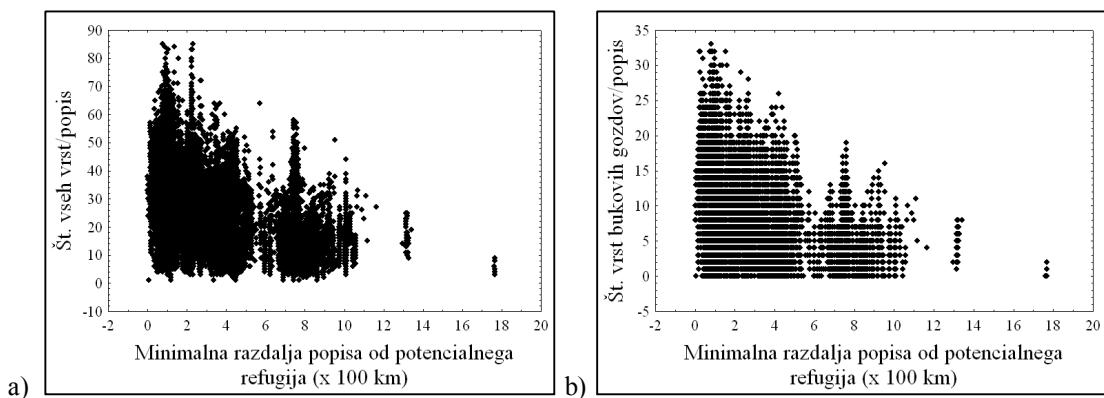
”nadaljevanje Preglednice 18. Seznam rastlinskih vrst, ki se pojavljajo na vseh treh različnih delih geografskega gradiента. Vrstam so dodani relativni indeksi specializacije *theta*, izračunani za vsak nabor podatkov posebej (iz Pregl. 5, 6 in 7). Dodan jim je tudi rang pojavljanja znotraj posameznega niza. Le-ta podaja oceno, kje na gradientu specialist-generalist posameznega območja se vrsta pojavlja. Nižji kot je rang znotraj posameznega niza, bolj je vrsta na tistem delu območja geografskega gradienta specializirana.”

<b><i>Hedera helix</i></b>			
<i>theta</i>	7,06	4,993	6,247
rang znotraj pos. niza	0,37	0,54	0,90
<b><i>Hieracium murorum</i></b>			
<i>theta</i>	7,903	5,787	5,851
rang znotraj pos. niza	0,89	0,96	0,68
<b><i>Lamiastrum galeobdolon agg.</i></b>			
<i>theta</i>	7,277	5,22	5,493
rang znotraj pos. niza	0,54	0,77	0,48
<b><i>Lathyrus vernus</i></b>			
<i>theta</i>	6,933	4,932	4,707
rang znotraj pos. niza	0,30	0,48	0,07
<b><i>Lonicera xylosteum</i></b>			
<i>theta</i>	6,633	5,083	4,975
rang znotraj pos. niza	0,13	0,65	0,19
<b><i>Mercurialis perennis</i></b>			
<i>theta</i>	7,562	5,468	5,235
rang znotraj pos. niza	0,72	0,88	0,34
<b><i>Mycelis muralis</i></b>			
<i>theta</i>	8,1	5,433	5,9
rang znotraj pos. niza	0,97	0,86	0,71
<b><i>Oxalis acetosella</i></b>			
<i>theta</i>	6,828	5,385	6,118
rang znotraj pos. niza	0,22	0,84	0,81
<b><i>Picea abies</i></b>			
<i>theta</i>	6,318	5,811	6,028
rang znotraj pos. niza	0,06	0,96	0,75
<b><i>Pteridium aquilinum</i></b>			
<i>theta</i>	7,364	6,129	6,204
rang znotraj pos. niza	0,59	0,99	0,88
<b><i>Pulmonaria officinalis</i></b>			
<i>theta</i>	7,098	4,957	5,191
rang znotraj pos. niza	0,39	0,49	0,29
<b><i>Rubus idaeus</i></b>			
<i>theta</i>	7,182	5,039	5,579
rang znotraj pos. niza	0,47	0,59	0,56
<b><i>Sambucus nigra</i></b>			
<i>theta</i>	7,315	5,023	5,817
rang znotraj pos. niza	0,56	0,58	0,65
<b><i>Urtica dioica</i></b>			
<i>theta</i>	7,023	4,703	5,481
rang znotraj pos. niza	0,34	0,31	0,44
<b><i>Vaccinium myrtillus</i></b>			
<i>theta</i>	7,823	5,266	6,032
rang znotraj pos. niza	0,88	0,80	0,76
<b><i>Viola reichenbachiana</i></b>			
<i>theta</i>	7,656	5,484	5,912
rang znotraj pos. niza	0,80	0,90	0,73



Slika 26: Razporeditev lokacij fitocenoloških popisov vzdolž geografskega gradienta od Grčije do Norveške z različnimi vsebinami: diagram škatla z ročaji prikazuje povprečno število vseh zabeleženih rastlinskih vrst na posameznem delu zemljepisne širine (a), povprečno število vrst bukovih gozdov na posameznem delu zemljepisne širine (b), % pokrovnosti, ki jo imajo vrste bukovih gozdov v posameznem popisu (c) ter % vrst bukovih gozdov glede na vse vrste, ki se pojavljajo v posameznem popisu (d).

Figure 26: Distribution of phytosociological relevés along geographical gradient from Greece till Norway. Different attributes of relevés are correlated with geographical latitude: average number of all plant species in specific part of the geographical latitude (a), average number of beech forest species in specific part of the geographical latitude (b), percentage cover (%) of beech forest species/relevé (c) and percentage (%) of beech forest species/relevé (d).



Slika 27: Odvisnost števila rastlinskih vrst v posameznem popisu glede na oddaljenost od najbljžjega potencialnega refugija: celoten nabor vrst v popisih (a), vrste bukovih gozdov v popisih (b).

Figure 27: Correlations between number of species/relevé and the distance from the nearest putative beech forest refuge area: all species/relevé (a), beech forest species/relevé (b).

## 5 RAZPRAVA

### 5.1 GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU

S klasifikacijo vegetacijskih popisov (Slika 5) smo na prvem nivoju členitve razkrili dve glavni geografsko ločeni skupini bukovih gozdov na Balkanu. Severno skupino (Snopi 1–4) smo uvrstili v zvezo *Aremonio-Fagion*, drugo, južno skupino (Snopi 5–7) pa v zvezo *Fagion moesiaca*. V nomenklaturni reviziji ilirskih bukovih gozdov Slovenije, Hrvaške, jugozahodne Madžarske in severovzhodne Italije so Marinček in sod. (1993) izločili 4 podzveze v okviru zveze *Aremonio-Fagion*. Naša raziskava je jasno razkrila tri; Snop 1 in 2 predstavlja gozdove podzveze *Lamio orvalae-Fagenion*, pri čemer predstavlja Snop 1 čiste bukove gozdove, medtem ko Snop 2 predstavlja jelovo-bukove gozdove ter termofilne bukove gozdove v Snopu 3 kot podzvezo *Ostryo-Fagenion* ter altimontanske bukove gozdove v Snopu 4 kot podzveza *Saxifrago rotundifoliae-Fagenion*. Snop 4 ne vključuje le altimontanskih in subalpinskih bukovih gozdov, temveč tudi gorske bukove gozdove na osojnih legah (na primer *Arunco-Fagetum*). To potrjuje tudi raziskava Willnerja (2002), ki je pokazal na podobno rastlinsko povezavo med združbama *Arunco-Fagetum* in *Anemono trifoliae-Fagetum*.

Podzvezo *Epimedio-Fagenion*, ki se v naši raziskavi ni jasno izločila od drugih gozdov, lahko najdemo v Snopu 3, ki združuje termofilne bukove gozdove. Floristično podobnost med podvezama *Ostryo-Fagenion* in *Epimedio-Fagenion* je nakazal že Willner (2002), vendar pa so bukovi gozdovi teh dveh podvez ekološko zelo različni. Gozdovi podzveze *Ostryo-Fagenion* se pojavljajo na strmih in topnih južnih pobočjih na plitvih rendzinah, medtem ko gozdovi podzveze *Epimedio-Fagenion* večinoma uspevajo na nižjih nadmorskih višinah in na globljih tleh. Res pa je, da njune rastlinske zgradbe temeljijo na skupnih termofilnih vrstah in so za razjasnitev njihove točne sintaksonomske uvrstitve potrebne nadaljnje raziskave.

Južno skupino bukovih gozdov predstavljajo Snopi 5, 6 in 7. Bukovi gozdovi iz Snopa 5 uspevajo v obrobni regiji proučevanega območja (Slika 6). Vendar pa zavzemajo širok geografski razpon, ki se razteza od Avstrije do Črnega morja. Navadno je uvrščanje

gozdnih združb na robu areala uspevanja težko, saj tu ne prevladujejo optimalni pogoji za uspevanje bukovih gozdov. Vrste, ki so tipične za bukove gozdove, postanejo šibki kompetitorji in postopno izginjajo iz sestojev. To so skupne značilnosti teh nižinskih bukovih gozdov. Možni razlogi za drugačno vrstno sestavo v gozdovih Snopa 5 glede na ostale tipe vegetacije bukovih gozdov so tudi:

- neoptimalni rastiščni pogoji (nižje povprečne vrednosti padavin in višje povprečne temperature);
- pojavljanje na osamelcih v subpanonski regiji, ki so večinoma obkroženi z gabrovimi in hrastovimi gozdovi;
- najdaljša razdalja od najbližjih glacialnih refugijev bukovih gozdov (Magri in sod., 2006; Willner in sod., 2009) ter morebitni postglacialni zamik vrst, ki spremljajo bukove gozdove. Po mnenju Magrijeve in sod. (2006) je bila postglacialna ekspanzija bukve omejena zaradi širnih ravnic s kontinentalno klimo in pomembnimi vodotoki, kot je na primer spodnja dolina Donave. Prav tako so Willner in sod. (2009) ugotovili najvišjo vrstno raznolikost na območjih, ki so blizu potencialnim glacialnim refugijem bukovih gozdov;
- kombinacija zgoraj naštetih razlogov.

Največja težava pri sintaksonomski uvrstitvi Snopa 5 je, da se v njem pojavlja veliko vrst, ki so karakteristične za hrastove in gabrove gozdove (Marinček in Čarni, 2000) ter v južnem delu vrste iz zveze *Quercion frainetto* (Čarni in sod., 2009; Kavgaci in sod., 2010; Lyubenova in sod., 2011). Pravzaprav imamo za rešitev sintaksonomske uvrstitve na voljo tri možnosti:

- da arbitrarno ločimo Snop 5 na severni in južni del ter ju ločeno vključimo v zvezе obeh območij; severne nižinske bukove gozdove (iz severne Bosne in Hercegovine, Hrvaške in jugovzhodne Slovenije) v zvezo *Artemonio-Fagion*, južne bukove gozdove, ki se nahajajo na nižinskem območju Srbije in Bolgarije, pa v zvezo *Fagion moesiaceae*. Tako geografsko utemeljeno razlikovanje bi bilo posledica manjšega števila tipičnih vrst bukovih gozdov in obenem prisotnosti nižinskih in toploljubnih vrst, ki združujejo nižinske bukove gozdove od jugozahodnega dela Slovenije do Črnega morja v eno skupino;

- da gozdove Snopa 5 vključimo v vrstno revno srednjeevropsko zvezo bukovih gozdov *Fagion sylvaticae*;
- da opišemo novo (pod)zvezo nižinskih bukovih gozdov, ki se razteza od Črnega morja do obronkov južnih Alp.

Novo podzvezo, ki bi vključevala bukove in jelovo-bukove gozdove Panonske regije na Hrvaškem, so nakazali že Vukelić in Baričević (2007). Pri raziskavi tamkajšnjih jelovo-bukovih gozdov so zgolj predlagali potencialno ime podzveze *Festuco drymeiae-Fagenion sylvaticae*, ki bi jo uvrstili v zvezo *Aremonio-Fagion*.

Raziskava, ki smo jo opravili, je nepričakovano razširila gozdove zvezne *Fagion moesiaceae* na celoten jugozahoden del Panonske nižine (Slika 6). Naša ugotovitev je v skladu z Rivas-Martínezom in sod. (2011), ki so na Balkanskem polotoku določili mejo med oceansko in kontinentalno bioklimo. V vsakem primeru pa je zveza *Fagion moesiaceae* razdeljena na tri snope, ki predstavljajo naslednje skupine gozdov:

1. Nižinske bukove gozdove (Snop 5), ki združuje združbe bukovih gozdov na najnižjih nadmorskih višinah in večinoma uspevajo v (pred)Panonski nižini od jugovzhodne Slovenije do severnih in vzhodnih predelov Bolgarije. Glede na prej izražene tri možne rešitve sintaksonomske uvrstitve predlagamo uvrstitev v novo podzvezo – *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae* (podzveza je tipizirana v poglavju Rezultati).
2. Gorski bukovi gozdovi kontinentalnega dela osrednjega Balkana (Snop 6), ki smo jih uvrstili v podzvezo *Doronico columnae-Fagenion moesiaceae*. Te gozdove, ki večinoma uspevajo v jugozahodni Srbiji, Makedoniji, severni Grčiji ter na višjih nadmorskih višinah v osrednji in vzhodni Grčiji, so tako uvrstili že Dzwonko in Loster (2000) ter Bergmeier in Dimopoulos (2001).
3. Gorski bukovi gozdovi, ki so pod vplivom mediteranske klime (Snop 7) in smo jih sintaksonomsko uvrstili v podzvezo *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*. Bukove gozdove severnega in osrednjega dela Grčije so Dzwonko in Loster (2000) ter Bergmeier in Dimopoulos (2001) predhodno uvrstili v podzvezo *Doronico orientalis-Fagenion moesiaceae*, vendar smo ugotovili, da je to ime nepravilno opisano.

Za sintaksonomsko uvrstitev teh treh podzvez na nivoju zvez še vedno ni enotnega mnenja. Razdelitev na podzvezi *Doronico columnae-Fagenion moesiaca* in *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae* je bila narejena na podlagi višinskih in močno geografsko ločenih skupin diagnostičnih vrst. Dzwonko in Loster (2000) sta ju uvrstila kot ločeni podzvezi v zvezo *Aremonio-Fagion*, medtem ko so ju Bergmeier in Dimopoulos (2001) ter Tzonev in sod. (2006) uvrstili v zvezo *Fagion sylvaticae*. Razlog za takšno sintaksonomsko uvrstitev po vsej verjetnosti temelji na dejstvu, da pri svojih analizah niso imeli podatkov iz vmesnega območja med jugozahodnim delom Balkanskega polotoka in območjem srednjeevropskih bukovih gozdov zveze *Fagion sylvaticae*. Te gozdove so v preteklosti uvrščali v različne zveze že Quézel (1967), Dafis (1973) in Horvat in sod. (1974), vendar niso bili nikoli veljavno opisani glede na ICPN (Weber in sod., 2000). Glede na to, da smo v našo raziskavo zajeli veliko širše območje, predlagamo, da vse tri ugotovljene podzveze uvrstimo v zvezo *Fagion moesiaca*, čeprav je Snop 7 nekoliko izoliran od ostalih snopov in kaže nekoliko bolj edinstveno floristično sestavo.

Glede na naše rezultate število rastlinskih vrst v bukovih gozdovih upada v smeri proti jugovzhodu. Bukovi gozdovi tega območja so relativno vrstno revnejši, še posebej tisti iz podzveze *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*, in se večinoma nahajajo na robu areala zveze, na severovzhodu Grčije. Zaradi tega je težko določiti primerne diagnostične in razlikovalne vrste za to zvezo. Center areala leži v predelu jugozahodne Srbije in zahodne ter osrednje Bolgarije (Slika 6).

Istočasno se na tem območju pojavlja vprašanje glede nizkega števila rastlinskih vrst, vključno s tipičnimi bukovimi vrstami (Willner in sod., 2009). S Slike 9, ki prikazuje povprečno število vrst po posameznih snopih, je razvidno, da najvišje število vrst najdemo v gozdovih zveze *Aremonio-Fagion*, najnižje pa v gozdovih zveze *Fagion moesiaca*, predvsem v Snopih 5 in 7. Za tako nizko številčnost vrst v jugovzhodnem delu proučevanega območja obstaja več možnih razlogov. Eden od teh je, da bukovi gozdovi na tem območju tvorijo zgornjo drevesno mejo (Dzwonko in Loster, 2000; Bergmeier in Dimopoulos, 2001), medtem ko tvorijo v severozahodnem delu raziskovanega območja gozdno mejo v večini primerov skoraj vedno iglasti gozdovi (*Larix decidua*, *Picea abies*). Zaradi tega na jugovzhodnem delu nad bukovimi gozdovi ni gozdnih združb in je redka

izmenjava vrst med rastlinskimi združbami omejena le na višje ležeče gorske travnike in kontaktne gozdove iz nižjih vegetacijskih pasov. Vrstni fond je zato omejen.

Drug razlog je lahko bolj kisla reakcija tal v jugovzhodnem delu raziskovanega območja (Tsiripidis in sod., 2007). Ewald (2003b) ugotavlja, da je vrstni fond srednjeevropske flore sestavljen v glavnem iz vaskularnih rastlinskih vrst, ki so omejene na zelo bazična tla in karbonatna tla. Ponuja hipotezo, da je krčenje rastnega prostora v pleistocenu povzročilo večje izumrtje kisloljubnih kot pa kalcifilnih vrst. Kisla tla so bila v času, ko so bila refugijalna območja skrčena na minimum, zelo redka. Tudi Willner in sod. (2009) so ugotovili, da je bil prispevek kisloljubnih bukovih gozdov k številčnosti tipičnih vrst bukovih gozdov le majhen ter da je raznolikost talnih tipov šibek pokazatelj števila teh vrst. Njihova raziskava je pokazala, da je najmočnejši napovedovalec (ang.: *predictor*) vrstne pestrosti v bukovih gozdovih razdalja do najbližjega potencialnega refugija bukovih gozdov. Na podlagi naše analize smo ugotovili, da ima Snop 6 najvišjo vrstno pestrost na jugovzhodnem delu območja. Na podlagi njihovih in naših ugotovitev lahko na ta način potrdimo enega od potencialnih refugijev v jugozahodni Bolgariji, ki jih predlagajo Magri in sod. (2006).

Sintaksonomija naj bi odražala glavne dejavnike, ki razlikujejo vegetacijske tipe. Regionalno definirane enote odražajo makroklimatske vzorce, medtem ko lokalno definirane vegetacijske skupine ponavadi odražajo vzorce, ki so povezani z lokalnimi ekološkimi dejavniki. To so na primer talne lastnosti in nadmorska višina (Knollová in Chytrý, 2004). Odkrili smo, da je vpliv različnih klimatskih tipov in (fito)geografska lega na Balkanskem polotoku zelo pomemben dejavnik pri razlikovanju med obema glavnima zvezama gozdov.

Z raziskavo smo potrdili tudi, da so ekološki dejavniki osnova za nadaljnjo delitev (Slika 3), kar se odraža v regionalno definiranih enotah – podzvezah. Ugotovili smo, da je reakcija tal v našem primeru neznačilen dejavnik za diferenciacijo vegetacijskih tipov mezofilnih bukovih gozdov, kar se ujema z ugotovitvami Di Pietra (2009). Ugotovil je, da se je vloga pH tal, ki služi za razlikovanje bazifilnih bukovih gozdov (*Fagion* s.lat., *Fagetalia*) od kisloljubnih (*Luzulo-Fagion*, *Quercetalia roburi-petraeae*), v Apeninih izkazala za neustrezno.

V mnogih študijah (Willner, 2002; Tzonev in sod., 2006; Tsiripidis in sod., 2007) se pojavlja vprašanje glede prevladujočih vplivov na vegetacijo; ekoloških nad makroekološkimi ter fitogeografskimi gradienti in obratno. Žal so te študije narejene na severnem in južnem robu našega proučevanega območja in ne obsegajo celotne diverzitete balkanskih bukovih gozdov. Že bežen pogled na sintaksonomsko razdelitev na ločenem lokalnem nivoju v preteklosti kaže na delitev na osnovi različnih kriterijev. Marinček in sod. (1993) so razvrščali bukove gozdove na podlagi ekoloških razmer, vendar v okviru geografsko ločene zveze *Aremonio-Fagion*. Tzonev in sod. (2006) so ugotovili, da bukove gozdne združbe v Bolgariji ne kažejo nikakršnih posebnih vzorcev geografskega razlikovanja in sledijo talnim in lokalnim topoklimatskim dejavnikom. Razlog za takšne rezultate je po našem mnenju relativno majhno preučevano območje. Močno fitogeografsko razlikovanje vzdolž gradiента sever-jug za bukove gozdove v južni Srbiji, Makedoniji in severni in osrednji Grčiji pa so ugotovili Dzwonko in sod. (1999) ter Dzwonko in Loster (2000). Ta ugotovitev je skladna z našimi rezultati, čeprav sta Dzwonko in Loster (2000) zanemarila obstoj refugijev bukovih gozdov na južnem Balkanu in uvrstila vse združbe bukovih gozdov (razen kislotljubnih) v zvezo *Aremonio-Fagion*.

## 5.2 VPLIV EKOLOŠKIH GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST V GOZDOVIH RAZREDA *QUERCO-FAGETEA* V SLOVENIJI

Trend korelacije med povprečno nadmorsko višino pojavljanja posameznih rastlinskih vrst in stopnjo specializiranosti vrst kaže, da se habitatni specialisti v Sloveniji, v gozdovih razreda *Querco-Fagetea*, večinoma pojavljajo na višjih nadmorskih višinah. Če želimo povezati vse rezultate, ki smo jih dobili, npr. za habitatne specialiste, lahko na videz opazimo med njimi določeno neskladje: izkazalo se je, da so hamefiti in geofiti bolj kot ne habitatni specialisti in da cvetijo relativno zgodaj. To nikakor ni značilno za rastline, ki uspevajo na višjih nadmorskih višinah. Nadalje smo ugotovili, da specialisti uspevajo na rastiščih z relativno manjšim deležem svetlobe ter na relativno vlažnejših in hladnejših rastiščih. Vlažnejša in hladnejša rastišča so značilna za višje nadmorske višine. Obenem so se za habitatne specialiste pokazala ustrezna tudi s hrани bogata rastišča, ki tudi niso značilna za take nadmorske višine.

Najbolje si to navidezno neskladje lahko razložimo s pomočjo Slike 13. Vidimo, da specialiste lahko razdelimo v dve skupini: prve na vrste, ki uspevajo na najvišjih nadmorskih višinah, in druge na vrste z nižjih nadmorskih višin. Vrste – specialisti iz najvišjih nadmorskih višin (med 600 in 1.400 m.n.v.) – so na splošno vrste, ki uspevajo v altimontanskem in subalpinskem pasu (*Aster bellidiastrum*, *Carex ferruginea*, *Rhododendron hirsutum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Clematis alpina*, *Lonicera nigra* ...). Veliko teh vrst pride po vsej verjetnosti v proučevane gozdove z alpskih travnikov in ruševja.

Habitatne specialiste, ki uspevajo na nižjih nadmorskih višinah, pa bi lahko uvrstili v tri skupine:

1. Vrste, ki jih lahko najdemo v gozdovih zveze *Tilio-Acerion* in uspevajo na vlažnih, koluvijalnih in s hrани bogatih tleh (*Polystichum setiferum*, *Lunaria rediviva*, *Asplenium scolopendrium*, *Aristolochia lutea*, *Crocus napolitanus* ...).
2. Vrste, ki se pojavljajo vzdolž predalpskih vodotokov (*Salix eleagnos*, *Alnus incana* ...).

3. Geografsko omejene vrste, ki se pojavljajo le na delu proučevanega območja (*Cardamine kitaibelii*, *Geranium nodosum*, *Acer monspessulanum* ...).

Rezultati naše raziskave kažejo, da habitatni specialisti uspevajo na rastiščih, ki so relativno bolj bogata s hranili. Do enakih zaključkov so prišli Wright in sod. (2002) ter Cunningham in sod. (1999), ki so ugotovili pozitivno povezavo med rastlinami z višjim povprečnim SLA in visoko stopnjo razpoložljivosti tal s hranili.

Našo hipotezo, ki predvideva, da habitatni specialisti večinoma uspevajo v gozdovih na ekstremnih rastiščih, lahko potrdimo le delno. Med ekstremna rastišča lahko štejemo samo alpski svet in območja ob predalpskih vodotokih. Morda bi bilo bolje uporabiti drugačno terminologijo za taka rastišča, kot so jo uporabili npr. Thompson in sod. (1998), ki so zaznali specialiste v glavnem omejene na "neobičajnih" (ang.: *uncommon*) rastiščih, predvsem na mokriščih. Fridley in sod. (2007) so ugotovili, da so specialisti povezani s stresnimi ali redkimi (ang.: *unusual*) okoljskimi pogoji, kot so na primer dolgo trajajoče poplave, visoka pogostnost požarov in izjemno hladna ali suha klima. Njihova raziskava je bila narejena v Združenih državah Amerike, vendar so tudi na našem območju raziskave podobna rastišča "rezervirana" za habitatne specialiste. Podobne rezultate raziskave so objavili tudi Boulangeat in sod. (2012). Na področju Alp v Franciji so na področju s širokim višinskim in ekološkim razponom našli habitatne specialiste predvsem v specifičnih in neprijaznih okoljih, kot so na primer hladni alpski habitati, vresišča in mokrišča.

Kot že omenjeno, smo našli rastlinske vrste z najožjimi širinami niš na obeh straneh višinskega gradienta. Tudi Thompson in sod. (1998) trdijo, da se specialisti pojavljajo med drugim tudi na višjih nadmorskih višinah. Do enakih rezultatov so prišli Boulangeat in sod. (2012). Tudi oni so dokazali, da se take vrste običajno pojavljajo na robovih okoljskih gradientov (npr. alpski travniki na najvišjih nadmorskih višinah). Ravno nasprotno trdijo Klugge in Kessler (2011), vendar pa je pri tem potrebno upoštevati dejstvo, da so preučevali praproti na Costa Rici. Ugotovili so, da širine ekoloških niš vrst do neke mere naraščajo z večanjem nadmorske višine. Menijo, da naraščanje širin ekoloških niš vrst ni posledica zmanjšane medvrstne kompeticije, saj je bila vrstna pestrost tudi na najnižjih nadmorskih višinah relativno nižja od najvišje, ki je bila ugotovljena na sredini višinskega

gradiента. Med praprotmi na najnižjih nadmorskih višinah niso ugotovili povečane širine niš. Širjenje ekoloških niš vrst povezujejo z odkritji Stevensa (1992), ki trdi, da bolj stresne razmere v okolju omejujejo prilagodljivost vrste na ožanje niše. Ti rezultati niso v skladu z ugotovitvami, ki jih navajajo Boulangeat in sod. (2012). Ugotovili so, da so stres-tolerantne (S) in stres-tolerantne kompetitorske (CS) vrste bolj specializirane. Naša raziskava vpliva ekoloških gradientov na širino ekoloških niš rastlinskih vrst ni pokazala statistično značilnih razlik med tipi strategij generalistov in specialistov. Vzrok lahko iščemo v izbiri proučevanega vegetacijskega tipa. Predmet naše raziskave je bil samo gozd, Boulangeat in sod. (2012) pa so analizirali širok nabor habitatov, vključno z gozdom.

Thompson in sod. (1998) so ugotovili, da je ocena širine realizirane ekološke niše vrste (izražene kot razpon habitatov, ki jih neka vrsta poseljuje), najboljši pokazatelj geografskega obsega uspevanja določene vrste (merilo redkosti). Tudi Fridley in sod. (2007) ugotavljajo, da so generalisti ponavadi vrste s širokim geografskim obsegom uspevanja. Ravno tako primerjava med specializacijo in geografsko razširjenostjo vrst (Boulangeat in sod., 2012) kaže na to, da so generalisti ponavadi široko razširjeni, medtem ko so specialisti geografsko (prostorsko) bolj omejeni. Z našo raziskavo lahko potrdimo njihove rezultate. Vrste, ki uspevajo v več habitatih ali pa jih najdemo v več sintaksonomskih razredih, so se tudi v naši raziskavi izkazali kot habitatni generalisti. Če že omenjamo generaliste: ugotovili smo, da habitatni generalisti gozdov razreda *Querco-Fagetea* pri nas uspevajo na tleh, ki so relativno revna s hrانili, relativno suha in imajo boljše svetlobne razmere. Večinoma

- so makrofanerofiti – drevesne vrste (*Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Quercus petraea*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica* ...);
- uspevajo v svetlih listopadnih gozdovih (*Molinia arundinacea*, *Viola hirta*, *Veronica officinalis* ...);
- v gozdove lahko prihajajo s travnikov, grmišč ali pa ruderalnih rastišč (*Galium mollugo*, *Dactylis glomerata* agg., *Melampyrum pratense*, *Frangula alnus*, *Potentilla erecta*, *Genista tinctoria* ...).

Pri tem moramo upoštevati, da nekateri avtorji pogosto ne ločijo ozkosorodnih in morfološko zelo podobnih vrst *Dactylis glomerata*, *D. polygama* in *D. slovenica*, ki jih zato obravnavamo kot agregat *Dactylis glomerata* agg. (Jogan, 2007).

### 5.3 VPLIV GEOGRAFSKEGA GRADIENTA NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST V BUKOVIH GOZDOVIH EVROPE

V tem delu raziskave smo ugotavljali stopnjo habitatnega specializma/generalizma rastlinskih vrst v bukovih gozdovih na geografskem gradientu od Sredozemlja do Severnega morja. Analizirali smo nabor podatkov za celoten geografski gradient, naknadno pa tudi za njegove tri posamezne dele. Namen analize treh ločenih območij na približno 2.300 km dolgem geografskem gradientu je bil preveriti postavljeno hipotezo, da se na različnih delih gradienta v vlogi specialistov ali generalistov pojavljajo različne vrste. V vseh štirih primerih smo s pomočjo računalniškega algoritma, ki temelji na sopojavljanju vrst, za posamezne rastlinske vrste izračunali indeks stopnje specializacije *theta*. To nam je omogočilo, da smo določili habitatne specialiste in generaliste ter jih nato rangirali na gradientu specialist-generalist.

Rezultati kažejo, da sodijo med najizrazitejše habitatne specialiste na celotnem gradientu rastlinske vrste, ki so vezane na bukove gozdove predvsem na najvišjih nadmorskih višinah (*Valeriana saxatilis*, *Luzula nivea*, *Rhododendron hirsutum*, *Clematis alpina*, *Carex ferruginea* idr.), z izjemo vrste *Ruscus aculeatus*, ki je submontanska in eurimediteranska vrsta. Habitatni generalisti pa so predvsem vrste, ki imajo evrosibirsko, borealno in kosmopolitsko razširjenost. To kaže na to, da imajo vrste, ki imajo široko razširjenost, tudi široke ekološke niše.

Hipotezo, da se na različnih območjih gradienta kot habitatni specialisti in generalisti pojavljajo različne vrste, lahko s primerjavo petnjstih najizrazitejših specialistov in generalistov potrdimo le za habitatne specialiste. Na južnem delu gradienta so se kot najizrazitejši habitatni specialisti izkazale vrste, ki uspevajo le na južnem območju gradienta (npr. *Cyclamen hederifolium* in *Lathyrus laxiflorus*), ali pa so to vrste, ki se na primer v Sloveniji pojavljajo kot generalisti (*Picea abies*) in zmerni generalisti (*Primula vulgaris*, *Paris quadrifolia*, *Lonicera xylosteum*). Te vrste, ki so široko razširjene v osrednjem in severnem delu Evrope, so na jugu vezane na bolj vlažne habitate.

V Sloveniji, ki jo v naši raziskavi smatramo kot osrednje območje na geografskem gradientu in je bilo v preteklosti tudi območje poledenitvenih refugijev bukve (Magri in

sod. 2006; Brus, 2010), se kot habitatni specialisti odzivajo rastlinske vrste, ki so vezane na bukove gozdove v bolj ekstremnih razmerah na višjih nadmorskih višinah, ali pa so vrste alpskih travnišč, kamnitih sten in ruševja (npr. *Aster bellidiastrum*, *Luzula nivea*, *Rhododendron hirsutum*, *Phyteuma scheuchzeri*, *Clematis alpina*, *Paederota lutea*) ali pa v kako drugače ekološko ekstremnejših habitatih, kjer bukovi gozdovi še vedno lahko uspevajo (*Vaccinium vitis-idaea* in *Huperzia selago* na izrazito kislih rastiščih ter *Erica herbacea* na termofilnih rastiščih). Bolj kot ne so to vrste, ki uspevajo v ruševju. Do podobnih zaključkov glede povezave med manj običajnimi rastišči in visoko stopnjo specializacije rastlinskih vrst so prišli tudi Thompson in sod. (1998) ter Boulangeat in sod. (2012), ki smo jih omenili že pri razpravi vpliva ekoloških gradientov na širino ekoloških niš vrst v listopadnih gozdovih razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji.

Na severnem delu gradienta, ki obsega območje severne Nemčije in skandinavskih držav, so nekateri najizrazitejši specialisti v bukovih gozdovih vezani na vlažnejša rastišča (npr. *Ranunculus lanuginosus*, *Stellaria nemorum*, *Anemone ranunculoides*, *Ranunculus ficaria*, *Aegopodium podagraria*). To ugotovitev dobro podpirajo tudi rezultati v Pregl. 15, kjer je vidna močna korelacija med višanjem stopnje specializacije in ekološkimi potrebami rastlinskih vrst po vlažnosti tal. Predvsem pa je večina vrst tega dela gradienta horološko uvrščena med evropske, evropsko-kavkaške in evroazijske vrste (Pregl. 8), kar ni značilno za najizrazitejše habitatne specialiste na drugih delih gradienta.

Ugotovili smo, da imajo na različnih delih gradienta rastlinske vrste različne funkcionalne znake in ekološke potrebe, ki jih opredeljujejo za habitatne specialiste ali generaliste. Za lažji pregled v Pregl. 19 predstavljamo funkcionalne znake in EIV, ki značilno opredeljujejo habitatne generaliste. Žal so primerljive raziskave vrst in njihovih funkcionalnih znakov na širšem geografskem gradientu redke. Še posebej za gozdove, kar so pred nami ugotovili že Diekmann in sod. (1999).

Funkcionalen znak *vsebnost suhe snovi v listih* (LDMC) statistično značilno razlikuje habitatne generaliste in specialiste v bukovih gozdovih na celotnem gradientu ter na njegovem južnem in severnem delu. V vseh primerih je njegova soodvisnost s stopnjo specializacije pozitivna, kar pomeni, da imajo listi rastlin habitatnih generalistov višjo

vsebnost suhe snovi, kar pomeni večje razmerje med težo suhega in svežega lista. Z LDMC je povezan tudi znak *specifična listna površina lista* (SLA), ki se v naši raziskavi ni pokazal za statistično različnega med habitatnimi specialisti in generalisti. Je pa po mnenju Weiherja in sod. (1999) zelo pomemben znak pri raziskavah vegetacijskih modelov na širšem geografskem območju. Raziskave v kontroliranem okolju nakazujejo na to, da znaka SLA in LDMC igrata pomembno vlogo pri pojasnjevanju relativne rasti in ekološkega obnašanja rastlin (Garnier in sod., 2001). Poorter in de Jong (1999) ugotavlja, da je za ta dva funkcionalna znaka značilno izključevanje funkcionalnih znakov (ang.: *trade-off*) med hitro produkcijo biomase (vrste z visokim SLA imajo nizek LDMC) ter uspešnim shranjevanjem hrani (vrste z nizkim SLA imajo visoke vrednosti LDMC). V bistvu je nemogoče biti odličen v vseh lastnostih hkrati. Višina rastlinskih vrst je enostaven znak, ki pa je izrazito funkcionalen (Weiher in sod., 1999; Grime, 2002), saj je povezan s kompeticijsko, pa tudi z regeneracijsko sposobnostjo. Ni presenetljivo, da so na celotnem geografskem gradientu makrofanerofiti (drevesa) in rastline z najvišjimi višinami krošenj habitatni generalisti.

Pomembna sposobnost rastline za njen obstoj in širitev je med drugim tudi njena sposobnost proizvajanja semen in širjenja z njimi. Razširjanje semena v prostoru bi lahko merili kot povprečno razdaljo širjenja semena v okolje (Willson, 1993), ali pa z opisom razširitvenih razdalj, vendar je to za večino vrst praktično nemogoče. Lažje merljivi funkcionalni znaki semen so: *teža semena, oblika semena* ter *maksimalna hitrost padanja semena*. Vsi našteti funkcionalni znaki so nekako v povezavi z njihovimi razširitvenimi sposobnostmi. Primer so majhna semena, ki so povezana z veliko produkcijo (r-strategi), semena, ki se razširjajo z vetrom, pa so navadno lažja. Vendar pa so povezave med obliko semena in njihovimi načini širjenja kompleksni in jih težko poenostavljamo (Hughes in sod., 1994). V našem primeru se je le na severnem delu geografskega gradianta velikost semena izkazala za funkcionalen znak, ki je statistično značilno različen za habitatne specialiste in generaliste. Tako višina kot tudi dolžina semena je v pozitivni soodvisnosti s stopnjo specializacije, kar pomeni, da imajo habitatni generalisti daljša in širša semena. Le na južnem delu geografskega gradianta pa se je funkcionalni znak *maksimalna hitrost padanja semena* izkazal v statistično značilni negativni soodvisnosti s stopnjo vrstne

specializacije in kaže na to, da imajo semena habitatnih generalistov nižje vrednosti maksimalne hitrosti padanja.

Preglednica 19: Seznam funkcionalnih znakov in EIV za rastline, ki so statistično značilno različni med habitatnimi specialisti in generalisti. Lastnosti so podane za celoten gradient in njegove posamezne dele. Legenda: + = pozitivna soodvisnost, - = negativna soodvisnost.

Table 19: List of functional traits and EIV for species, which are significantly differen between habitat specialists and generalists in the whole geographic gardinet and its parts. (+ = positive correlation, - = negative correlation).

CELOTEN GEO. GRAD.	generalist	JUŽNI DEL	generalist	OSREDNJI DEL (SLO)	generalist	SEVERNI DEL	generalist
LDMC	+	LDMC Max. hitrost padanja semena	+	Višina krošnje	+	LDMC	+
Višina krošnje Št. naseljenih flor. območij	+	Vlažnost (EIV)	-	Hranila (EIV)	+	Višina krošnje	+
Življ. oblika	makrofanerofit	Hranila (EIV)	-	Kontinent. (EIV)	-	Dolžina semena	+
Prenašalec peloda	veter	pH (EIV)	-	pH (EIV)	-	Višina semena	+
Višinski pas	montanska vrsta					Vlažnost (EIV)	-
Oceanskost	šibka oceanska v.					Hranila (EIV)	-
						pH (EIV)	-

Statistično značilne razlike med habitatnimi specialisti in generalisti so močno izražene v primeru ekoloških indikatorskih vrednosti (EIV) (Pegl. 19). Če se osredotočimo le na EIV za reakcijo tal in hranila, lahko vidimo, da je vzorec soodvisnosti med EIV za reakcijo tal na vseh treh delih gradiента enoten in kaže na to, da so vrste – habitatni generalisti – statistično značilno vezani na bolj kisla tla. V primeru EIV za hranila pa ni enotnega vzorca pojavljanja habitatnih generalistov. Habitatni generalisti v Sloveniji (osrednji del geografskega gradiента) so značilno navezani na bogata tla, medtem ko se generalisti na obeh skrajnih delih geografskega gradienta pojavljajo večinoma na tleh, ki so s hranili siromašna. Poudariti je treba, da je Lawesson (2003) ugotovil močno soodvisnost med Ellenbergovimi indikatorskimi vrednostmi in merjenimi pH vrednostmi, kar daje naši in njegovi raziskavi, ki sta oprti tudi na floristične indikatorske vrednosti, dodaten pomen pri zanesljivosti rezultatov. Lawesson in Oksanen (2002), ki sta preučevala širine ekoloških niš drevesnih vrst v danskih gozdovih, sta ugotovila, da imajo najširše ekološke niše prav vrste, kot so: *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* in *Quercus robur*. Ugotovila sta, da so omenjena drevesa zgodnjesukcesijske vrste, ki se pojavljajo na motenih rastiščih v različnih in spremenjajočih se okoljih, kot so na primer vrzeli, gozdni robovi, travnišča in vresišča. Njuni

rezultati se do določene mere ujemajo z našimi, saj smo ugotovili, da se habitatni generalisti na severnem delu geografskega gradienta pojavljajo na svetlih in s hranili revnimi rastišči. Za bukev sta ugotovila, da je zmeren generalist (v okviru vseh gozdov) in po vsej verjetnosti je uspešnost posledica njene sencovzdržnosti in juvenilne rasti s pomočjo stranskih poganjkov, ki lahko prestrežejo dodatno svetlobo.

Raziskava je pokazala, da se vrstna sestava habitatnih specialistov in generalistov na različnih delih geografskega gradienta močno razlikuje. Jasno je, da se večina vrst zaradi izrazitih makroklimatskih razlik med severom in jugom ne more izraziti kot habitatni generalist na celotnem geografskem gradientu. Bukev kot najbolj izrazit habitatni generalist je v našem primeru zaradi strukture podatkovnega niza, ki je zajel le bukove gozdove, seveda izjema. Ugotovili pa smo, da se 30 od preučevanih 372-ih vrst pojavlja na vseh treh delih geografskega gradienta (Pregl. 18). Še posebej zanimivo je, da so njihove ekološke niše na različnih delih gradienta različno široke. Ker so indeksi *theta* relativne vrednosti, smo zaradi možnosti primerjave istih vrst in njihovih vrednosti *theta* na različnih delih gradienta vsem vrstam izračunali še rang glede na pojavljanje vrste v posameznem naboru posameznega dela območja. Rang kaže na pozicijo rastlinske vrste na gradientu habitatni generalist-specialist (Priloge 5, 6, 7). Nižji kot je rang vrste, bolj je vrsta znotraj niza specializirana. Vzemimo za primer smreko (*Picea abies*). Na južnem delu gradienta je izrazit habitatni specialist (rang = 0,06), v Sloveniji (rang = 0,96) je izrazit habitatni generalist, na severnem delu (rang = 0,75) pa je smreka zmeren habitatni generalist. Vrsti *Circea lutetiana* se na primer ekološka niša proti severu oži. Glede vzrokov ožanja oz. širjenja ekoloških niš obstajajo različna mnenja in raziskave. Diekmann in Lawesson (1999), ki sta proučevala širine ekoloških niš zeliščnih vrst gozdov na transektu od severa srednje Evrope do severne Evrope, trdita, da spremembe širine ekoloških niš povzroča tekmovalnost med vrstami – na severu je nabor vrst v listopadnih gozdovih relativno majhen in to naj bi bil vzrok za manjšo kompeticijo med vrstami ter posledično za širitev ekološke amplitude posameznih rastlin. Pojav je znan pod imenom sprostitev tekmovalnosti (ang.: *competitive release*) (Begon in sod., 1990). Tudi Lawesson in Oksanen (2002) trdita, da se z zviševanjem vrstne pestrosti realizirane ekološke niše vrst ožajo. MacArthurjeva teorija (MacArthur, 1972) predvideva, da so širine ekoloških niš vrst omejene z velikostjo vrstnega nabora – večje kot je število vrst, bolj je ekološko obnašanje vrst omejeno s

kompeticijo z drugimi ekološko podobnimi vrstami, s tem pa se realizirana ekološka niša oža. Manthey in sod. (2011) trdijo nasprotno. Ugotovili so, da imajo drevesne vrste v ekološko podobnih razmerah, a vrstno pestrejšem območju širše ekološke niše, kot primerljivi gozdovi z manjšim naborom vrst. Trdijo, da je porazdelitev rastlinskih vrst v glavnem odvisna od okoljskih dejavnikov. Biotski pritiski, ki se kažejo v tekmovalnosti med ekološko podobnimi vrstami, pa igrajo relativno majhno vlogo pri sposobnosti vrst, da izoblikujejo odrasle osebke v različnih habitatnih tipih. Z našo raziskavo te teorije nismo načrtno preverjali, vendar rezultati kažejo, da imajo vrste v bukovih gozdovih na jugu gradienta širše ekološke niše (vrednosti indeksa specializacije  $\theta$  4,736–8,883) (Priloga 5), kljub temu da je vrstna pestrost večja od tiste na severu, kjer imajo vrste ožje ekološke niše (vrednosti indeksa specializacije  $\theta$  4,052–6,914) (Priloga 7). Seveda območji zaradi fitogeografskih razlik nista primerljivi in naših rezultatov ne moremo primerjati z njihovimi. Je pa lahko dokaz več, da makroekološki dejavniki vplivajo na širino ekoloških niš rastlinskih vrst.

Hipotezo, da se na različnih območjih gradienta kot habitatni generalisti pojavljajo različne vrste, lahko potrdimo le delno. Če pogledamo seznam petnajstih najizrazitejših generalistov (Pegl. 7 in 8), lahko vidimo, da se vrste – habitatni generalisti – na različnih delih gradienta razlikujejo. Vseeno pa je nekaj takih, ki so se za habitatne generaliste izkazale v vsaj dveh območjih geografskega gradienta hkrati. Vrsti *Luzula luzuloides* in *Hieracium murorum* sta habitatna generalista tako na južnem kot tudi na osrednjem delu gradienta. Vrsti *Pteridium aquilinum* in *Melampyrum pratense* pa se kot najizrazitejša habitatna generalista pojavljata v bukovih gozdovih v Sloveniji in na severnem delu geografskega gradienta. Rezultati kažejo na to, da so habitatni generalisti na različnih delih gradienta veliko bolj homogena skupina rastlin. Presenetljivo je, da je veliko habitatnih generalistov na vseh treh delih gradienta kisloljubnih (npr. *Luzula luzuloides*, *Hieracium murorum*, *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum pratense*, *Pteridium aquilinum*, *Picea abies*, *Sorbus aucuparia*). Morda so to vrste, ki so bile bolj prilagojene na hladnejšo klimo in so se v pozinem glacialsu širile skupaj z borom in se nato prilagodile na bukove gozdove. Glede na naše raziskave se te vrste pojavljajo tako v kislih kot tudi v baziflnih bukovih gozdovih. Naša hipoteza, ki se nanaša na širine ekoloških niš v bukovih gozdovih, je bila, da so generalisti v bukovih gozdovih vrste, ki so preživele poledenitev skupaj z bukvijo in so se

nato iz refugijev skupaj z njo širile v srednjo, severno in južno Evropo, medtem ko naj bi se specialisti pojavljali v bukovih gozdovih predvsem tam, kjer so posebne rastiščne razmere.

V bistvu hipoteze ne moremo niti potrditi niti zavrniti. Različni raziskovalci (Bennet in sod. 1991; Willis, 1994; Willner in sod. 2009; Brus, 2010) so prepričani, da so različne izolirane populacije bukovih gozdov preživele poledenitve v številnih manjših območjih jugovzhodnih Alp in severozahodnih Dinaridov, kjer so se izoblikovale različne bukove združbe. Po mnenju Brusa (2010) naj bi bile vrstno revne in zagotovo drugačne od trenutnih. Vendar pa so vsebovale ilirske vrste. Nobena od teh vrst, ki smo jih ugotovili kot habitatne generaliste na celotnem geografskem gradientu, ni ilirska vrsta in po eni strani bi lahko hipotezo celo zavrnili, saj je Brus (2010) prišel do zaključka, da je bila migracija bukve v zgodnjem holocenu zelo hitra in večinoma vedno hitrejša od migracije pritalne vegetacije. Dopuščamo pa možnost, da je katera od vrst, ki se je izkazala v naši analizi za habitatnega generalista, z bukvijo preživila poledenitev ter se kasneje širila skupaj z njo, vendar tega ne moremo potrditi. Morda je to katera od tridesetih vrst, ki se pojavljajo na vseh treh delih geografskega gradienca in imajo široke ekološke niše na vsaj enim delu geografskega gradienca (Pregl. 18). V tem pogledu pridejo v poštev vrste *Viola reichenbachiana*, *Cardamine bulbifera* in *Athyrium filix-femina*. Zato se bolj nagibamo k ideji, da so se skupaj s ponovnim širjenjem bukve proti severu in jugu uveljavile vrste, ki so bile najbolje prilagojene na klimatske in talne razmere, oz. so morda tam obstajale že pred prihodom bukve. Ilirske vrste, ki so po vsej verjetnosti sledile ekspanziji bukve, pa so se uveljavile predvsem v območjih, ki so jih dosegle in v katerem so bile še vedno konkurenčne ekološko podobnim vrstam tistih območij. Južna Francija, vzhodne Alpe (Slovenija) in morebiti tudi južna Moravska in južna Češka so po mnenju Magrijeve in sod. (2006) območja najsevernejših refugijev bukve, iz katerih se je bukev (in druge drevesne vrste) širila v južno, srednjo in severno Evropo. Populacije bukve, ki so preživele poledenitev v mediteranskem območju, se v srednjo Evropo niso širile. Predvidevamo, da večina vrstnega fonda pritalne vegetacije bukovih gozdov na južnem delu opazovanega geografskega gradienca izhaja iz južnih poledenitvenih refugijev različnih drevesnih vrst. Borealne vrste pa so po mnenju mnogih avtorjev (Stewart in Lister, 2001; Willis in van Andel, 2004; Cheddadi, 2006) preživele poledenitve v refugijih v srednji in vzhodni Evropi, od koder so kasneje rekolonizirale severno Evropo.

Vrst bukovih gozdov, ki so jih določili Willner in sod. (2009), je na celotnem geografskem gradientu relativno malo. Ugotovili smo, da jih je komaj 30 od skupno 373 vrst, ki se na celotnem geografskem gradientu pojavljajo v več kot 100 popisih, kar je približno 8 % vseh vrst (Pregl. 18). V Pregl. 7 lahko vidimo, da med 15 najizrazitejšimi generalisti, ki smo jih ugotovili za celoten geografski gradient, ni niti ene vrste bukovih gozdov. Na posameznih delih gradienta nam analiza prvih 30 % vrst z najvišjim indeksom specializacije, ki jih lahko štejemo za generaliste (Priloge 5, 6 in 7), kaže na to, da je na južnem delu gradienta med generalisti 30,3 % vrst bukovih gozdov, v Sloveniji 43,7 % in na severnem delu gradienta le 14,7 %. Menimo, da je vpliv edafskih dejavnikov tako močan, da so vrste bukovih gozdov, ki so večinoma bazifilne vrste (Willner in sod., 2009), v teh razmerah nekonkurenčne. Ugotavljam, da vse vrste bukovih gozdov, ki jih navajajo Willner in sod. (2009), nikakor niso vrste, ki so skupaj z bukvijo preživele poledenitev, temveč so tam obstajale že od prej in se je njihova razširjenost v bukovih gozdovih, predvsem na severnem delu geografskega gradienta, izoblikovala kasneje. Vprašanje je, zakaj so med vrstami bukovih gozdov predvsem bazifilne vrste. Še enkrat lahko uporabimo ugotovitve Ewalda (2003b), da so poledenitve povzročile krčenje območja uspevanja gozdov in so s tem povzročile izumrtje več acidofilnih kot pa bazifilnih vrst, saj so bila v času, ko so bili refugiji najmanjši, kisla tla bolj redka. Njegova druga ugotovitev oz. hipoteza, ki se v bistvu navezuje na prvo, pa predvideva, da je sedanji vzorec pojavitv rastlinske raznolikosti rezultat ekološkega zdrsa (ang.: *ecological drift*), ki ga je v preteklosti povzročilo ozko grlo pri ponovni širitvi kisloljubnih rastlin.

Willner in sod. (2009) dokazujejo, da je za vrstno pestrost v bukovih gozdovih najmočnejši napovedovalec (ang.: *predictor*) razdalja od najbližjega potencialnega refugija, medtem ko višinski razpon in pestrost tal nimata nič ali pa zelo majhno napovedno vrednost. V svoji raziskavi so uporabili le nabor diagnostičnih vrst bukovih gozdov, ki so jih poimenovali vrste bukovih gozdov. Z našo raziskavo lahko potrdimo njihove ugotovitve glede soodvisnosti med številčnostjo vrst bukovih gozdov (Slika 27 a) in oddaljenostjo od potencialnih refugijev bukovih gozdov. Willner in sod. (2009) so za raziskavo uporabili le diagnostične vrste bukovih gozdov. Dejstvo, da smo mi uporabili originalne vegetacijske popise s celotnim naborom vrst, daje naši raziskavi določeno večjo vrednost. Njihove ugotovitve lahko še dopolnimo: ne le številčnost vrst bukovih gozdov, temveč tudi

številčnost vseh vrst upada z oddaljenostjo od potencialnih refugijev (Slika 27 b). Pri tem pa moramo opozoriti, da popisnih ploskev nismo mogli standardizirati, ker vsi popisi podatka o velikosti popisne ploskve niso vsebovali. Ugotovitev Willnerja in sod. (2009) glede majhne napovednosti višinskega razpona in pestrosti tal na vrstno diverziteto ne moremo komentirati iz lastnih rezultatov, ker teh parametrov nismo imeli na voljo. Lahko pa se navežemo na ugotovitve nekaterih avtorjev, ki so prišli do drugačnih rezultatov. Härdtle in sod. (2003, 2005) ter Gálhidi in sod. (2006) navajajo dve ugotovitvi: da številčnost vrst v bukovih gozdovih na splošno narašča s pH-jem tal ter da ima naraščanje svetlobe v bukovih sestojih na kislih rastiščih močnejši vpliv na število vrst kot na bazičnih tleh.

Z raziskavo smo potrdili, da je vrstna pestrost v bukovih gozdovih najvišja ravno na območju jugovzhodnih Alp in sosednjih območij (Slika 26a). Enako potrjuje tudi raziskava Willnerja in sod. (2009). Na širšem območju raziskave so poleg najvišje vrstne pestrosti v bukovih gozdovih na območju jugovzhodnih Alp ugotovili tudi relativno visoko vrstno pestrost na območju Španije, južnih Apeninov, Karpatov in Grčije. Naša raziskava potrjuje sekundarni maksimum na območju Grčije, poleg tega pa smo zaznali sekundarni maksimum na na območju okrog  $54^{\circ}$  geografske širine na našem gradientu, ki sovpada z območjem najsevernejšega dela Nemčije (Slika 26 a). Za ta porast vrstne pestrosti na tem delu nimamo razlage.

V preteklosti so se območja bukovih gozdov zaradi drastičnih sprememb klime večkrat skrčila in razširila (Magri in sod., 2006). Ugotavljamo, da so se morale rastlinske vrste v bukovih gozdovih v času njenega širjenja iz refugijev v prvi vrsti prilagoditi na razmere, ki so povezane z makroklimatskimi razmerami in se na geografskem gradientu od juga proti severu Evrope drastično spreminja. Na jugu je mediteranska klima z visokimi poletnimi temperaturami in relativno majhno količino padavin, naprej proti severu narašča vpliv kontinentalne klime z značilnim močnim letnim in dnevnim spremenjanjem zračne temperature ter visokimi poletnimi in nizkimi zimskimi temperaturami ter relativno obilnimi poletnimi padavinami. Na severnem delu pa je uspevanje bukve omejeno s klimo, za katero so značilne nizke zimske in poletne temperature, pozne spomladanske pozebe, spomladanske in poletne suše ter posledično kratka vegetacijska doba (Henriksen, 1988 – v

švedskem jeziku, cit. po Diekmann in sod., 1999). Rastlinske vrste so morale biti prilagojene tudi na različne ekološke razmere ter istočasno na konkurenčne vrste, s katerimi se soprojavljajo.

Zagotovo pa so bile najbolj uspešne pri širjenju tiste rastlinske vrste, ki so bile skupaj z bukvijo na dane razmere kar najbolje prilagojene. Ali pa so se morale obstoječe vrste, ki so prišle v stik z bukvijo, prilagoditi na ekološke in sestojne razmere, ki prevladujejo v bukovih gozdovih. Z raziskavo smo ugotovili, kateri funkcionalni znaki rastlin v bukovih gozdovih so tisti, s katerimi se rastline prilagodijo in si izborijo svojo ekološke nišo v bukovih gozdovih. Po našem mnenju se habitatni generalisti na določenem delu geografske širine najbolje prilagodijo nekim splošno razširjenim klimatskim in ekološkim razmeram, habitatnim specialistom pa ostanejo ekološko zahtevnejše razmere.

## 6 SKLEPI

### 6.1 GEOGRAFSKA IN EKOLOŠKA ČLENITEV BUKOVIH GOZDOV NA BALKANU

Skupaj z značilnim naraščanjem deleža nekaterih življenjskih oblik (hamefitov in terofitov) ter nekaterih horotipov (predvsem stenomediteranskih, evrimediteranskih in mediteransko-montanskih vrst) proti jugovzhodu obravnavanega območja, rezultati naše analize kažejo na to, da se bukove gozdne združbe razlikujejo na podlagi (fito)geografskih in makroklimatskih dejavnikov. Ekološki dejavniki pa imajo močnejši vpliv na vegetacijo na lokalnem nivoju.

Za bukove gozdove na jugovzhodnem delu območja ni značilna le že znana ožja višinska porazdelitev, pač pa tudi strukturne in funkcionalne razlike, ki so rezultat makroklimatskih dejavnikov in njihovega razvoja v postglacialnem obdobju.

Z raziskavo smo potrdili delitev balkanskih bukovih gozdov na dve zvezi (Rodwell in sod. 2002). Klasifikacija na nižje enote (podzveze) in status določenih gozdov predvsem nižinskih bukovih gozdov na robu obravnavanega območja, ki se razteza po Panonski nižini do severovzhodne Bolgarije, ni najbolj jasna. Po našem mnenju bodo za jasnejšo sintaksonomske uvrstitev potrebne dodatne raziskave; predvsem primerjava s srednjeevropskimi bukovimi gozdovi.

Ugotovitve Tsiripidisa in sod. (2007), da je južni del Balkanskega polotoka območje, kjer se pogledi in hipoteze glede vloge ekoloških in geografskih dejavnikov na razlikovanje vegetacije bukovih gozdov deloma dopolnjujejo, deloma pa so protislovne, lahko posplošimo na celotno območje jugovzhodne Evrope.

### 6.2 VPLIV GRADIENTOV NA ŠIRINO EKOLOŠKIH NIŠ RASTLINSKIH VRST

Kot se morajo rastline širiti na nova rastišča, se tam ustaliti, nato pa tam tudi obstati (Weiher in sod., 1999), tako je naša naloga, da prepoznamo vzorce njihovega pojavljanja in ekološkega delovanja (ang.: *ecological performance*). Gozd – objekt naše raziskave – na splošno velja za relativno stabilen ekosistem, vendar pa gospodarjenje z njim lahko

obravnavamo kot sklop manjših ponavljalajočih se motenj. Tako z vidika časa, stopnje motnje in velikosti gozdne površine (Graae in Sunde, 2000). Tudi zaradi predvidenih klimatskih sprememb lahko pričakujemo, da se bodo določeni vzorci procesov v ekosistemih spremenili. Predvsem tistim ekosistemom, ki se pojavljajo na skrajnih delih ekoloških in geografskih gradientov. Zaradi tega mora biti pri gospodarjenju z gozdovi in naravovarstvu posebna pozornost namenjena rastlinskim vrstam-specialistom in habitatom, na katere so se tekom evolucije prilagodile. Napačno bi bilo verjeti, da so vsi specialisti redke vrste. Med njimi je tudi veliko vrst s številčnim pojavljanjem, ki pa so omejene, ali pa prilagojene samo na posebne, včasih zelo ranljive ekološke razmere. S tega stališča so Colles in sod. (2009) podali zelo zanimiv predlog. Postavili so hipotezo, da nekateri specialisti morda niso posebej ogroženi zaradi okoljskih sprememb in zakaj nekateri generalisti ne zaslužijo nič večje pozornosti naravovarstvenikov kot specialisti. S hipotezo se strinjam in v ta namen izpostavljamo primer brina (*Juniperus communis*). Po mnenju Verheyena in sod. (2005) je brin v Belgiji nedvomno ogrožen. V našem primeru se je brin izkazal za habitatnega generalista in se v Sloveniji pojavlja na različnih rastiščih in habitatih. Predvsem se pojavlja zaradi nekdanje prostorske rabe, ko so v preteklosti krčili gozdove in jih spreminali v pašnike. Zaradi opuščanja pašništva v zadnjem času se te površine zaraščajo. Zaraščanje z brinom je začetni stadij te sekundarne sukcesije. V Sloveniji ga najdemo tudi kasneje, ko se začne formirati mlad gozd. Vendar je njegov fitnes zelo nizek. V našem primeru bi težko govorili o nevarnosti izumrtja (ang.: *extinction risk*) brina. Na našem območju je še veliko površin habitatnega tipa "Brinovje kot faza zaraščanja suhih travnišč" (HT 3181) (Jogan in sod., 2004), na katerih poteka sekundarna sukcesija in so zakonsko zaščiteni (COUNCIL DIRECTIVE 92/43/EEC, 1992). Za ohranitev te razvojne faze pa je nujno posebno gospodarjenje.

Dopuščamo možnost, da so rezultati naše raziskave za nekatere rastlinske vrste lahko nezanesljivi in bi morda potrebovali še več podatkov za raziskavo širin njihovih ekoloških niš. Tudi ne vemo, do katere mere na rezultate vplivajo napake vzorčnja, ki izvirajo predvsem iz dejstva, da morda nismo zajeli celotnega spektra sopojavljanja vrst.

Tudi gospodarjenje z gozdovi je v bukovih gozdovih pomemben dejavnik, ki vpliva na ekološke procese. Različni ukrepi, kot sta sečnja in sajenje vrst severneje od nas, pa

ponekod tudi golosečnja ter izsuševanje gozdnih rastišč (Aude in Lawesson, 1998), imajo na sestojno zgradbo in rastiščne razmere močan vpliv, ki posredno in neposredno vplivajo na uspevanje vrst. Po mnenju Diekmanna in sod. (1999) stalno odlaganje kislih substanc in dušika iz ozračja, ki povečuje zakisanost in evtrofikacijo gozdnih rastišč, predstavlja resno grožnjo za skandinavske bukove gozdove. Predvsem na Danskem in jugu Švedske, kjer so zabeležili precejšnje spremembe lastnosti gozdnih tal ter upadanje številčnosti nekaterih rastlinskih vrst. Vsekakor pa je težko, če ne celo nemogoče, presoditi do kakšne mere različne gozdarske prakse in drugi vplivi okolja vplivajo na širino ekoloških niš rastlinskih vrst.

Kljub naštetim pomislekom naše ugotovitve potrjujejo rezultate različnih že opravljenih raziskav o širinah ekoloških niš rastlinskih vrst. Obenem lahko ponudimo nekaj novih ugotovitev o stopnji specializma rastlinskih vrst v bukovih gozdovih. Hkrati je dodana vrednost našega dela dopolnitev poznavanja razporeditve realiziranih ekoloških niš rastlinskih vrst vzdolž različnih gradientov, sopolavljanja vrst ter njihovih značilnih funkcionalnih znakov ter navezanosti na določene ekološke razmere. Naše ugotovitve so zagotovo lahko osnova nadaljnjam raziskavam in odločitvam pri varovanju narave.

## 7 POVZETEK (SUMMARY)

### 7.1 POVZETEK

Bukev (*Fagus sylvatica*) je najbolj pogosta drevesna vrsta v zmernem pasu Evrope. Na tem območju bukovi gozdovi pokrivajo izjemno velike površine. Severna meja areala je jug Skandinavije, kjer bukovi gozdovi uspevajo tudi na morskih obalah. V srednji Evropi imajo bukovi gozdovi širok višinski razpon uspevanja, v osrednji Grčiji, ki predstavlja južno mejo areala uspevanja bukve, pa so bukovi gozdovi omejeni le na vlažne gorske predele. Bukev je subatlantska vrsta, ki najbolje uspeva na vlažnih rastiščih. Sušno in hladno kontinentalno podnebje ji ne ustreza.

Obstoj bukve v Evropi je dokazan za obdobje pred kvartarjem (pred 1,7 milijoni let), vendar pa se je njena razširjenost skozi kasnejša obdobia spremajala. Območja uspevanja listopadnih gozdov, ki predstavljajo prevladujočo naravno vegetacijo zmernega in submediteranskega dela Evrope, so se glede na klimatska nihanja ponavljajoče krčila in ponovno širila. Krčenje in širjenje je vedno sledilo ciklu ledenodobnih in poledenodobnih obdobij. Med viškom poledenitve so bili listopadni gozdovi omejeni samo na posebna območja v južni Evropi, ki jim rečemo refugiji. Ideja poledenodobne širitve bukve proti severu je dobro uveljavljena.

Čeprav so bukev in bukovi gozdovi v Evropi zelo dobro raziskani z različnih raziskovalnih vidikov, smo ugotovili, da nekateri problemi ostajajo nerešeni, oziroma jih nihče še ni raziskal. Z doktorsko disertacijo smo želeli 1.) ugotoviti glavne vegetacijske tipe mezofilnih bukovih gozdov na Balkanu in predstaviti možne interpretacije sintaksonomske uvrstitve ugotovljenih tipov bukovih gozdov; 2.) ugotoviti glavne dejavnike, ki vplivajo na razlikovanje bukovih gozdov v jugovzhodni Evropi; 3.) ugotoviti stopnjo habitatne specializacije posameznih rastlinskih vrst v bukovih gozdovih (v širšem in ožjem smislu) na ekoloških in geografskem gradientu; 4.) najti soodvisnost med habitatnim generalizmom/specializmom rastlinskih vrst, rastlinskimi funkcionalnimi znaki in ekološkimi indikatorskimi vrednostmi za posamezne vrste na določenih gradientih.

Raziskava v okviru doktorske disertacije je v grobem razdeljena na 2 raziskovalna problema. Temelj vseh opravljenih analiz so veliki podatkovni nizi fitocenoloških popisov, ki so bili narejeni po Braun-Blanquetovi metodi v bukovih gozdovih Evrope.

V primeru ugotavljanja geografskih in ekoloških dejavnikov, ki vplivajo na izoblikovanje različnih tipov mezofilnih bukovih gozdov na Balkanu, smo na podlagi 997 fitocenoloških popisov izvedli klasifikacijsko analizo in ordinacijo vegetacijskih podatkov. V analizah smo uporabili tudi živiljenjske oblike, horotipe in ekološke indikatorske vrednosti rastlin (EIV). Z raziskavo smo potrdili delitev balkanskih bukovih gozdov na dve zvezi: *Aremonio-Fagion* in *Fagion moesiaceae*. Ugotovili smo tudi nadaljnjo delitev na podzveze: *Lamio orvalae-Fagenion*, jelovo-bukovi gozdovi v okviru podzveze *Lamio orvalae-Fagenion*, *Ostryo-Fagenion*, *Saxifrago rotundifoliae-Fagenion*, *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*, *Doronico columnae-Fagenion moesiaceae*, *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*. Opisali smo novo podzvezodo *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*, kamor uvrščamo topoljubne bukove gozdove, ki so pod vplivom kontinentalne klime. Ugotavljamo, da so (fito)geografski in makroklimatski dejavniki najpomembnejši vzrok za delitev na zveze bukovih gozdov na Balkanu. Na nadaljnjo členitev na podzveze pa najbolj vplivajo lokalni ekološki dejavniki. Za bukove gozdove na jugovzhodnem delu Balkana ni značilna le že znana ožja višinska porazdelitev pojavljanja, pač pa tudi strukturne in funkcionalne razlike, ki so rezultat makroklimatskih dejavnikov in njihovega razvoja v postglacialnem obdobju. Za jasnejšo sintaksonomsko uvrstitev bukovih gozdov v Panonski nižini pa so potrebne dodatne raziskave; predvsem primerjava s srednjeevropskimi bukovimi gozdovi.

Drugi raziskovalni problem se nanaša na ugotavljanje ekoloških širin niš rastlinskih vrst v listopadnih in bukovih gozdovih, ki se nahajajo na različnih gradientih. Le-te v grobem ločimo na ekološke in geografske. Za računanje relativnih širin ekoloških niš vrst smo uporabili računalniški algoritem, ki so ga razvili Fridley in sod. (2007). Temelji na izmeri  $\beta$ -diverzitete med vrstami v rastlinskih združbah, oziroma na sopojavljanju rastlinskih vrst. Mero za relativno širino ekološke niše, oziroma stopnjo (indeks) habitatne specializacije rastlinske vrste so poimenovali *theta*. Glede na velikost indeksa *theta* lahko vrste opredelimo kot habitatne specialiste ali habitatne generaliste. Habitatni generalisti se v svojem območju po tej predpostavki sopojavljajo z velikim številom vrst, medtem ko se

habitatni specialisti z relativno manjšim. Visoka vrednost indeksa *theta* označuje habitatne generaliste, nizka vrednost pa habitatne specialiste.

Za raziskavo vplivov ekoloških gradientov na širino ekološke niše vrst smo izbrali listopadne gozdove razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji, vpliv geografskega gradienta na širine ekoloških niš pa smo ugotavljali na primeru bukovih gozdov na geografskem gradientu od Grčije do Norveške. Gradient je dolg približno 2.300 kilometrov. Naknadno smo ga zaradi medsebojnih primerjav ločili na tri ločena območja: na južni, osrednji (Slovenija) in severni del. V primeru raziskave vplivov ekoloških gradientov na širine ekoloških niš smo uporabili podatkovni niz 4.556 fitocenoloških popisov. V primeru raziskave vpliva geografskega gradienta na širino ekoloških niš vrst v bukovih gozdovih smo uporabili drug niz podatkov, ki je obsegal 16.080 fitocenoloških popisov različnih tipov bukovih gozdov. Da bi našli morebitne povezave med širinami ekoloških niš posameznih rastlinskih vrst in njihovimi funkcionalnimi znaki in tipi, smo *theta* vrednosti posameznih rastlinskih vrst korelirali z njihovimi funkcionalnimi znaki ter ekološkimi in razširitvenimi značilnostmi.

Pri ugotavljanju vpliva ekoloških gradientov na širine ekoloških niš rastlinskih vrst smo v primeru listopadnih gozdov v Sloveniji ugotovili, katere vrste so habitatni generalisti in katere habitatni specialisti. Analize soodvisnosti kažejo na to, da se habitatni generalisti statistično značilno pojavljajo na nižjih nadmorskih višinah, na toplejših, bolj vlažnih in s hranili bogatih tleh ter so makrofanerofiti. Pri ugotavljanju vpliva geografskega gradienta na širine ekoloških niš v evropskih bukovih gozdovih smo ugotovili, da habitatni generalisti ali specialisti na različnih delih gradienta niso iste vrste. Ugotovili smo, da se vrstam, ki se pojavljajo na celotnem geografskem gradientu (skupaj 30 vrst), stopnja habitatne specializacije spreminja glede na območje na gradientu, vendar enotnega trenda nismo zaznali. Zavrnili smo hipotezo, da so habitatni generalisti vrste, ki so se v preteklosti skupaj z bukvijo širile iz poledenodobnih refugijev. Ugotavljamo, da so se v preteklosti skupaj s ponovnim širjenjem bukve iz refugijev proti severu in jugu uveljavile vrste, ki so se najbolje prilagodile na klimatske in talne razmere, oz. so morda tam obstajale že pred prihodom bukve.

## 7.2 SUMMARY

Beech (*Fagus sylvatica*) is the most common and important tree species of natural forest landscapes in Central Europe and also beech forests have a remarkable proportion in European wood landscape. The areal extension of beech forests on the North reaches the southern parts of Scandinavia, thriving also at the seaside. In Central Europe beech forests have wide altitudinal range of occurrence. Central part of Greece presents southern border of beech forests areal where beech forests are constrained only to the humid mountain areas. Beech is a subatlantic species and prefers wet sites for its growth. Arid and cold continental climate does not suit it.

The existence of beech in Europe is well proven for the period before the Quaternary (1,7 million years before the present). The distribution of beech forests was constantly changing due to climatic changes. The cycle of forest contractions and expansions always followed the cycle of glacial and postglacial periods. Therefore beech forest distribution was in the periods of glaciations constrained to small refuge areas in the South Europe. The idea of postglacial expansion of beech forests is well established.

Although beech and beech forests are well studied from various scientific points of view, we found out that some problems remain unsolved or have not been researched yet. The aim of doctoral dissertation was: 1.) to find out what is the main syntaxonomical pattern within beech forests in the Balkan Peninsula (the research area includes beech forests of Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Serbia, Monte Negro, Macedonia, Bulgaria and Greece), 2.) to find out what macroecological and ecological factors distinguish those forests, 3.) to estimate the degree of specialization of plant species in deciduous forests of class *Querco–Fagetea* in Slovenia according to various ecological gradients, 4.) to estimate the degree of specialization of plant species in beech forests in Europe according to geographical gradient ranging between the Mediterranean and the North Sea region, 5.) to find correlations between habitat generalism/specialism of plant species and their functional traits, ecological indicator values (EIV) and chorotypes, regarding various gradients.

In general, our study deals with two research problems, which are connected more than it seems. All the analyses are based on huge datasets of vegetation relevés, which were made in according to central European Braun-Blanquet method.

First research problem deals with geographical and ecological differentiation of beech forests in the Balkan Peninsula. It is clear that geographical and ecological factors influence the formation of various forest types. For the research of such influences to beech forests in the Balkan Peninsula, we made cluster analysis and ordination (Detrended Correspondence Analysis), based on 997 beech forest relevés. For the analysis we also used species' life forms, chorotypes and ecological indicator values.

Cluster analysis showed a division of mesophilous beech forests of the Balkan Peninsula into two major clusters. Beech forests can therefore be classified into two alliances: *Aremonio-Fagion* and *Doronico orientalis-Fagion moesiaceae*. We found the influence of various climatic types in the Balkan Peninsula to be very important for distinguishing these two forest types (alliances). Further division revealed seven suballiances - various beech and beech-fir forest types, which we interpreted geographically and ecologically: *Lamio orvalae-Fagenion*, beech-fir forest within *Lamio orvalae-Fagenion*, *Ostryo-Fagenion*, *Saxifrago rotundifoliae-Fagenion*, *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*, *Doronico columnae-Fagenion moesiaceae*, *Doronico orientalis-Fagenion sylvaticae*. A significant increase in the proportion of chamaephytes, hemicryptophytes and therophytes was detected along the main macroecological gradient towards the south and the east. We also described a new suballiance *Tilio tomentosae-Fagenion sylvaticae*, which comprises lowland thermophilous beech forests under continental climate. Our study also confirmed ecological factors as the basis for the second level of division, which reflects regionally defined units. We found soil reaction to be an insignificant factor for differentiation. Together with a significantly increased proportion of life forms (chamaephytes, therophytes) and chorotypes (above all stenomediterranean, eurimediterranean, mediterranean-montane species) toward the southeast, the results show that beech forest communities are differentiated on the basis of (phyto)geographical and macroclimatic conditions, while ecological factors have a stronger influence on vegetation on a smaller scale. There is not only narrower altitudinal distribution of beech forests in the south-

eastern part of the research area, but there are also structural, functional and geo-elemental changes of beech forest as a result of changed macroclimatic factors and their development in the post-glacial period. Classification to lower units and the status of some forests, especially lowland beech forests on the edge of the area, extending from the Pannonian lowland (mainly Croatia and Serbia) to north-eastern Bulgaria, is not very clear and needs further research.

Second research problem refers to a calculation of plant species' ecological niche widths regarding various gradients (various ecological and geographical one). We used a co-occurrence-based index to estimate species niche widths (specialization index *theta*). The method was proposed by Fridley et al. in 2007 and it is based on  $\beta$ -diversity between species in plant communities and on assumption that habitat generalist should co-occur with many species, whereas habitat specialist should co-occur with relatively few plant species. Regarding the size of index *theta*, species with high value of index *theta* are considered as habitat generalists, while habitat specialists are those having lower index *theta*. *Theta* can provide valuable information on the generalist tendencies of species in a given area, which can then be the basis for further inquiry using functional traits or environmental data. Therefore we correlated *theta* values of analyzed species with their plant traits and ecological indicator values.

To estimate the degree of specialization of plant species in deciduous forests of class *Querco-Fagetea* in Slovenia according to various ecological gradients, we used dataset of 4556 phytosociological relevés. In this case we identified habitat generalists and specialists. We found habitat generalists species to be macrophanerophytes, thriving on lower altitudinal level, on warmer, wetter and nutrients rich sites.

To estimate the influence of geographical gradient on species' ecological niche widths in European beech forests, we used another dataset of vegetation data, containing 16080 phytosociological relevés. The study area comprises beech forests from Greece to Norway. Because of comparing habitat generalists and specialists of various areas in the geographical gradient, we also distinguished three main research areas: southern, central and northern part of the geographical gradient. Again we correlated *theta* values of

analyzed species with their plant traits and ecological indicator values. Results of analysis show that habitat specialists or generalists in those beech forests are not the same species throughout the whole geographical gradient. We found habitat specialists of the whole gradient having tendencies to thrive on higher altitudes and uncommon sites (like *Aster bellidiastrum*, *Luzula nivea*, *Rhododendron hirsutum*, *Phyteuma scheuchzeri*, *Clematis alpina*, *Paederota lutea* etc.). Acidophylous plant species (*Luzula luzuloides*, *Hieracium murorum*, *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum pratense*, *Pteridium aquilinum*, *Picea abies*, *Sorbus aucuparia*) showed as the strongest habitat generalists in beech forests of all the parts of the geographical gradient. There are thirty species occurring in all three parts of the gradient. The degree of their habitat specialization is varying regarding the position on the geographical gradient, but we did not detect a uniform trend. We rejected our hypothesis that habitat generalists are species, which used to survive glacial periods together with beech in the refuge areas in Southern Europe.

## 8 VIRI

- Abadie J.C., Machon N., Muratet A., Porcher E. 2011. Landscape disturbance causes small-scale functional homogenization, but limited taxonomic homogenization, in plant communities. *Journal of Ecology*, 99: 1134–1142.
- Albert C.H., Thuiller W., Yoccoz N.G., Soudant A., Boucher F., Saccone P., Lavorel S. 2010. Intraspecific functional variability: extent, structure and sources of variation. *Journal of Ecology*, 98: 604–613
- Aude M., Lawesson J.E. 1998. Vegetation in Danish beech forests: the importance of soil, miroclimate and management factors, evaluated by variation partitioning. *Plant Ecology*, 134: 53–65
- Begon M., Harper J. L., Townsend C. R. (1990). *Ecology. Individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publication, Cambridge. 1068 str.
- Bennett K.D., Tzedakis C., Willis K. J. 1991. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography*, 18: 103–115
- Bergmeier E., Dimopoulos P. 2001. *Fagus sylvatica* forest vegetation in Greece: Syntaxonomy and gradient analysis. *Journal of Vegetation Science*, 12: 109–126
- Bergmeier E., Dimopoulos P. 2008: Identifying plant communities of thermophilous deciduous forest in Greece: Species composition, distribution, ecology and syntaxonomy. *Plant Biosystems*, 142: 228–254
- Björkman L., Bradshaw R. 1996. Bokens historia I Sverige – en litteraturöversikt. *Svensk Bot. Tidskrift*, 91: 573–583
- Blečić V., Lakušić R. 1970. Der Urwald Biogradska Gora in Gebirge Bjelasica in Montenegro. *Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebno izdanje*, 15: 131–139
- Bohn U., Neuhäusl R., Gollub G., Hettwer C., Neuhäuslová Z., Raus Th., Schlüter H., Weber H. 2004. *Karte der natürlichen Vegetation Europas /Map of the Natural Vegetation of Europe*. Maßstab / Scale 1 : 2.500.000. Münster. 153 str.
- Bolte A., Czajkowski T., Kompa T. 2007. The north-eastern distribution range of European beech – a review. *Forestry*, 80: 413–429
- Botta-Dukát Z. 2012. Co-occurrence-based measure of species' habitat specialization: robust, unbiased estimation in saturated communities. *Journal of Vegetation Science*, 23 (2): 201–207

- Boulangeat I., Lavergne S., Van Es J., Garraud L., Thuiller W. 2012. Niche breadth, rarity and ecological characteristics within a regional flora spanning large environmental gradients. *Journal of Biogeography*, 39: 204–214
- Bozilova E, Djankova M. 1976. Vegetation development during the Eemian in the North Black Sea Region. *Fitologija*, 4: 25–33
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3<sup>rd</sup> ed. Springer, Berlin. 865 str.
- Bruelheide H. 2000. A new measure of fidelity and its application to defining species groups. *Journal of Vegetation Science*, 11: 167–178
- Brus R. 2004. Drevesna vrste na Slovenskem. 399 str.
- Brus R. 2010. Growing evidence for the existence of glacial refugia of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in the south-eastern Alps and north-western Dinaric Alps. *Periodicum Biologorum*, 112 (3): 239–246
- Burjachs F., Giralt S., Riera Mora S., Roca R. J., Julià R. 1996. Evolución paleoclimática durante el último ciclo glaciar en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica. *Notes de Geographyrafia Física*, 25: 21–39
- Chabrerie O., Loinard J., Perrin S., Saguez R., Decocq G. 2010. Impact of *Prunus serotina* invasion on understory functional diversity in a European temperate forest. *Biological Invasions*, 12: 1891–1907
- Chase J.M, Leibold M.A. 2003. Ecological Niche: Linking Classical and Contemporary Approaches. The University of Chicago press, Chicago. 212 str.
- Cheddadi R., Vendramin G., Litt T., François L., Kageyama M., Lorentz S., Laurent J.M., De Beaulieu J.L., Sadori L., Jost A., Lunt D. 2006. Imprints of glacial refugia in the modern genetic diversity of *Pinus sylvestris*. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 271–282
- Chytrý M., Rafajová M. 2003. Czech National Phytosociological Database: basic statistics of the available vegetation-plot data. *Preslia*, 75: 1–15
- Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta-Dukat Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 13: 79–90
- Clavel J., Julliard R., Devictor V. 2011. Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9: 222–228

- Colles A., Liow L.H., Prinzing A. 2009. Are specialists at risk under environmental change? Neoevolutionary, paleoecological and phylogenetic approaches. *Ecology Letters*, 12, 849–863
- COUNCIL DIRECTIVE 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. 1992, 66 str.
- Crawley M.J. 1997. The structure of plant communities. Plant ecology, 2<sup>nd</sup> edition, Blackwell, Oxford, 736 str.
- Cunningham S.A., Summerhayes B., Westoby M. 1999. Evolutionary divergences in leaf structure and chemistry, comparing rainfall and soil nutrient gradients. *Ecological Monographs*, 69: 569–588
- Cvjetićanin R. 2003. Fitocenoze bukve u Srbiji. Šumarstvo, 55 (1–2): 107–112
- Cvjetićanin R., Novaković M. 2004. Fitocenološka pripadnost bukovih šuma u istraživanim sastojinama na Ozrenu-Sokobanja. Šumarstvo, 65 (3): 97–104
- Czeczott H. 1933. A study on the variability of the leaves of beeches: *F. orientalis* Lipsky, *F. sylvatica* L. and intermediate forms. Part I. *Rocznik Dendrologiczny*, 5: 45–121
- Čarni A., Košir P., Karadžić B., Matevski V., Redžić S., Škvorc Ž. 2009. Thermophilous deciduous forests in Southeastern Europe. *Plant Biosystems*, 143 (1): 1–13
- Čarni A., Juvan N., Košir P., Marinšek A., Paušič A., Šilc U. 2011. Plant communities in gradients. *Plant biosystems*, 145: 54–64
- Čurović M., Stešević D., Medarević M., Cvjetićanin R., Pantić D., Spalević V. 2011. Ecological and structural characteristics of monodominant montane beech forests in the national park Biogradska Gora, Montenegro. *Archives of Biological Sciences*, 63 (2): 429–440
- Dafis S. 1973. Taxonómisis tís dasikís vlastíseos tis Elládos. (Gliederung der Waldvegetation Griechenlands.) – Epist. Epet. Gepon. Dasol. Schol. Arist. Panepist. Thessalonikís, 15: 75–88, (v grškem jeziku).
- Dakskobler I. 2008. Pregled bukovih rastišč v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 87, 3–14
- Damblon F., Haesaerts P. 1997. Radiocarbon chronology of representative upper palaeolithic sites in the central European plain: a contribution to the SC-004 project. *Préhistoire Européenne*, 11: 255–276
- de Beaulieu J.L., Reille M. 1984. A long Upper Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas*, 13: 111–132

- Denk T. 1999. The taxonomy of *Fagus* in western Eurasia, 1: *Fagus sylvatica* subsp. *orientalis* (= *F. orientalis*). 2: *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*. Feddes Repertorium, 110: 177–200, 381–412
- Denk T., Grimm G., Stögerer K., Langer M., Hemleben V. 2002. The evolutionary history of *Fagus* in western Eurasia: Evidence from genes, morphology and the fossil record. Plant systematics and evolution, 232 (3–4): 213–236
- Denk T., Grimm G.W. 2009. The biogeographic history of beech trees, Review of Paleobotany and Palinology, 158: 83–100
- Devictor V., Clavel J., Julliard R., Lavergne S., Mouillot D., Thuiller W., Vénail P., Villéger S., Mouquet N. 2010. Defining and measuring ecological specialization. Journal of Applied Ecology, 47, 15–25
- Diekmann M., Eilertsen O., Fremstad E., Lawesson J.E., Aude E. 1999. Beech forest communities in the Nordic countries – a multivariate analysis. Plant ecology 140: 203–220
- Di Pietro R. 2009. Observations on the beech woodlands of the Apennines (peninsular Italy): an intricate biogeographical and syntaxonomical issue. Lazaroa, 30: 89–97
- Dierschke H. 1990. Species-rich beech woods in mesic habitats in central and western Europe: a regional classification into suballiances. Vegetatio, 87: 1–10
- Dierschke H., Bohn U. 2004. Eutraphente Rotbuchenwälder in Europe. Tuexenia, 24: 19–56
- Dzwonko Z., Loster S. 2000. Syntaxonomy and phytogeographical differentiation of the *Fagus* woods in the Southwest Balkan Peninsula. Journal of Vegetation Science, 11: 667–678
- Dzwonko Z., Loster S., Dubiel, E., Drenkovski R. 1999. Syntaxonomic analysis of beechwoods in Macedonia (former Republic of Yugoslavia). Phytocoenologia, 29 (2): 153–175
- Ellenberg H., Weber H.E., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulisen D. 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica, 18, Goltze Verlag, Gottingen, 258 str.
- Ellenberg H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 5. Aufl., Stuttgart. 1095 str.
- Eler K. 2007. Dinamika vegetacije travnišč v slovenskem Submediteranu: vzorci in procesi ob spremembah rabe tal. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Oddelek za agronomijo, 169 str.
- Elton C. 1927. Animal Ecology. Sidgwick and Jackson, London.

- Ewald J. 2003a. The sensitivity of Ellenberg indicator values to the completeness of vegetation relevés. *Basic And Applied Ecology*, 4: 507–513
- Ewald J. 2003b. The calcareous riddle: why are there so many calciphilous species in the Central European flora? *Folia Geobotanica*, 38: 357–366
- Ewald J. 2003c. A critique for phytosociology. *Journal of Vegetation Science*, 14, 2: 291–296
- Ewald J. 2012. BERGWALD, The vegetation database of mountain forests in the Bavarian Alps.
- Fridley J. D., Vandermast D. B., Kupping D. M., Manthey M., Peet R. K. 2007. Co-occurrence based assessment of habitat generalists and specialists: a new approach for the measurement of niche width. *Journal of Ecology* 95, 707–722
- Fukarek P. 1969. Prilog poznavanju biljnosocioloških odnosa šuma i šibljaka nacionalnog parka Sutjeska. Posebna izdanja ANU BiH XI, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka 3, 189–291
- Futuyma D.J., Moreno G. 1988. The evolution of ecological specialisation. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 19, 207–233
- Garnier E., Shipley B., Roumet C., Laurent G. 2001. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Functional Ecology*, 15: 688–695.
- Gálhidi L., László Gálhidy, Mihók B., Hagyó A., Rajkai K., Standovár T. 2006. Effect of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understorey vegetation of a Hungarian beech forest. *Plant Ecology*, 183: 133–145
- Gitay H., Noble I.R. 1997. What are functional types and how should we seek them? – V: Smith T.M., Shugart H.H., Woodward F. (ur.), *Plant functional types – their relevance to ecosystem properties and global change*. IGBP Book Ser. 1, Cambridge Univ. Press: 3–19
- Gömöry D., Paule L., Brus R., Zhelev P., Tomović Z., Gračan J. 1999. Genetic differentiation and phylogeny of beech on the Balkan peninsula. *Journal of Evolutionary Biology* 12: 756–754
- Gömöry D., Paule L. 2010. Reticulate evolution patterns in western-Eurasian beeches. *Botanica Helvetica* 120: 63–74
- Graae B.J., Sunde P.B. 2000. The impact of forest continuity and management on forest floor vegetation evaluated by species traits. *Ecography* 23: 720–731

- Grime J.P. 2002. Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties. John Wiley & Sons Ltd. West Susex. 456 str.
- Grime J.P. 2006. Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: Mechanisms and consequences. *Journal of Vegetation Science*, 17, 2: 255–260
- Grinnell J. 1917. The niche relationship of the California Thrasher. *The Auk* 34, 427–433
- Grüger E., Schreiner A. 1993. Riss/Würm- und würmzeitliche Ablagerungen im Wurzacher Becken (Rheingletschergebiet). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 189: 81–117
- Gurevitch J., Scheiner S.M., Fox G.A. 2006. The Ecology of Plants, Second Edition, Sinauer Associates, Inc., 574 str.
- Härdtle W., von Oheimb G., Westphal C. 2003. The effects of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forests in northern Germany (Schleswig-Holstein). *Forest Ecology and Management*, 182: 327–338
- Härdtle W., von Oheimb G., Westphal C. 2005. Relationship between the vegetation and soil conditions in beech and beech-oak forests of northern Germany. *Plant ecology*, 177: 113–124
- Hahn K., Fanta J. (ur.) 2001. Contemporary beech forest management in Europe. NAT MAN Working Report 1.
- Hajnalová E., Krippel E. 1984. Katalóg paleobotanických nálezov z paleolitu Slovenska. *Acta Interdisciplinaria Archaeologica*, 3: 304–317
- Hannah L., Carr J. L., Lankerani A. 1995. Human disturbance and natural habitat: a biome level analysis of a global data set. *Biodiversity and Conservation* 4, 128–155
- Hennekens S.M., Schamineé J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12: 589–591
- Hill M.O., Gauch H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42, 47–58
- Horn H.S. 1966. The measurement of 'overlap' in comparative ecological studies. *American Naturalist*, 100, 419–424
- Horvat I. 1938. Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. *Glasnik za šumske pokuse* 6: 127–279
- Horvat I. 1950. Šumske zajednice Jugoslavije (Les associations forestières en Yougoslavie). Inštitut za šumarska istraživanja: 73 str.

- Horvat I., Glavač V., Ellenberg H. 1974. Vegetation Südosteuropas. *Geobotanica selecta* 4, G. Fischer, Stuttgart. 767 str.
- Hutchinson G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22, 415–427
- Illyés E., Chytrý M., Botta-Dukát Z., Jandt U., Škodová I., Janišová M., Willner W., Hájek O. 2007. Semi-dry grasslands along a climatic gradient across central Europe: vegetation classification with validation. *Journal of Vegetation Science* 18: 835–846
- Jansen F. 2012. VEGMV, The vegetation database of Mecklenburg-Vorpommern.
- Jogan N., Kaligarič M., Leskovar I., Seliškar A., Dobravec J. 2004. Habitatni tipi Slovenije HTS – tipologija. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo – Agencija RS za okolje. 64 str.
- Jogan N. 2007. *Poaceae*. V: Martinčič A. (ur.). Mala flora Slovenije. Ključ za določevanje praprotnic in semenk. 4. izdaja, Tehniška založba Slovenije, 967 str.
- Jordanov D. (ur.). 1963–1979. Flora Republicae Popularis Bulgaricae. In *Aedibus Academiae Scientiarum Bulgaricae*, Serdicae.
- Josifović M., (ur.), 1970–1977. Flora SR Srbije. I-IX. Srpska Akademija Nauka i Umetnosti, Beograd.
- Jovanović B., Lakušić R., Rizovski R., Trinajstić I., Zupančič M. 1986. Prodromus phytocoenosum Jugoslaviae ad mappam vegetationis M 1: 200 000. Naučno veće vegetacijske karte Jugoslavije, Bribir-Ilok. 46 str.
- Kącki Z., Śliwiński M. 2011. Polska baza danych fitosocjologicznych "SynBiotSilesiae" – podstawy działania, zasoby i perspektywy. V: Nowakowski (ur.), Infobazy 2011 – nauka, projekty europejskie, społeczeństwo informacyjne: Centrum Informatyczne TASK, Gdańsk-Sopot. 313–318
- Kavgaci A., Čarni A., Tecimen H.B., Ozalp G. 2010. Diversity and ecological differentiation of oak forests in NW Thrace (Turkey). *Archives of Biological Sciences* 62 (3): 705–718
- Kavgaci A., Arslan M., Bingöl Ü., Erdoğan, N., Čarni. A. 2012. Classification and phytogeographical differentiation of oriental beech forests in Turkey and Bulgaria. *Biologia*, 67 (3): 461–473
- Kielland-Lund J. 1993. Syntaxonomy of Norwegian forest vegetation. *Phytocoenologia* 9: 53–250
- Kleyer M., Bekker R.M., Knevel I.C., Bakker J.P., Thompson K., Sonnenschein M., Poschlod P., van Groenendaal J.M., Klimeš L., Klimešová J., Klotz S., Rusch G.M.,

- Hermy M., Adriaens D., Boedeltje G., Bossuyt B., Dannemann A., Endels P., Götzenberger L., Hodgson J.G., Jackel A-K., Kühn I., Kunzmann D., Ozinga W.A., Römermann C., Stadler M., Schlegelmilch J., Steendam H.J., Tackenberg O., Wilmann B., Cornelissen J.H.C., Eriksson O., Garnier E., Peco B. 2008: The LEDA Traitbase: a database of life-history traits of the Northwest European flora. *Journal of Ecology* 96: 1266–1274
- Klotz S., Kühn I., Durka W. 2002: BIOLFLOR – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 38, 1–334
- Kluge J., Kessler, M. 2011. Influence of niche characteristics and forest type on fern species richness, abundance and plant size along an elevational gradient in Costa Rica. *Plant Ecology*, 212: 1109–1121
- Knollová I., Chytrý M. 2004. Oak-hornbeam forests of the Czech Republic: geographical and ecological approaches to vegetation classification. *Preslia*, 76: 291–311
- Košir P., Čarní A., Di Pietro R. 2008. Classification and phytogeographical differentiation of broad-leaved ravine forests in southeastern Europe. *Journal of Vegetation Science*, 19: 331–342
- Lawesson J.E., Oksanen J. 2002. Niche characteristics of Danish woody species as derived from coenoclines. *Journal of Vegetation Science*, 13: 279–290
- Lawesson J.E. 2003. pH optima for Danish forests species compared with Ellenberg reaction values. *Folia Geobotanica* 38: 403–418
- Lavorel S., McIntyre S., Landsberg J., Forbes T.D.A. 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology and Evolution*, 12: 474–478
- Lavorel S., Garnier E. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16, 5: 545–556
- Leroy S.A.G., Arpe K. 2007. Glacial refugia for summergreen trees in Europe and southwest Asia as proposed by ECHAM3 time-slice atmospheric model simulations. *Journal of Biogeography*, 34: 2115–2128
- Lyubenova M., Tzonev R., Pachedjieva K. 2011. Syntaxonomy of *Quercetea pubescens* (Oberd. 1948) Doing Kraft, 1955 in Bulgaria. *Comptes rendus de l'Académie Bulgare des Sciences*, 64, 4: 565–580
- MacArthur R.H., Levins R. 1967. The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species, *American Naturalist* 101: 377–385

- MacArthur R.H. 1972. *Geographical Ecology*. Harper & Row, New York, NY, 269 str.
- Magri D., Vendramin G.G., Comps B., Dupanloup I., Geburek T., Gomory D., Latalowa M., Litt T., Paule L., Roure J.M., Tantau I., van der Knaap W.O., Petit R.J., de Beaulieu J.L. 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences, *New Phytologist*, 171 (1): 199–221
- Manthey M., Fridley J.D. 2009. Beta diversity metrics and the estimation of niche width via species co-occurrence data: reply to Zeleny. *Journal of Ecology*, 97, 18–22
- Manthey M., Fridley J.D., Peet R.K. 2011. Niche expansion after competitor extinction? A comparative assessment of habitat generalists and specialists in the tree floras of south-eastern North America and south-eastern Europe. *Journal of Biogeography*, 38: 840–853
- Marinček L., Čarni A. 2000. Die Unterverbände der Hainbuchenwälder des Verbandes *Erythronio-Carpinion betuli* (Horvat 1938) Marinček in Wallnöfer, Mucina et Grass 1993. *Scopolia*, 45: 1–20
- Marinček L., Čarni A. 2002: Commentary to the vegetation map of forest communities of Slovenia in a scale of 1 : 400.000. ZRC SAZU, Ljubljana. 79 str.
- Marinček L., Mucina L., Zupančič M., Poldini L., Dakskobler I., Accetto M. ("1992" [recte 1993]. Nomenklatorische Revision der illyrischen Buchenwälder. *Studia Geobotanica*, 12: 121–135
- Marinček L., Marinšek A. 2003. Vegetacija pragozda Ravna gora. *Hacquetia*, 2 (1): 53–69
- Marinček L., Marinšek A. 2004. Vegetation of the Pečka virgin forest remnant. *Hacquetia*, 3 (2): 5–27
- Marinšek A., Diaci J. 2004. Razvoj inicialne faze na vetroložni površini v pragozdnem ostanku Ravna gora, *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 73: 31–50
- Marinšek A., Šilc U., Čarni A. 2012. Geographical and ecological differentiation of *Fagus* forest vegetation in SE Europe. *Applied Vegetation Science*: (v tisku) DOI 10.1111/j.1654-109X.2012.01203.x.
- McCune B., Mefford M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, Version 5.0. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.: 237 str.
- Médail F., Diadema K. 2009. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography*, 36: 1333–1345
- Oberdorfer E., Müller T. 1984. Zur Synsystematik artenreicher Buchenwälder, insbesondere im praetalpinen Nordsaum der Alpen. *Phytocoenologia*, 12: 539–562

- Oksanen J., Kindt R., Legendre P., O'Hara B., Simpson G.L., Henry M., Stevens H.H., Wagner H. 2008. Vegan: Community Ecology Package. R package version 1.13–1.
- Peters R. 1997. Beech forests. Geobotany, 24, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 169 str.
- Petit R.J., Brewer S., Bordács S., Burg K., Cheddadi R., Coart E., Cottrell J., Csaikl U.M., van Dam B., Deans J.D., Espinel S., Fineschi S., Finkeldey R., Glaz I., Goicoechea P.G., Jensen J.S., König A.O., Lowe A.J., Madsen S.F., Mátyás G., Munro R.C., Popescu F., Slade D., Tabbener H., de Vries S.G.M., Ziegenhagen B., de Beaulieu J.-L., Kremer A. 2002. Identification of refugia and post-glacial colonisation routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence. Forest Ecology and Management, 156: 49–74
- Pignatti S., Menegoni P., Pietrosanti S. 2005. Bioindicazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Ziegerwerte) per le specie della Flora d'Italia. Braun-Blanquetia, 39: 1–97
- Polechová J., Storch D. 2008. Ecological Niche: 1088–1097. V: Jørgensen, S.E., Fath B. D. 2008. Encyclopedia of Ecology, Vol. 1, (3): 834 str.
- Poorter H., de Jong R. 1999. A comparison of specific leaf area, chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. New Phytologist 143: 163–176
- Prentice I.C., Jolly D., BIOME 6000 participants, 2000. Mid-Holocene and glacial-maximum vegetation geography of the northern continents and Africa. Journal of Biogeography, 27: 507–519
- Quézel P. 1967. A propos de quelques hêtraies de Macédoine grecque. Bulletin de la Société Botanique de France, 114 (5–6): 200–210
- R Development Core Team, 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Ramil-Rego P., Rodríguez Guitian M. A., Muñoz Sobrino C., Gómez-Orellana L. 2000. Some considerations about the postglacial distribution of *Fagus sylvatica* in the Iberian peninsula. Folia Geobotanica, 35: 241–271
- Rannap R., Lõhmus A., Briggs L. 2009. Niche position, but not niche breadth, differs in two coexisting amphibians having contrasting trends in Europe. Diversity and Distributions, 15: 692–700
- Raunkjaer C. 1934. The life forms of plants and statistical geography. – Oxford, Clarendon Press, 632 str.

- Redžić S., Barudanović S. 2010. The pattern of diversity of forest vegetation of the Crvanj Mountain in the Herzegovina (West Balkan Peninsula). Šumarski list, 5–6: 261–274
- Redžić S. 2007. Syntaxonomic diversity as an indicator of ecology diversity – case study Vranica Mts in the Central Bosna. Biologia 62 (2): 173–184
- Rexhepi F. 2007. The vegetation of Kosovo. University of Prishtina, Faculty of Natural Sciences. Prishtinë, 137 str.
- Rivas-Martínez S., Rivas Sáenz S., Penas A. 2011. Worldwide bioclimatic classification system. Global Botany, 1: 1–634
- Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Mucina L., Pignatti S., Dring J., Moss D. 2002. The diversity of European Vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationship to EUNIS habitats. Wageningen, NL.: Report EC-LNV 2002/054: 168 str.
- Rooney T.P., Wiegmann S.M., Rogers D.A., Waller D.M. 2004. Biotic impoverishment and homogenization in unfragmented forest understory communities. Conservation Biology, 18: 787–798
- Silvertown J., Dodd M., Gowing D. 2001. Phylogeny and the niche structure of meadow plant communities. Journal of Ecology, 89: 428–435
- Soó R. 1963: Bulgarische Pflanzengesellschaften II. Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis, Sect. Biol., 6: 175–186
- Soó R. 1964. Die regionalen *Fagion*-Verbände und Gesellschaften Südosteuropas. Stud. Biol. Acad. Sci. Hung. 1: 1–104
- SPSS. 2004. Inc. 1989–2004. SPSS for Windows. Release 13.0.
- STATISTICA (Data Analysis Software System), Version 7.0. 2004.  
<http://www.statsoft.com>.
- Stefanović V. 1986. Fitocenologija sa pregledom šumskih fitocenoza Jugoslavije, IGRO Svjetlost, OOUR Zavoda za udžbenike Sarajevo, 269 str.
- Stewart J.R., Lister A.M. 2001. Cryptic northern refugia and the origins of the modern biota. Trends in Ecology & Evolution, 16: 608–613
- Stevens G.C. 1992. The latitudinal gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. American Naturalist, 140: 893–911
- Stojanović L. (ur.) 2005. Bukva (*Fagus moesiaca*/Domin, Mally/Czeczott.) u Srbiji. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd: 483–517

- Svenning J.C., Normand S., Skov F. 2008. Postglacial dispersal limitation of widespread forest plant species in nemoral Europe. *Ecography*, 31: 316–326
- Šercelj A. 1966. Pelodne analize Pleistocenskih in Holocenskih sedimentov Ljubljanskega barja. SAZU, Razprave 9: 431–472
- Šercelj A. 1996. Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji. SAZU, Razred za naravoslovne vede, Dela 35: 5–135
- Šercelj A., Culiberg M. 1991. Palynological and anthracotomical investigations of sediments from the Divje Babe I Palaeolithic site. Razprave IV. Razreda SAZU 32: 129–152
- Šilc U., Čarni A. 2012. Conspectus of vegetation syntaxa in Slovenia, *Hacquetia*, 11 (1): 113–164
- Šilc U. 2012. Vegetation Database of Slovenia, short database report. V: Dengler J., Chytrý M., Ewald J., Finckh M., Jansen F., Lopez-Gonzalez G., Oldeland J., Peet R.K., Schaminée J. H. J. (eds.): Vegetation databases for the 21st century. *Biodiversity & Ecology* 4: 447 str.
- Šilc U., Vrbničanin S., Božić D., Čarni A., Dajić Stevanović Z. 2009. Weed vegetation in the north-western Balkans: diversity and species composition. *Weed Research*, 49: 602–612
- Thompson K., Hodgson J.G., Gaston K.J. 1998. Abundance-range size relationship in the herbaceous flora of central England. *Journal of Ecology*, 86: 439–448
- Tichý L., Chytrý M. 2006. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *Journal of Vegetation Science*, 17: 809–818
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13: 451–453
- Tome D. 2006. Ekologija: organizmi v prostoru in času. Tehniška založba Slovenije. 344 str.
- Török K., Podani J., Borhidi A. 1989. Numerical revision of the *Fagion illyricum* alliance. *Vegetatio*, 81: 169–180
- Trinajstić I. 1992. A contribution to the phytogeographical classification of the Illyrian floral element. *Acta Botanica Croatica*, 51: 135–142
- Trinajstić I. 1997. Phytogeographical analysis of the illyricoid floral element. *Acta Biologica Slovenica*, 41 (2–3): 77–85

- Trinajstić I. 2008. Biljne zajednice Republike Hrvatske. Plant communities of Croatia. Zagreb, Akademija šumarskih znanosti: 179 str.
- Tsiripidis I., Bergmeier, E., Dimopoulos P. 2007. Geographical and ecological differentiation in Greek *Fagus* forest vegetation. Journal of Vegetation Science, 18: 743–750
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., (eds.) 1964–1993: Flora Europaea, Vols 2–5 and Vol 1, 2<sup>nd</sup> edition. Cambridge University Press, Cambridge, GB.
- Tzonev R., Dimitrov M., Chytrý M., Roussakova V., Dimova D., Gussev C., Pavlov D., Vulchev V., Vitkova A., Gogoushev G., Nikolov I., Borisova D., Ganeva, A. 2006. Beech forest communities in Bulgaria, Phytocoenologia, 36 (2): 247–279
- van der Maarel E. 2005. Vegetation ecology. Wiley-Blackwell, 395 str.
- Verheyen K., Schreurs K., Vanholen B., Hermy M. 2005. Intensive management fails to promote recruitment in the last large population of *Juniperus communis* (L.) in Flanders (Belgium). Biological Conservation, 124: 113–121
- Violle C., Jiang L. 2009. Towards a trait-based quantification of species niche. Journal of Plant Ecology, 2: 87–93
- Vukelić J., Baričević D. 2002. Novije fitocenološke spoznaje o bukovim šumama u Hrvatskoj. Recent phytocoenological perceptions of beech forests in Croatia. Šumarski list, 9–10: 439–457
- Vukelić J., Baričević D. 2007. Nomenklaturalno-sintaksonomsko određenje panonskih bukovo-jelovih šuma (*Abieti-Fagetum “pannonicum”*) u Hrvatskoj. Šumarski list 131 (9–10): 407–429
- Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3<sup>rd</sup> edition. Journal of Vegetation Science, 11: 739–768
- Weiher E., van der Werf A., Thompson K., Roderick M., Garnier E., Eriksson O. 1999. Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. Journal of Vegetation Science, 10: 609–620
- Welten M. 1982. Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz N.F., 156: 1–174
- Westoby M. 1998. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. Plant Soil, 199: 213–227

- Whittaker R.H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon in California. *Ecological monographs*, 30: 279–338
- Willis K.J. 1992. The late Quaternary vegetational history of northwest Greece. II Rezina Marsh. *New Phytologist*, 121: 119–138
- Willis K.J. 1994. The vegetational history of the Balkans. *Quaternary Science Reviews*, 13: 769–788
- Willis K.J., van Andel T.H. 2004. Trees or no trees? The environments of central and eastern Europe during the Last Glaciation. *Quaternary Science Reviews*, 23: 2369–2387
- Willner W. 2002. Syntaxonomische Revision der südmitteleuropäischen Buchenwälder. *Phytocoenologia*, 32: 337–453
- Willner W., Di Pietro R., Bergmeier E. 2009. Phytogeographical evidence for post-glacial dispersal limitation of European beech forest species. *Ecography*, 32 (6): 1011–1018
- Willson M.F. 1993. Dispersal mode, seed shadows and colonization patterns. *Vegetatio* 107/108: 261–280
- Wright I.J., Westoby M., Reich P.B. 2002. Convergence towards higher leaf mass per area in dry and nutrient-poor habitats has different consequences for leaf life span. *Journal of Ecology*, 90: 534–543
- Wuenscher J.E. 1969. Niche specification and competition modelling. *Journal of Theoretical Biology*, 25, 436–443
- Zelený D. 2009. Co-occurrence based assessment of species habitat specialization is affected by the size of species pool: reply to Fridley in sod. (2007). *Journal of Ecology*, 97: 10–17
- Zelený D., Li C.-F., Chytry M. 2010. Pattern of local plant species richness along a gradient of landscape topographical heterogeneity: result of spatial mass effect or environmental shift? *Ecography*, 33: 578–589

## ZAHVALA

Zahvalil bi se rad vsem, ki so mi pomagali s svojim znanjem, nasveti in pripombami ter me pri delu vzpodbjali in vodili. Najlepša hvala predvsem mentorju doc. dr. Andražu Čarniju, ki me je znal usmerjati in mi pomagati pri raziskovanju. Hvala tudi delovnemu mentorju dr. Urbanu Šilcu. Dr. Lojzetu Marinčku sem hvaležen za vse skupne terenske dni na začetku mojega dela na Biološkem inštitutu in njegovo radodarno podajanje znanja o ekologiji bukovih gozdov. Prof. Michaelu Mantheyju sem hvaležen, da me je za mesec dni sprejel k sebi na Univerzo v Greifswaldu in me vpeljal v skrivnosti računanja ekoloških niš rastlinskih vrst.

Hvala tudi vsem, ki so mi pomagali pri zbiranju vegetacijskih popisov – temelju tega dela, brez katerih ne bi uspel narediti raziskav. To so predvsem prof. Željko Škvorc (Zagreb), akad. Sulejman Redžić (Sarajevo), mag. Jugoslav Brujić (Banja Luka), Marijana Novaković in Marko Perović (Beograd), dr. Rosen Tzonev (Sofia), akad. Vlado Matevski (Skopje), dr. Thilo Heinken (Potsdam), dr. Wolfgang Willner (Dunaj), dr. Florian Jansen (Greifswald), dr. Cord Peppler-Lisbach (Oldenburg), prof. Jörg Ewald (Freising) in prof. Jörg Brunet (Alnarp). Dr. Jean-Paul Theurillat (Champex-Lac) nam je pomagal z nasveti glede zapletene sintaksonomije bukovih gozdov na Balkanu. Vem, da je v ta namen porabil veliko dragocenega časa, za kar sem mu iz srca hvaležen.

Prof. dr. Otu Lutharju, direktorju Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU, se zahvaljujem za finančno pomoč.

Zahvala gre tudi vsem sodelavcem z Biološkega inštituta ZRC-SAZU, predvsem doc. dr. Petri Košir, dr. Tatjani Čelik in Andreju Paušiču, ter vsem drugim, ki so mi kakorkoli pomagali pri nastajanju doktorske disertacije. Urši Marinšek hvala za vse pripombe k angleškim prevodom. Za lektoriranje pa se najlepše zahvaljujem Lidiji Skoporec Knafelj.

Za pomoč, vzpodbude in potrpežljivost pa se iz srca zahvaljujem moji Jani, Lani in Miji.

## PRILOGE

**Priloga 1: Bibliografija podatkovnega niza za analizo geografske in ekološke členitve bukovih gozdov na Balkanu. Številke snopov se nanašajo na Preglednico 2 ter Slike 5–9.**

### SNOP 1:

Petrinec, V. 1999. Vegetationsmonographie von Šturmovci (NO Slowenien), BSc thesis, Univ. Wien, 104 str., (Pregl. 36, popisa 80, 91); Dakskobler, I. 2003. Floristične novosti iz Posočja in sosednjih območij, Hladnikia, 15–16: 43–71, (Pregl. 1, popis 1); Marinček, L. 2004. Gozdna vegetacija Menine planine, Kamniški zbornik, 17: 225–240, (Pregl. 1, popisi 10, 11, 14, 19); Marinček, L., Marinšek, A. 2003. Vegetacija pragozda Ravna gora, Hacquetia 2 (1): 53–70, (Pregl. 4, popisi 2, 6, 11, 23, 27); Marinček, L., Marinšek, A. 2004. Vegetation of the Pečka virgin forest remnant, Hacquetia 3 (1): 5–28, (Pregl. 5, popis 6); Marinček, L. 1981. Predalpski gozd bukve in velike mrtve koprive v Sloveniji, Razprave 23 (2): 55–96, (Pregl. 3, popis 17; Pregl. 2, popis 11); Marinček, L., Košir, P. 1998. Dinaric Fir-beech forests (*Omphalodo-Fagetum*) (Tregubov 1957) Marinček in sod., 1993) on Blegoš, Hladnikia 10: 29–40, (Pregl. 1, popis 1); Košir, Ž. 1979. Ekološke, fitocenološke in gozdnogospodarske lastnosti Gorjancev v Sloveniji, Zbornik gozdarstva in lesarstva 17 (1): 1–242, (Pregl. 2, popisi 5, 7, 11, 19; Pregl. 3, popis 23; Pregl. 5, popis 23; Pregl. 6, popisi 7, 10, 13, 16, 18; Pregl. 7, popis 5); Tregubov, V. 1957. Gozdne rastlinske združbe, v: Prebiralni gozdovi na Snežniku, Strokovna in znanstvena dela 4: 23–65, (popis 3); Accetto, M. 2002. Pragozdno rastlinje rezervata Krokar na Kočevskem, Gozdarski vestnik 60 (10): 419–444, (Pregl. 2, popis 4; Pregl. 3, popis 3); Otašević, N. 1991. Gozdne združbe na severnih pobočjih Orlice, Specialistična naloga, BIJH ZRC SAZU, 70 str., (Pregl. 3, popis 7); Zupančič, M., Žagar, V., Surina, B. 2000. Predpanonski bukovi asociaciji v severovzhodni Sloveniji, Razprave 41 (2): 179–248, (Pregl. 1, popisa 13, 16); Cimperšek, M. 1988. Ekologija naravne obnove v subpanonskem bukovju, Zbornik gozdarstva in lesarstva 31: 121–184, (Pregl. 1, popisa 2, 29); Marinček, L., Mucina, L., Zupančič, M. 1993. Nomenklatorische revision der illyrischen buchenwälder (Verband *Aremonio-Fagion*), Studia Geobotanica 12: 121–135, (Pregl. 1, popis 33); Dakskobler, I. 2006. Prispevek k poznavanju gozdne vegetacije Krasa (jugozahodna Slovenija), Annales 16 (1): 57–76, (Pregl. 1, popis 2); Accetto, M. in sod. 1996. Kartiranje habitatov Slovenije, Projekt Mura – osnova za geokodiranje habitatnih tipov, Biološki Inštitut ZRC SAZU, elaborat, 42 str., (1 popis); Marinšek, A. 2007. Neobjavljeni. (6 popisov); Baričević, D. 2002: Sinekološko-fitocenološke značajke šumske vegetacije Požeške i Babje gore, doktorska disertacija, Faculty of Forestry, University of Zagreb, 175 str., (Pregl. 22, popis 1); Hruška-Dell'Uomo, K. 1974. Biljni pokrov Moslavačke gore, Doktorska disertacija, PMF Sveučilišta u Zagrebu, 312 str., (Pregl. 42, popisi 3, 4, 5, 6); Horvat, I. 1938. Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse 6: 127–279, (Pregl. 3, popisi 2, 4, 6, 8, 10, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25); Šugar, I. 1972. Biljni svijet Samoborskog gorja, doktorska disertacija, Zagreb, 325 str., (Pregl. 39, popis 8); Pelcer, Z., Lindić, V. 1982. Vegetacija – Prirodni šumski rezervat Medvedjak, Radovi 50: 7–13, (Pregl. 1, popisa 5, 7); Rauš, Đ. 1986. Sto trajnih ploha Republike Hrvatske (Ekološka istraživanja), Glasnik za šumske pokuse 32: 225–375, (Pregl. 16, popis 3; Pregl. 19, 1 popis); Regula-Bevilaqua, L. 1978. Biljni pokrov Strahinščice u Hrvatskom Zagorju,

doktorska disertacija, PMF Zagreb, 261 str., (Pregl. 40, popisi 1, 8, 20, 26, 27); Barudanović, S. 2003. Ekološko-vegetacijska diferencijacija liščarsko-listopadnih šuma planine Vranica, doktorska disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, 373 str., (Pregl. 14, popisi 12, 14, 15, 16; Pregl. 22, popis 31); Fukarek, P. 1964. Fitocenološka istraživanja Igmana, Institut šumarstva u Sarajevu. 134 str., (Pregl. 20, popisi 1–3); Tzenev, R., Dimitrov, M., Chytrý, M., Roussakova, V., Dimova, D., Gussev, C., Pavlov, D., Vulchev, V., Vitkova, A., Gogoushev, G., Nikolov, I., Borisova, D., Ganeva, A. 2006. Beech forest communities in Bulgaria, *Phytocoenologia* 36: 247–279, (1 popis).

### **SNOP 2:**

Puncer, I. 1980. Dinarski jelovo-bukovi gozdovi na Kočevskem, *Razprave* 22 (6): 401–562, (Pregl. 5, popis 12); Tregubov, V. 1957. Gozdne rastlinske združbe, v: Prebiralni gozdovi na Snežniku, Strokovna in znanstvena dela 4: 23–65, (Pregl. 5, popis 12); Zupančič, M., Puncer, I. 1995. Über zwei weniger bekannte urwälder Krokar und Strmec in Slowenien, *Sauteria* 6: 139–156, (Pregl. 1, popis 4); Marinček, L., Čarni, A. 2007. Illyrian pre-alpine fir and beech forests – the association *Homogyno sylvestris-Fagetum* Marinček in sod. 1993, *Hacquetia* 6 (2): 111–129, (Pregl. 1, popisi 8, 19, 26); Zupančič, M. 1971. Vegetacijski profil Snežniškega pogorja, Mladinski raziskovalni tabori 1970, 66–91, (Pregl. 1, popis 5); Robič, D. 1960. Gozdna vegetacija Mokerca, BSc thesis, Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta, 74 str., (popis 5); Marinšek, A. 2007. Neobjavljen. (1 popis); Bertović, S., Cestar, D., Pelcer, Z. 1966. Prilog poznavanju proizvodnih mogućnosti šume bukve s jelom (*Fagetum croaticum abietetosum* Horv.) na Ličkoj Plješivici, Radovi Šumarskog Instituta Jastrebarsko 5: 1–66, (popisi 1, 2, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 17, 18); Trinajstić, I. 1972. O rezultatima komparativnih istraživanja florističkog sastava prašumskih i gospodarskih sastojina zajednice *Fagetum croaticum abietetosum* Ht. u Hrvatskoj, Šumarski list 9–10: 334–347, (Pregl. 1, popisa 1, 3); Vukelić, J. 1985. Doprinos fotointerpretacijske analize vegetacijskom istraživanju šumskih zajednica Nacionalnog parka "Risnjak", Glasnik za šumske pokuse 23: 95–140, (Pregl. 2, popisi 1, 2, 3, 5; Pregl. 3, popisi 1, 2, 4, 5); Milošević, R. 2006. Definisanje tipova bukovih i bukovo-jelovih šuma na Velikom Jastrepalu, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 333 str., (Pregl. 1, popisi 2, 3, 11, 17, 18); Prpić, B. 1979. Struktura i funkcioniranje prašume bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 1938) u Dinaridima SR Hrvatske, Drugi kongres ekologa Jugoslavije, 899–924, (Pregl. 1, popisa 1, 2); Brujić, J. 2007. Neobjavljen, (13 popisov); Barudanović, S. 2003. Ekološko-vegetacijska diferencijacija liščarsko-listopadnih šuma planine Vranica, doktorska disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, 373 str., (Pregl. 18, popisi 6, 7, 23, 24, 25, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38; Pregl. 22, popisa 25, 29); Redžić, S., Lakušić, R., Muratspahić, D., Bjelčić, Ž., Omerović, S. 1984. Struktura i dinamika fitocenoza Cincara i Vitoroga, Godišnjak biološkog inštituta Univerziteta u Sarajevu 37: 137–177, (Pregl. 6, popisi 2, 3, 4, 5); Brujić, J. 2003. Šumska vegetacija sjevernog dijela planine Uzlomac kod Banja Luke, Doktorska disertacija, Katedra za ekologiju šuma, Šumarski fakultet Beograd, 129 str., (Pregl. 1, popis 9); Jovanović, B. 1959. Prilog poznavanju šumskih fitocenoza Goča, Glasnik Šumarskog fakulteta 16: 167–186, (popis 4).

### **SNOP 3:**

Marinček, L., Seliškar, A. 1982. Mosaikkomplex der realen Phytozönosen und ihre syndinamische Beziehnungen auf dem Standort der potentiell-natürlichen Assoziation

*Ostryo-Fagetum*, Studia Geobotanica, 2: 33–40, (Pregl. 1, popis 13); Marinček, L. 1996. Prispevek k poznavanju asociacije Ostryo-Fagetum M. Wraber ex Trinajstić 1972, Razprave 37 (6): 119–146, (Pregl. 4, popisa 4, 8; Pregl. 1, popis 21; Pregl. 3, popis 5); Marinček, L., Zupančič, M. 1977. Preddinarski submontanski bukov gozd v Ribniško-Kočevski dolini, Biološki vestnik 25: 95–106, (Pregl. 1, popisa 3, 5); Marinček, L., Papež, J., Dakskobler, I. 1990. *Ornithogalo pyrenaici-Fagetum* ass. nova združba bukovih gozdov v Sloveniji, Scopolia 22: 1–22, (Pregl. 1, popisi 1, 7, 16, 21, 22); Košir, Ž. 1979. Ekološke, fitocenološke in gozdnogospodarske lastnosti Gorjancev v Sloveniji, Zbornik gozdarstva in lesarstva 17 (1): 1–242, (Pregl. 9, popisa 2, 16; Pregl. 10, popis 13); Otašević, N. 1991. Gozdne združbe na severnih pobočjih Orlice, Specialistična naloga, BIJH ZRC SAZU, 70 str., (Pregl. 1, popis 19; Pregl. 2, popisa 1, 7); Dakskobler, I. 1997. Geografske variente asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963, Razprave 38: 165–255, (Pregl. 2, popisa 13, 14; Pregl. 4, popisa 2, 11); Dakskobler, I. 1991. Gozd bukve in jesenske vilovine – *Seslerio autumnalis-Fagetum*, Scopolia 24: 1–53, (Pregl. 2, popis 39; Pregl. 1, popis 9); Marinček, L., Poldini, L., Zupančič, M. 1989. Beitrag zur kenntniss der Gesellschaft *Anemono-Fagetum*, Razprave 30 (1): 3–64, (Preglednica 1, popis 7); Dakskobler, I. 1996. Združba *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi v Koprskem gričevju, Annales 6 (9): 181–200, (Pregl. 1, popis 12); Dakskobler, I. 1996. Bukovi gozdovi srednjega Posočja, Scopolia 35: 1–78, (Pregl. 1, popisi 15, 36, 39, 56; Pregl. 6, popisa 9, 16); Zupančič, M., Žagar, V., Surina, B. 2000. Predpanonski bukovi asociaciji v severovzhodni Sloveniji, Razprave 41–2 (4): 179–248, (Pregl. 1, popis 1); Dakskobler, I. 1999. Gozdna vegetacija Zelenega potoka v dolini Idrije (zahodna Slovenija), Razprave 40 (7): 103–194, (Pregl. 7, popis 4); Cimperšek, M. 2006. Gozdna združba bukve in črnega gabra na Boču s samosvojo notranjo dinamiko, Gozdarski vestnik 64 (4): 179–196, (Pregl. 2, popisi 7, 8, 15, 18); Cerovečki, Z. 2006. *Seslerio sadlerianae-Ostryetum* Cerovečki ass. nov. (*Ostryo-Carpinion orientalis* Ht. 1959) u gorju sjeverozapadne Hrvatske, Šumarski list 80: 175–181, (Pregl. 1, popisi 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14); Šugar, I. 1972. Biljni svijet Samoborskog gorja, doktorska disertacija, Zagreb, 325 str., (Pregl. 39, popis 1); Trinajstić, I. 1972. Fitocenološka istraživanja bukovih šuma Gorskog Kotara, Acta Botanica Croatica 31: 173–180, (Pregl. 1, popisi 1, 2, 3; Pregl. 2, popisa 1, 2); Regula-Bevilqua, L. 1978. Biljni pokrov Strahinščice u Hrvatskom Zagorju, Doktorska disertacija, PMF Zagreb, 261 str., (Pregl. 40, popis 4); Trinajstić, I., Cerovečki, Z. 2005. Prilog sintaksonomskoj analizi asocijacije *Erico-Fagetum* (Ht. 1962), Šumarski list, 3–4, 135–142, (Pregl. 1, popisi 1, 5, 6, 8, 14, 18); Vukelić, J., Baričević, D., Drvenkar, D. 2003. Fitocenološke karakteristike bukovih šuma u Samoborskome gorju, Šumarski list (11–12): 531–544: (Pregl. 1, popisi 3, 6, 8, 9, 22, 35); Pavletić, Z., Šoštarić, R. 1996. Das *Ostryo-Fagetum* im Gebiet Hrvatsko Zagorje (Kroatien). Ann. Mus. Civ. Rovereto II (11): 165–174, (Pregl. 1, popisa 2, 4); Dizdarević, M., Lakušić, R., Grgić, P., Pavlović, B., Redžić, S. 1989. Refugialni i reliktni karakter nekih vrsta biljaka i životinja u kanjonskim životnim zajednicama, elaborat, Prirodno-matematički fakultet univerziteta u Sarajevu, (popis 3).

#### SNOP 4:

Dakskobler, I., Mayer, E. 1992. *Cortusa matthioli* L. am südostrand der Alpen, Razprave 33 (5): 115–146, (Pregl. 1, popisa 7, 8); Dakskobler, I. 1996. Razvoj gozda na erozijskem območju na severnih pobočjih Porezna (Julijске Alpe), Razprave 37 (7): 147–188, (Pregl. 1, popis 19); Dakskobler, I. 1998. Vegetacija gozdnega rezervata Govci na

severozahodnem robu Trnovskega gozda (zahodna Slovenija), Gorski gozd, XIX. gozdarski študijski dnevi, Zbornik referatov: 269–301, (Pregl. 7, popis 3); Marinček, L., Šilc, U. 1997. Dinaric altimontane beech forest with moor-grass *Ranunculo platanifoliae-Fagetum* Marinček in sod. 1993 var. geogr. *Calamintha grandiflora* Marinček 1995 *seslerietosum autumnalis* from Mt. Snežnik, Annales 11: 25–32, (Pregl. 1, popisa 2, 9); Dakskobler, I. 2003. Asociacija *Rhododendro hirsuti-Fagetum* Accetto ex Dakskobler, Razprave 44 (2): 5–85, (Pregl. 7, popis 11; Pregl. 6, popis 18; Pregl. 3, popis 3; Pregl. 4, popisa 3, 13; Pregl. 1, popisi 2, 3, 12; Pregl. 5, popis 4); Košir, Ž. 1979. Ekološke, fitocenološke in gozdnogospodarske lastnosti Gorjancev v Sloveniji, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 17 (1): 1–242, (Pregl. 8, popisi 14, 19, 21, 26); Tregubov, V. 1957. Gozdne rastlinske združbe, v: Prebiralni gozdovi na Snežniku, Strokovna in znanstvena dela 4: 23–65, (Pregl. 1, popis 38); Accetto, M. 2002. Pragozdno rastlinje rezervata Krokar na Kočevskem, Gozdarski vestnik 60 (10): 419–444, (popis 58); Dakskobler, I. 2004. Jelovo-bukovi gozdovi v dolini Loške Koritnice v Julijskih Alpah (severozahodna Slovenija), Gozdarski vestnik 62 (7–8): 299–315, (Pregl. 1, popis 21); Dakskobler, I. 2002. Jelovo-bukovi gozdovi na Bovškem (Julijske Alpe, severozahodna Slovenija), Razprave 43 (2): 109–155, (Pregl. 1, popis 24; Pregl. 2, popis 6); Marinček, L., Poldini, L., Zupančič, M. 1989. Beitrag zur kenntniss der Gesellschaft *Anemono-Fagetum*, Razprave 30 (1): 3–64, (Pregl. 1, popisa 25, 31; Pregl. 3, popis 8; Pregl. 4, popis 28); Marinček, L. 1981. Subalpsko bukovje Škofjeloškega hribovja, Loški razgledi 27: 182–192, (Pregl. 1, popis 6); Marinček, L. 1996. Subalpine Buchenwälder in den westlichen Dinariden, Ann. Mus. Civ. Roveretto, 11: 197–208, (Pregl. 1, popisi 1, 5, 24, 27); Marinček, L., Mucina, L., Zupančič, M. 1993. Nomenklatorische revision der illyrischen buchenwälde, Studia Geobotanica, 12: 121–135, (Stran 129, popis 1); Surina, B. 2001. Fitocenološke raziskave jelovo-bukovega gozda (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.) v zahodnem delu ilirske florne province, magistrska naloga, Biotehniška fakulteta, 99 str., (Pregl. 7, popis 3); Marinček, L., Čarni, A. 2007. Illyrian pre-alpine fir and beech forests – the association *Homogyno sylvestris-Fagetum* Marinček in sod. 1993, Hacquetia 6 (2): 111–129, (Pregl. 1, popisi 14, 31, 64); Surina, B. 2007. Subalpine Beech forest with Hairy Alpenrose (*Polysticho lonchitis-Fagetum rhododendretosum hirsuti* subass. nova) on Mt. Snežnik (Liburnian karst, Dinaric Mts), Hacquetia 6 (2): 195–208, (Pregl. 1, popisi 1, 6, 9, 10); Accetto, M. 2007. *Arunco-Fagetum* Ž. Košir 1962 var. geogr. *Acer obtusatum* var. geogr. nov. v dolini zgornje Kolpe, Gozdarski vestnik 65 (9): 422–440, (Pregl. 1, popisi 1, 2, 4, 5); Wraber, M. 1963: Gozdnogojitveni elaborat za Gozdnogospodarsko enoto Vitanje, Biološki inštitut SAZU, 52 str., (Pregl. 3, popis 13); Marinšek, A. 2007: Neobjavljeni (popisi 1, B02, B03, B04); Horvat, I. 1938. Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse 6, 127–279, (Pregl. 3, popis 26); Pelcer, Z., Lindić, V. 1982. Vegetacija – Prirodni šumski rezervat Medvedjak, Radovi 50: 7–13, (Pregl. 1, popis 2); Cerovečki, Z. 2009: Šume bukve s trstolikom milavom – As. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* (Ht. 1950) Cerovečki ass. nov. na planinama zapadne Hrvatske, Šumarski list 7–8: 417–423, (Pregl. 1, popisi 1–10); Barudanović, S. 2003. Ekološko-vegetacijska diferencijacija liščarsko-listopadnih šuma planine Vranica, doktorska disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, 373 str., (Pregl. 14, popisi 6, 17, 18, 19; Pregl. 18, popis 39); Fukarek, P. 1964. Fitocenološka istraživanja Igmana, Institut šumarstva u Sarajevu. 134 str., (Pregl. 6, popisa 3, 6; Pregl. 26, popisi 1–5); Redžić, S., Lakušić, R., Muratspahić, D., Bjelčić, Ž., Omerović, S. 1984. Struktura i dinamika fitocenoza Cincara i Vitoroga, Godišnjak biološkog inštituta Univerziteta u Sarajevu 37: 137–177, (Pregl. 5, popisi 1, 2,

4; Pregl. 6, popisi 2, 3, 4, 5); Stefanović, V. 1964. Šumska vegetacija šireg područja Trebevića, Radovi odjeljenje privredno-tehničkih nauka 25 (7): 56–153, (Pregl. 3, popisi 1–6; Pregl. 5, popisi 1–4); Blečić, V., Lakušić, R. 1970. Prašuma Biogradska gora na planini Bjelasici u Crnoj Gori; v: Južnoevropske prašume i visokoplaninska flora i vegetacija istočnoalpsko-dinarskog prostora, ANU BiH, Posebno izdanje 15 (4): 131–140, (Pregl. 2, popis 2); Janković, M., Stefanović, V. 1983. Prilog poznavanju subalpinske zajednice mezijske bukve i planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) na severnoj padini Šarplanine, ANU BiH, Radovi 21: 365–371, (Pregl. 1, popis 6); Jovanović, B. 1980. Šumske fitocenoze i staništa Suve planine, Glasnik šumarskog fakulteta, Seritvo, Posebno izdanje 55: 216 str., (Pregl. 39, popisi 9, 25, 26, 29; Pregl. 42, popisi 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12); Jovanović, B. 1955. Šumske fitocenoze Rtnja, Glasnik šumarskog fakulteta 10: 99–127, (Pregl. 9, popisi 6, 7, 8); Rizovski, R., Džekov, S. 1990. Šumskata vegetacija na planinata Bistra, Bistra 2, MANU, Skopje, 72 str., (Pregl. 14, popisa 11, 12).

#### **SNOP 5:**

Čarni, A. Seliškar, A., Zupančič, M. 1992. Pregled gozdne in travniške vegetacije na Goričkem, Znanstvena revija, Naravoslovje in matematika 1: 23–43, (Pregl. 1, popis 1); Košir, Ž. 1979. Ekološke, fitocenološke in gozdnogospodarske lastnosti Gorjancev v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva 17 (1): 1–242, (Pregl. 11, popis 9); Otašević, N. 1991. Gozdne združbe na severnih pobočjih Orlice, specialistična naloga, BIJH ZRC SAZU, 70 str., (Pregl. 1, popis 30, Pregl. 3, popisi 2, 3, 4); Dakskobler, I. 1996. Bukovi gozdovi Srednjega Posočja, Scopolia 35: 1–78, (Pregl. 2, popis 23); Cimperšek, M. 1988. Ekologija naravne obnove v subpanonskem bukovju, Zbornik gozdarstva in lesarstva 31: 121–184, (Pregl. 1, popis 38); Marinček, L., Zupančič, M. 1995. Nomenklatorična revizija acidofilnih bukovih in gradnovih gozdov, Hladnikia 4: 29–35, (1 popis); Zupančič, M., Žagar, V. 1997. Projekt Mura, elaborat, BIJH ZRC SAZU, (1 popis); Marinšek, A. 2007. Neobjavljeno (popisa 1, 5); Baričević, D. 2002. Sinekološko-fitocenološke značajke šumske vegetacije Požeške i Babje gore, doktorska disertacija, Faculty of Forestry, University of Zagreb, 175 str., (Pregl. 22, popisi 2, 3, 5, 7, 10, 16, 19; Pregl. 25, popisi 3, 13, 17; Pregl. 26, popis 11); Šegulja, N. 1974. Biljni pokrov Vukomeričkih gorica, doktorska disertacija, Unverzitet u Zagrebu, 232 str., (Pregl. 43, popisi 5, 9, 12, 16); Trinajstić, I., Franjić, J., Škvorc, Ž. 2003. Sintaksonomska analiza bukovih šuma Međimurja (Hrvatska), Šumarski list 127 (1–2): 3–9, (Pregl. 1, popisi 2–11); Hazler, K. 1974. Genetička struktura bukovih populacija (*Fagus sylvatica* L.) s područja jugoistočne Europe, magistrska naloga, PMF, Zagreb, 87 str., (1 popis); Rauš, Đ. 1986. Sto trajnih ploha Republike Hrvatske (Ekološka istraživanja), Glasnik za šumske pokuse 32: 225–375, (Pregl. 16, popis 1; Pregl. 18, 1 popis; Pregl. 20, 2 popisa); Horvat, I. 1938. Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse 6, 127–279, (Pregl. 3, popisi 1, 13, 27); Trinajstić, I., Franjić, J. 1999. Šume bukve s dlakavim šašom (*Carici pilosae-Fagetum* Oberdorfer 1957) in the vegetation of Croatia, Šumarski list 7–8: 311–321, (Pregl. 1, popisi 1, 4, 5, 8); Matić, S., Prpić, B., Rauš, Đ., Vranković, A., Seletković, Z. 1979. Ekološko-uzgojne osobine specijalnih rezervata šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar u Slavoniji, Drugi kongres ekologa Jugoslavije, Zagreb: 767–825, (Pregl. 1, popisi 2, 5, 8); Vukelić, J., Španjol, Ž. 1990. Fitocenološki karakter čistih sastojina obične breze, Šumarski list 64: 357–369, (Pregl. 1, popisi 2, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19); Vukelić, J., Baričević, D., Drvenkar, D. 2003. Fitocenološke karakteristike bukovih šuma u Samoborskome gorju, Šumarski list (11–12): 531–544, (Pregl. 1, popis

30); Baričević, D., Vukelić, J., Šapić, I. 2009: Ass. *Polysticho setiferi-Fagetum* Zupančič in sod. 2000 in forest vegetation of Zrinska Gora (Croatia), Hladnikia 23: 81–91, (popisi 2, 3, 4, 7, 8, 13, 14); Janković, M., Mišić, V. 1960. Šumska vegetacija i fitocenoze Fruške gore, Monografije Fruške gore, Matica srpska, Novi Sad, 191 str., (Pregl. 1, popisi 7, 8, 11; Pregl. 2, popis 11); Dizdarević, M., Lakušić, R., Grgić, P., Pavlović, B., Redžić, S. 1989. Refugialni i reliktni karakter nekih vrsta biljaka i životinja u kanjonskim životnim zajednicama, elaborat, Prirodno-matematički fakultet univerziteta u Sarajevu, (popis 4); Brujić, J. 2007: Neobjavljeno (popisi 1, 9, 10, 12); Barudanović, S. 2003. Ekološko-vegetacijska diferencijacija liščarsko-listopadnih šuma planine Vranica, doktorska disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, 373 str., (Pregl. 22, popisi 21, 22, 23, 24, 28, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40; Pregl. 26, popisi 1, 5, 6, 7, 8, 9); Fabijanić, B., Fukarek, P., Stevanović, V. 1963. Pregled osnovnih tipova šumske vegetacije. – Naučno društvo SR Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga III, Lepenica: 85–129, (Pregl. 6, popisi 1, 2, 5; Pregl. 7, popisi 1–5); Glišić, M. 1954. Prilog poznavanju fitocenoza pitomog kestena i bukve, Šumarstvo 3: 162–174: (Pregl. 2, popisi 4, 6, 8); Fabijanić, B., Burlica, Č., Vukorep, I., Živanov, N. 1967. Tipovi šuma na eocenskom flišu severne Bosne, Radovi šumarskog fakulteta i instituta za šumarstvo u Sarajevu 12 (1): 1–89, (Pregl. 5, popisi 1–10; Pregl. 6, popisi 1, 2, 3, 5, 9); Lakušić, R., Redžić, S., Muratspahić, D., Omerović, S. 1987. Struktura i dinamika fitocenoza na trajnim plohami Nacionalnog parka "Sutjeska", Bilten Društva ekologa BiH, ser. a 4, 53–106, (Pregl. 2, popisi 4, 10, 12, 13, 14, 18); Blečić, V., Lakušić, R. 1970. Prašuma Biogradska gora na planini Bjelasici u Crnoj Gori; v: Južnoevropske prašume i visokoplaninska flora i vegetacija istočnoalpsko-dinarskog prostora, ANU BiH, Posebno izdanje, 15 (4): 131–140, (Pregl. 1, popisi 3, 4, 11, 12); Mišić, V., Jovanović-Dunić, R., Popović, M., Borisavljević, Lj., Antić, M., Dinić, A., Danon, J., Blazenić, Z. 1978. Biljne zajednice i staništa Stare planine, Posebna izdaja, Odjeljenje prirodno-matematičkih nauka 511 (49), 389 str., (Pregl. 7, popisi 1, 5, 6, 9; Pregl. 11, popisa 3, 4; Pregl. 31, popis 3); Tomić, Z. 1976. Fitocenoze bukve na Buklji, Glasnik šumarskog fakulteta 50: 149–154, (Pregl. 1, popisi 3, 13); Jovanović, B. 1959. Prilog poznavanju šumskih fitocenoza Goča, Glasnik Šumarskog fakulteta 16: 167–186, (popisi 11, 13); Jovanović, B. 1980. Šumske fitocenoze i staništa Suve planine, Glasnik šumarskog fakulteta. Seritvo, Posebno izdanje 55: 216 str., (Pregl. 36, popisa 17, 23); Rakonjac, L. B. 2002. Šumska vegetacija i njena staništa na Pešterskoj visoravni kao osnova za uspešno pošumljavanje, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 345 str., (Pregl. 5, popisi 1, 2, 6, 7); Uvalić-Tomić, Z. 1972. Fitocenoze Lipovice, magistrska naloga, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 140 str., (popisi 10, 21, 23, 28); Jovanović, B. 1955. Šumske fitocenoze Rtnja, Glasnik šumarskog fakulteta 10: 99–127, (Pregl. 7, popis 5); Tzonev, R., Dimitrov, M., Chytrý, M., Roussakova, V., Dimova, D., Gussev, C., Pavlov, D., Vulchev, V., Vitkova, A., Gogoushev, G., Nikolov, I., Borisova, D., Ganeva, A. 2006. Beech forest communities in Bulgaria, Phytocoenologia 36: 247–279, (39 popisov); Baričević, D. 2002: Sinekološko-fitocenološke značajke šumske vegetacije Požeške i Babje gore, doktorska disertacija, Faculty of Forestry, University of Zagreb, 175 str., (Pregl. 26, popis 8); Pernar, N., Vukelić, J. 1994. O nekim odnosima između kemijskih svojstava tla i sastava prizemnog rašća u bukovim šumama istočnog Kalnika, Simpozij Pevalek, Zagreb: 71–78, (Pregl. 5, popisa 5, 7); Trinajstić, I., Cerovečki, Z. 2009. Asociacija *Festuco drymeiae-Fagetum* Magic 1987 (*Aremonio-Fagion*) u vegetaciji sjeverozapadne Hrvatske, Šumarski list 5–6: 249–256, (popisi 3, 4, 10, 17, 18). Brujić, J. 2003. Šumska vegetacija sjevernog dijela

planine Uzlomac kod Banja Luke, magistrska naloga, Katedra za ekologiju šuma, Šumarski fakultet Beograd, 129 str., (1 popis); Vukičević, E. 1966. Šumske fitocenoze Cera, Glasnik muzeja šumarstva i lova 6: 95–124, (Pregl. 1, popisa 16, 18); Gajić, M. 1961. Fitocenoze i staništa planine Rudnik i njihove degradacione faze, Glasnik Šumarskog fakulteta 23: 5–114, (Pregl. 18, popis 16); Jovanović, B. 1959. Prilog poznавању шумских fitocenoza Goča, Glasnik Šumarskog fakulteta 16: 167–186, (Pregl. 5, popisa 4, 20; Pregl. 6, popis 11); Perović, M. 2007. Taksonomske, ekološke i anatomske karakteristike planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) u centralnoj Srbiji, magistrska naloga, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 140 str., (Pregl. 14, popisa 6, 7; Pregl. 15, popis 2; Pregl. 16, popis 2); Milošević, R. 2006. Definisanje tipova bukovih i bukovo-jelovih šuma na Velikom Jastreplju, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 333 str., (Pregl. 31, popisi 2, 24, 28, 29, 31, 36, 38); Perović, M., Cvjetićanin, R. 2009. Ecological and floristic characteristics of the new subassociation *Aceri heldreichii-Fagetum* subass. *carpinetosum betuli* on Mt. Rudnik, Glasnik Šumarskog fakulteta, 100, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 179–190, (Pregl. 2, popisa 4, 5); Cvjetićanin, R., Bjelanović, I. 2007. Promene florističkog sastava u veštački podignutim sastojinama četinara na staništu planinske šume bukve na području Bukova, 9th symposium on Flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions, Proceedings: 199–204, (Pregl. 1, popisi 5–13, 22); Marinček, L., Poldini, L., Zupančič, M. 1989. Beitrag zur kenntniss der Gesellschaft *Anemono-Fagetum*, Razprave, 30 (1): 3–64, (Pregl. 2, popis 21); Zupančič, M., Žagar, V., Surina, B. 2000. Predpanonski bukovi asocijaciji v severovzhodni Sloveniji, Razprave 41–2(4): 179–248, (Pregl. 1, popis 17).

#### **SNOP 6:**

Barudanović, S. 2003. Ekološko-vegetacijska diferencijacija lišćarsko-listopadnih šuma planine Vranica, doktorska disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, 373 str., (Pregl. 14, popisi 1, 5, 21, 22; Pregl. 22, popisa 26, 30); Fukarek, P. 1964. Fitocenološka istraživanja Igmana, Institut šumarstva u Sarajevu. 134 str., (Pregl. 1, popisa 4, 5); Dizdarević, M., Lakušić, R., Grgić, P., Pavlović, B., Redžić, S. 1989. Refugialni i reliktni karakter nekih vrsta biljaka i životinja u kanjonskim životnim zajednicama, elaborat, Prirodno-matematički fakultet univerziteta u Sarajevu, (Pregl. 14, popisi 1, 2, 4, 6); Janković, M., Stefanović, V. 1983. Prilog poznавању subalpinske zajednice mezijske bukve i planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) na severnoj padini Šarplanine, ANU BiH, Radovi 21: 365–371, (Pregl. 1, popis 3); Mišić, V., Jovanović-Dunić, R., Popović, M., Borisavljević, Lj., Antić, M., Dinić, A., Danon, J., Blazenić, Z. 1978. Plant communities and habitats of the Stara planina mountains, The Serbian Academy of Sciences and Arts, Monographs, Vol. XI, The section for natural and mathematical sciences 49, 389 str., (Pregl. 11, popis 6; Pregl. 33, popisi 2, 3, 4, 5, 6, 9); Dzwonko, Z., Loster, S., Dubiel, E., Drenkovski, R. 1999. Syntaxonomic analysis of beechwoods in Macedonia (former Republic of Yugoslavia), Phytocoenologia 29 (2): 153–175, (Pregl. 3, popisi 1, 3, 6, 9, 23, 30, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54; Pregl. 4, popisi 1, 14, 16, 17, 22); Blečić, V., Lakušić, R. 1970. Prašuma Biogradska gora na planini Bjelasici u Crnoj Gori; v: Južnoevropske prašume i visokoplaninska flora i vegetacija istočnoalpsko-dinarskog prostora, ANU BiH, Posebno izdanje 15 (4): 131–140, (Pregl. 2, popisi 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8; Pregl. 4, popisi 1–5, 7–10); Gajić, M. 1954. Šumske i livadske fitocenoze Kosmaja, Zbornik radova, Institut za ekologiju i biogeografiju 5 (10): 1–16, (Pregl. 2, popis 6); Pavlović, Z. 1951. Vegetacija planine Zlatibora, Zbornik radova Instituta za

ekologiju SAN 2, 115–182, (Pregl. 2, popisi 3–7); Jovanović, B. 1959. Prilog poznavanju šumskih fitocenoza Goča, Glasnik Šumarskog fakulteta 16: 167–186, (Pregl. 7, popisi 1, 3, 6, 10, 19); Čolić, D. 1968. Šume masiva Jelove gore (zapadna Srbija), kao predela naročite prirodne lepote, sa posebnom osvrtom na zajednice sa zelenikom (*Ilex aquifolium* L.), Beograd, Zaštita prirode 34: 349–388, (Pregl. 1, popis 4); Jovanović, B. 1980. Šumske fitocenoze i staništa Suve planine, Glasnik šumarskog fakulteta, Seritvo, Posebno izdanje 55: 216 str., (Pregl. 36, popis 8; Pregl. 39, popisi 3, 7, 11, 19, 22, 23); Jovanović, B. 1973. Prilog poznavanju fitocenoza bukve na Ostrozubu, Glasnik prirodnjačkog muzeja, Serija C: Šumarstvo i lov 7: 5–27, (2 reprezentativna popisa); Krstić, M. 2005. Izdanačke bukove šume severoistočne Srbije, Šumarski fakultet Beograd, Inštitut za šumarstvo, Beograd, 207 str., (Pregl. 14, popis 6); Milošević, R. 2006. Definisanje tipova bukovih i bukovo-jelovih šuma na Velikom Jastreplju, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 333 str., (Pregl. 32, popis 66); Cvjetićanin, R., Novaković, M. 2004. Fitocenološka pripadnost bukovih šuma u istraživanim sastojinama na Ozrenu-Sokobanja, Beograd, Šumarstvo 3: 97–104, (Pregl. 1, popisa 3, 5); Jovanović, B. 1955. Šumske fitocenoze Rtnja, Glasnik šumarskog fakulteta 10: 99–127, (Pregl. 5, popisa 3, 4); Džekov, S., Rizovski, R. 1978. Šumskata rastitelnost vo Maleš i Pijanec, 1. Vegetacija, MANU, Posebno izdanje: 43–73. (Pregl. 5, popisi 1–12); Rizovski, R., Džekov, S. 1990. Šumskata vegetacija na planinata Bistra, Bistra 2, Makedonska akademija na naukite i umetnostite, 72 str., (Pregl. 11, popisi 1–5; Pregl. 12, popisa 1, 3; Pregl. 13, popisa 1, 2; Pregl. 14, popisi 1–10; Pregl. 15, popisi 1–5; Pregl. 15, popisi 1–5; Pregl. 16, popisi 1–5); Tzonev, R., Dimitrov, M., Chytrý, M., Roussakova, V., Dimova, D., Gussev, C., Pavlov, D., Vulchev, V., Vitkova, A., Gogoushev, G., Nikolov, I., Borisova, D., Ganeva, A. 2006. Beech forest communities in Bulgaria, Phytocoenologia 36: 247–279, (45 popisov); Reif, A., Löblich-Illie, K. 1999. Sind die Rotbuchenwälder im Pieria-Gebirge (Nordgriechenland) höhenzonal oder extrazonal? Eine Studie zum Übergang zwischen temperaten und submediterranen Wäldern in Nordgriechenland, Phytocoenologia 29: 87–146, (Pregl. 2, popisa 3, 19; Pregl. 4, popis 19; Pregl. 5, popisi 1, 6, 8, 11, 16, 18, 21, 26, 31, 35; Pregl. 6, popisi 1, 6, 8); Smiris, P. 1980. Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen von naturnahen Buchenwäldern im Voras-Gebirge (Nordgriechenland). doktorska disertacija, Georg-August-Universität, Göttingen, (Pregl. 3, popisi 2, 5, 12, 18, 24, 30, 36, 40, 45); Bergmeier, E. 1990. Wälder und Gebüsche des Niederen Olymp (Káto Olimbos, NO-Thessalien), Ein Beitrag zur systematischen und orographischen Vegetationsgliederung Griechenlands, Phytocoenologia 18: 161–342, (Pregl. 21, popisi 30, 33, 35); Čarni, A., Matevski, V., Kostadinovski, M., Košir, P., Marinšek, A., Paušič, A., Šilc, U., 2010. Neobjavljeni (5 popisov); Volpers, T. 1989. Changes in microclimate and vegetation after thinning in a montane virgin forest, Phytocoenologia 17: 71–104, (Pregl. 1, popisi 1–5); Theodoropoulos, K. G. 1991. Bestimmung und Klassifizierung der pflanzensoziologischen Vegetationseinheiten im Universitätswald Taxiarchis Chalkidiki, doktorska disertacija, Aristotle University, Thessaloniki, (Pregl. 5, popisi 167, 170, 88, 68, 117); Schreiber, H. J. 1998. Waldgrenznahe Buchenwälder und Grasländer des Falakron und Pangäon in Nordostgriechenland. Syntaxonomie, Struktur und Dynamik, Arb. Inst. Landschaftsökol. Westf. Wilhelms-Univ. Münster 4: 1–171, (Pregl. 3.2, popisa 16, 22; Pregl. 3.3, popisi 23, 25, 28, 31, 32).

### **SNOP 7:**

Cimperšek, M. 1988. Ekologija naravne obnove v subpanonskem bukovju, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 31: 121–184, (Pregl. 1, popis 39); Baričević, D. 2002: Sinekološko-fitocenološke značajke šumske vegetacije Požeške i Babje gore, doktorska disertacija, Faculty of Forestry, University of Zagreb, 175 str., (Pregl. 22, popis 12); Brujić, J. 2000. Neobjavljeni (5 popisov); Šugar, I. 1972. Biljni svijet Samoborskog gorja, doktorska disertacija, Zagreb, 325 str., (Pregl. 39, popis 14); Vukelić, J., Baričević, D., Drvenkar, D. 2003. Fitocenološke karakteristike bukovih šuma u Samoborskoj gorji, Šumarski list 11–12: 531–544, (Pregl. 1, popis 13); Eremija, S. 2008. Phytocoenological characteristics of beech forests on Manjača, Bulletin of the Faculty of Forestry 98: 89–106, (Pregl. 1, popisi 10, 12, 28); Brujić, J. 2003. Šumska vegetacija sjevernog dijela planine Uzljomac kod Banja Luke, doktorska disertacija, Katedra za ekologiju šuma, Šumarski fakultet Beograd, 129 str., (1 popis); Dizdarević, M., Lakušić, R., Grgić, P., Pavlović, B., Redžić, S. 1989. Refugialni i reliktni karakter nekih vrsta biljaka i životinja u kanjonskim životnim zajednicama, elaborat, Prirodno-matematički fakultet univerziteta u Sarajevu, (Pregl. 14, popis 7); Čarni, A., Matevski, V., Kostadinovski, M., Košir, P., Marinšek, A., Paušić, A., Šilc, U. 2010. Neobjavljeni (10 popisov iz Galičice – Makedonija); Tomić, Z. 1976. Fitocenoze bukve na Buklji, Univerza u Beogradu, Glasnik šumarskog fakulteta 50: 149–154, (Pregl. 1, popis 21); Mišić, V. 1956. Bukove fitocenoze Boranje, Arhiv bioloških nauke 8 (3–4): 42–58, (Pregl. 1, popis 4); Belanović, B. S. 2006. Ekološki kvalitet zemljišta brdsko-planinskog područja istočne Srbije, doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 216 str., (Pregl. 3a, popis 1); Cvjetićanin, R., Novaković, M. 2007. Šumske fitocenoze u gazdinskim jedinicama Čezava I i V: Osnovne ekološke i strukturne karakteristike tipova šuma Đerdapa i Tare, Zbornik radova, str. 468–488, (Pregl. 2, popisa 5, 9); Milošević, R. 2006. Definisanje tipova bukovih i bukovo-jelovih šuma na Velikom Jastreplju, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 333 str., (Pregl. 30, popis 25; Pregl. 33, popis 84); Krstić, M. 2005. Izdanačke bukove šume severoistočne Srbije, Šumarski fakultet Beograd, Institut za šumarstvo, Beograd, 207 str., (Pregl. 14, 1 popis); Uvalić-Tomić, Z. 1972. Fitocenoze Lipovice, doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 140 p, (popis 17); Tzonev, R., Dimitrov, M., Chytrý, M., Roussakova, V., Dimova, D., Gussev, C., Pavlov, D., Vulchev, V., Vitkova, A., Gogoushev, G., Nikolov, I., Borisova, D., Ganeva, A. 2006. Beech forest communities in Bulgaria, Phytocoenologia 36: 247–279, (15 popisov); Reif, A., Löblich-Illie, K. 1999. Sind die Rotbuchenwälder im Pieria-Gebirge (Nordgriechenland) höhenzonal oder extrazonal? Eine Studie zum Übergang zwischen temperaten und submediterranen Wäldern in Nordgriechenland, Phytocoenologia 29: 87–146, (Pregl. 2, popisi 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15, 17; Pregl. 3, popisi 1, 3, 8, 12, 17, 21, 24, 31, 37, 40; Pregl. 4, popisi 1, 4, 8, 13, 25, 30, 35, 39, 41; Pregl. 6, popisi 10, 15, 17, 20, 25, 31, 34); Smiris, P. 1980. Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen von naturnahen Buchenwäldern im Voras-Gebirge (Nordgriechenland), doktorska disertacija, Georg-August-Universität, Göttingen, (Pregl. 3, popis 66); Bergmeier, E. 1990. Wälder und Gebüsche des Niederen Olymp (Káto Olimbos, NO-Thessalien). Ein Beitrag zur systematischen und orographischen Vegetationsgliederung Griechenlands, Phytocoenologia 18: 161–342, (Pregl. 20, popisi 1, 3, 5, 7, 9, 12, 14, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35; Pregl. 21, popisi 1, 2, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 27, 28); Theodoropoulos, K. G. 1991. Bestimmung und Klassifizierung der pflanzensoziologischen Vegetationseinheiten im Universitätswald Taxiarchis Chalkidiki, doktorska disertacija,

Aristotle University, Thessaloniki, (Pregl. 5, popisi 89, 98, 93, 100, 173); Schreiber, H. J. 1998. Waldgrenznahe Buchenwälder und Grasländer des Falakron und Pangäon in Nordostgriechenland. Syntaxonomie, Struktur und Dynamik, Arb. Inst. Landschaftsökol, Westf. Wilhelms-Univ. Münster 4: 1–171, (Pregl. 3.2, popisi 1, 5, 9, 10, 11, 14, 20, 30; Pregl. 3.3, popisi 1–10, 12, 16, 18, 20, 22); Dzwonko, Z., Loster, S., Dubiel, E., Drenkovski, R. 1999. Syntaxonomic analysis of beechwoods in Macedonia (former Republic of Yugoslavia), *Phytocoenologia* 29 (2): 153–175, (Pregl. 3, popisi 25, 26, 36, 38).

**Priloga 2: Seznam gozdnih združb uporabljenih v raziskavi ugotavljanja širine ekoloških niš v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querc-Fagetea* v Sloveniji.**

Turboveg šifra	Gozdna združba	št. popisov
46A	<i>Fagetalia sylvaticae</i>	2
46AA01	<i>Alnetum incanae</i>	67
46AA08	<i>Fraxino-Populetum</i>	98
46AA09	<i>Pseudostellario-Quercetum roboris</i>	12
46AA10	<i>Pseudostellario-Carpinetum betuli</i>	27
46AA11	<i>Lamio orvalae-Salicetum eleagni</i>	40
46AA12	<i>Carici brizoidis-Alnetum glutinosae</i>	4
46AB02	<i>Corydalido cavae-Aceretum</i>	2
46AB04	<i>Hacquetio-Fraxinetum</i>	1
46AB08	<i>Arunco-Aceretum</i>	10
46AB09	<i>Ulmo-Aceretum</i>	36
46AC06	<i>Carici albae-Tilietum cordatae</i>	2
46AD01	<i>Asperulo odoratae-Carpinetum</i>	12
46AD02	<i>Helleboro nigri-Carpinetum</i>	15
46AD03	<i>Carici umbrosae-Quercetum petraeae</i>	26
46AD04	<i>Carici albae-Carpinetum</i>	43
46AD05	<i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum</i>	73
46AD06	<i>Abio albae-Carpinetum</i>	48
46AD07	<i>Pruno padi-Carpinetum</i>	14
46AD08	<i>Piceo-Quercetum roboris</i>	9
46AD09	<i>Seslerio-Carpinetum betuli</i>	1
46AD10	<i>Ornithogalo-Carpinetum</i>	115
46AD11	<i>Asaro-Carpinetum betuli</i>	2
46AE05	<i>Festuco drymeje-Fagetum</i>	15
46AF01	<i>Hacquetio-Fagetum</i>	153
46AF02	<i>Vicio oboroidi-Fagetum</i>	59
46AF05	<i>Ornithogalo pyrenaici-Fagetum</i>	87
46AF06	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	234
46AF07	<i>Arunco-Fagetum</i>	40
46AF08	<i>Isopyro-Fagetum</i>	44
46AF09	<i>Cardamine savensi-Fagetum</i>	139
46AF11	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	469
46AF12	<i>Polysticho lonchitis-Fagetum</i>	54
46AF13	<i>Anemono trifoliae-Fagetum</i>	124
46AF14	<i>Stellario glochidispermae-Fagetum</i>	3
46AF15	<i>Ranunculo platanifolii-Fagetum</i>	55
46AF17	<i>Aconito paniculati-Fagetum</i>	2
46AF18	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum</i>	396
46AF19	<i>Ostryo-Fagetum</i>	94

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 2. Seznam gozdnih združb uporabljenih v raziskavi ugotavljanja širine ekoloških niš v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji."

46AF20	<i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i>	234
46AF24	<i>Castaneo-Fagetum</i>	64
46AF25	<i>Melampyro vulgati-Quercetum</i>	38
46AF29	<i>Hacquetio-Quercetum cerris</i>	8
46AF30	<i>Rhododendro hirsuti-Fagetum</i>	156
46AF31	<i>Allio victorialis-Fagetum</i>	1
46AG01	<i>Lamio orvalae-Aceretum</i>	48
46AG02	<i>Omphalodo vernae-Aceretum</i>	30
46AG03	<i>Chrysanthemo macrophylli-Aceretum</i>	58
46AG04	<i>Hacquetio-Fraxinetum</i>	67
46AG05	<i>Saxifrago petreae-Tilietum</i>	111
46AG06	<i>Corydalido ochroleucae-Aceretum</i>	27
46AG07	<i>Dryopterido affini-Aceretum</i>	45
46AG08	<i>Ostryo-Tilietum</i>	20
46AG09	<i>Paeonio officinalis-Tilietum</i>	19
46AG10	<i>Veronico sublobatae-Fraxinetum</i>	7
46AG11	<i>Corydalido ochroleucae-Ostryetum carpinifoliae</i>	1
46AG12	<i>Veratro nigri-Fraxinetum</i>	196
46AG13	<i>Ornithogalo pyrenaici-Fraxinetum</i>	25
46BB01	<i>Luzulo-Fagetum</i>	192
46BB03	<i>Blechno-Fagetum</i>	87
46BD02	<i>Leucobryo-Quercetum</i>	15
46BD03	<i>Calluno-Quercetum</i>	15
46BD04	<i>Pteridio-Betuletum</i>	31
46BD05	<i>Molinio-Quercetum</i>	8
46CA06	<i>Molinio-Quercetum pubescens</i>	14
46CA07	<i>Seslerio-Quercetum pubescens</i>	34
46CA08	<i>Potentillo albae-Quercetum</i>	1
46CA09	<i>Asplenio adianti-nigri-Quercetum</i>	13
46CB01	<i>Querco-Ostryetum carpinifoliae</i>	57
46CB02	<i>Lathyro-Quercetum petraeae</i>	15
46CC	<i>Ostryo-Carpinion</i>	8
46CC01	<i>Seslerio-Ostryetum</i>	130
46CC02	<i>Ostryo-Quercetum pubescens</i>	99
46CC03	<i>Bromo erecti-Quercetum</i>	2
46CC04	<i>Seslerio-Pinetum nigrae</i>	17
46CC05	<i>Querco-Carpinetum orientalis</i>	10
46CC06	<i>Amelanchiero-Ostryetum</i>	29
46CD03	<i>Corydalo ochroleucae-Ostryetum</i>	2
48AB08	<i>Cytisanthro-Ostryetum</i>	17

**Priloga 3: Seznam 323 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije).**

Rastlinska vrsta	<i>theta</i>	Frekvenca pojavljanja v podatkovnem nizu
<i>Valeriana saxatilis</i>	3,448	102
<i>Aster bellidiasterum</i>	3,501	123
<i>Carex ferruginea</i>	3,685	107
<i>Paederota lutea</i>	3,815	163
<i>Rhododendron hirsutum</i>	3,862	286
<i>Salix eleagnos</i>	3,980	123
<i>Clematis alpina</i>	4,081	339
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	4,156	145
<i>Lycopodium annotinum</i>	4,223	105
<i>Cerastium sylvaticum</i>	4,281	117
<i>Salix appendiculata</i>	4,319	134
<i>Cardamine kitaibelli</i>	4,329	199
<i>Saxifraga petraea</i>	4,375	202
<i>Huperzia selago</i>	4,389	364
<i>Polystichum braunii</i>	4,402	134
<i>Lonicera nigra</i>	4,407	272
<i>Gagea lutea</i>	4,421	120
<i>Carex pendula</i>	4,477	257
<i>Alnus incana</i>	4,477	136
<i>Crocus napolitanus</i>	4,488	109
<i>Asplenium ceterach</i>	4,495	158
<i>Polystichum setiferum</i>	4,498	409
<i>Acer monspessulanum</i>	4,522	106
<i>Cnidium silaifolium</i>	4,525	120
<i>Geranium nodosum</i>	4,534	230
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	4,555	112
<i>Anemone ranunculoides</i>	4,582	198
<i>Polystichum lonchitis</i>	4,591	241
<i>Dryopteris affinis</i>	4,597	208
<i>Staphylea pinnata</i>	4,600	237
<i>Lathyrus venetus</i>	4,601	116
<i>Lunaria rediviva</i>	4,611	403
<i>Homogyne sylvestris</i>	4,618	566
<i>Asplenium viride</i>	4,636	653
<i>Allium ursinum</i>	4,644	387
<i>Ruscus hypoglossum</i>	4,653	155
<i>Betonica alopecuros</i>	4,681	138
<i>Ranunculus platanifolius</i>	4,684	209
<i>Gymnocarpium robertianum</i>	4,703	316
<i>Rubus saxatilis</i>	4,707	352
<i>Ranunculus ficaria</i>	4,713	248
<i>Cardamine waldsteinii</i>	4,745	217
<i>Sambucus racemosa</i>	4,753	155
<i>Stellaria montana</i>	4,765	473

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 3. Seznam 323 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije)."

<i>Campanula pyramidalis</i>	4,786	117
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	4,787	494
<i>Asplenium scolopendrium</i>	4,798	665
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	4,804	158
<i>Anthriscus nitidus</i>	4,824	111
<i>Calamintha grandiflora</i>	4,830	346
<i>Scopolia carniolica</i>	4,851	250
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	4,865	480
<i>Daphne laureola</i>	4,887	271
<i>Aconitum lycoctonum</i>	4,911	300
<i>Larix decidua</i>	4,921	224
<i>Luzula nivea</i>	4,926	189
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	4,951	178
<i>Arum maculatum</i>	4,965	679
<i>Festuca altissima</i>	4,972	680
<i>Erythronium dens-canis</i>	4,992	128
<i>Coronilla emerus</i>	5,006	132
<i>Corydalis solida</i>	5,008	156
<i>Campanula carnica</i>	5,009	125
<i>Adenostyles glabra</i>	5,013	760
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	5,017	407
<i>Galanthus nivalis</i>	5,019	559
<i>Petasites albus</i>	5,032	517
<i>Spiraea chamaedryfolia</i>	5,034	127
<i>Orthilia secunda</i>	5,036	117
<i>Valeriana tripteris</i>	5,040	696
<i>Phyteuma ovatum</i>	5,045	307
<i>Epilobium montanum</i>	5,060	474
<i>Leucojum vernum</i>	5,063	283
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	5,066	348
<i>Moehringia trinervia</i>	5,066	200
<i>Aristolochia lutea</i>	5,068	115
<i>Veronica montana</i>	5,068	111
<i>Silene dioica</i>	5,070	138
<i>Phegopteris connectilis</i>	5,090	319
<i>Isopyrum thalictroides</i>	5,098	284
<i>Corydalis cava</i>	5,098	363
<i>Aconitum angustifolium</i>	5,104	153
<i>Veratrum nigrum</i>	5,108	491
<i>Polygonatum verticillatum</i>	5,109	713
<i>Frangula rupestris</i>	5,113	113
<i>Adoxa moschatellina</i>	5,115	662
<i>Circaeaa lutetiana</i>	5,116	418
<i>Myosotis sylvatica</i>	5,116	283
<i>Cystopteris fragilis</i>	5,120	399
<i>Stellaria holostea</i>	5,134	107
<i>Rosa pendulina</i>	5,147	822

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 3. Seznam 323 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije)."

<i>Crocus napolitanus</i>	5,161	338
<i>Dictamnus albus</i>	5,170	106
<i>Helleborus odorus</i>	5,173	623
<i>Hacquetia epipactis</i>	5,177	619
<i>Impatiens noli-tangere</i>	5,177	229
<i>Melica uniflora</i>	5,179	182
<i>Juglans regia</i>	5,179	193
<i>Milium effusum</i>	5,187	349
<i>Cirsium eriophorum</i>	5,189	553
<i>Scilla bifolia</i>	5,190	147
<i>Dryopteris dilatata</i>	5,192	435
<i>Ruscus aculeatus</i>	5,193	526
<i>Sesleria albicans</i>	5,217	296
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	5,218	177
<i>Fraxinus excelsior</i>	5,220	937
<i>Laburnum alpinum</i>	5,223	633
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	5,239	214
<i>Cephalanthera rubra</i>	5,241	130
<i>Lonicera alpigena</i>	5,255	805
<i>Veronica urticifolia</i>	5,255	845
<i>Luzula sylvatica</i>	5,283	255
<i>Cardamine impatiens</i>	5,288	253
<i>Campanula rapunculoides</i>	5,290	497
<i>Polystichum aculeatum</i>	5,305	1040
<i>Viburnum opulus</i>	5,307	318
<i>Euonymus latifolius</i>	5,308	271
<i>Actaea spicata</i>	5,317	1386
<i>Euphorbia carniolica</i>	5,336	327
<i>Lathyrus vernus</i>	5,338	959
<i>Galium odoratum</i>	5,343	1052
<i>Listera ovata</i>	5,349	373
<i>Sanicula europaea</i>	5,351	848
<i>Epimedium alpinum</i>	5,358	187
<i>Aremonia agrimonoides</i>	5,359	762
<i>Vinca minor</i>	5,361	749
<i>Doronicum austriacum</i>	5,365	352
<i>Tilia cordata</i>	5,378	598
<i>Acer platanoides</i>	5,384	655
<i>Asparagus acutifolius</i>	5,384	119
<i>Aruncus dioicus</i>	5,385	607
<i>Aegopodium podagraria</i>	5,387	721
<i>Cephalanthera damasonium</i>	5,388	203
<i>Senecio nemorensis</i>	5,396	112
<i>Dryopteris expansa</i>	5,403	161
<i>Lamium orvala</i>	5,410	1347
<i>Euphorbia dulcis</i>	5,415	722
<i>Urtica dioica</i>	5,417	561
<i>Solanum dulcamara</i>	5,421	236
<i>Pulmonaria officinalis</i>	5,422	1176

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 3. Seznam 323 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije)."

<i>Galeopsis speciosa</i>	5,422	206
<i>Arabis turrita</i>	5,427	272
<i>Crataegus laevigata</i>	5,431	287
<i>Angelica sylvestris</i>	5,432	265
<i>Sedum maximum</i>	5,438	135
<i>Rhamnus alpinus</i> subsp. <i>fallax</i>	5,461	354
<i>Erica carnea</i>	5,463	346
<i>Sorbus aucuparia</i>	5,468	947
<i>Sambucus nigra</i>	5,473	1116
<i>Ulmus glabra</i>	5,478	1062
<i>Rubus idaeus</i>	5,479	819
<i>Omphalodes verna</i>	5,508	632
<i>Phyteuma spicatum</i>	5,517	202
<i>Acer campestre</i>	5,523	1123
<i>Cardamine trifolia</i>	5,526	1538
<i>Asarum europaeum</i>	5,533	1515
<i>Aconitum vulparia</i>	5,550	140
<i>Vicia oroboides</i>	5,557	258
<i>Lonicera xylosteum</i>	5,566	1030
<i>Asparagus tenuifolius</i>	5,598	292
<i>Polygala chamaebuxus</i>	5,603	213
<i>Paris quadrifolia</i>	5,619	1413
<i>Rosa arvensis</i>	5,622	666
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	5,630	732
<i>Deschampsia cespitosa</i>	5,630	257
<i>Neottia nidus-avis</i>	5,635	554
<i>Prunus mahaleb</i>	5,636	135
<i>Maianthemum bifolium</i>	5,637	770
<i>Euonymus europaeus</i>	5,647	608
<i>Geum urbanum</i>	5,650	180
<i>Mercurialis ovata</i>	5,652	210
<i>Glechoma hederacea</i>	5,659	191
<i>Epipactis helleborine</i>	5,659	482
<i>Tanacetum corymbosum</i>	5,659	304
<i>Geranium robertianum</i>	5,661	906
<i>Tilia platyphyllos</i>	5,662	727
<i>Stellaria nemorum</i>	5,679	159
<i>Polygonatum multiflorum</i>	5,692	1317
<i>Cornus mas</i>	5,703	732
<i>Euonymus verrucosus</i>	5,710	390
<i>Dryopteris filix-mas</i>	5,713	2174
<i>Cardamine bulbifera</i>	5,717	1039
<i>Senecio ovatus</i>	5,744	1862
<i>Asplenium trichomanes</i>	5,747	1267
<i>Moehringia muscosa</i>	5,748	674
<i>Tamus communis</i>	5,751	472
<i>Abies alba</i>	5,755	1632
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	5,767	683

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 3. Seznam 323 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije)."

<i>Mercurialis perennis</i>	5,772	2043
<i>Carex sylvatica</i>	5,782	811
<i>Veratrum album</i>	5,784	592
<i>Poa nemoralis</i>	5,787	105
<i>Anemone trifolia</i>	5,788	1254
<i>Scrophularia nodosa</i>	5,789	533
<i>Helleborus niger</i>	5,790	428
<i>Polygala vulgaris</i>	5,805	973
<i>Lilium martagon</i>	5,811	707
<i>Primula vulgaris</i>	5,830	1106
<i>Campanula trachelium</i>	5,839	792
<i>Prenanthes purpurea</i>	5,840	1748
<i>Carpinus betulus</i>	5,842	1136
<i>Symphytum tuberosum</i>	5,844	1457
<i>Oxalis acetosella</i>	5,850	2168
<i>Galium sylvaticum</i>	5,851	1417
<i>Viburnum lantana</i>	5,856	400
<i>Daphne mezereum</i>	5,856	2184
<i>Calluna vulgaris</i>	5,863	110
<i>Stachys sylvatica</i>	5,867	129
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	5,876	663
<i>Hedera helix</i>	5,881	1394
<i>Iris graminea</i>	5,893	115
<i>Cardamine enneaphyllos</i>	5,893	1819
<i>Berberis vulgaris</i>	5,894	331
<i>Calamagrostis varia</i>	5,894	848
<i>Hepatica nobilis</i>	5,907	996
<i>Peucedan austriacum</i>	5,912	139
<i>Cotinus coggygria</i>	5,913	184
<i>Lamiastrum galeobdolon agg.</i>	5,916	2109
<i>Sesleria autumnalis</i>	5,925	824
<i>Amelanchier ovalis</i>	5,952	174
<i>Salvia glutinosa</i>	5,952	1781
<i>Heracleum sphondylium</i>	5,967	550
<i>Thalictrum minus</i>	5,969	135
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	5,970	1030
<i>Aposeris foetida</i>	5,974	932
<i>Rubus hirtus s.lat.</i>	5,974	671
<i>Hieracium racemosum</i>	5,983	226
<i>Vaccinium myrtillus</i>	5,985	848
<i>Mycelis muralis</i>	5,985	1796
<i>Carex alba</i>	5,988	685
<i>Dryopteris carthusiana</i>	6,000	282
<i>Geranium sanguineum</i>	6,002	119
<i>Fragaria moschata</i>	6,003	157
<i>Carex digitata</i>	6,003	1718
<i>Athyrium filix-femina</i>	6,010	1857
<i>Prunus avium</i>	6,011	826
<i>Gentiana asclepiadea</i>	6,014	1361

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 3. Seznam 323 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije)."

<i>Colchicum autumnale</i>	6,024	185
<i>Clematis vitalba</i>	6,028	1020
<i>Sorbus torminalis</i>	6,041	268
<i>Carex pilosa</i>	6,050	264
<i>Viola reichenbachiana</i>	6,062	1372
<i>Platanthera bifolia</i>	6,064	454
<i>Thalictrum aquilegiifolium</i>	6,066	248
<i>Viola riviniana</i>	6,077	109
<i>Blechnum spicant</i>	6,086	161
<i>Melica nutans</i>	6,099	686
<i>Corylus avellana</i>	6,104	1630
<i>Rubus caesius</i>	6,111	299
<i>Melittis melissophyllum</i>	6,126	833
<i>Sorbus aria</i>	6,133	1295
<i>Lathyrus niger</i>	6,135	205
<i>Acer pseudoplatanus</i>	6,137	2914
<i>Anthericum ramosum</i>	6,142	224
<i>Solidago virgaurea</i>	6,143	1495
<i>Anemone nemorosa</i>	6,151	1699
<i>Rhamnus cathartica</i>	6,160	300
<i>Pyrus pyraster</i>	6,160	188
<i>Cyclamen purpurascens</i>	6,165	2260
<i>Lonicera caprifolium</i>	6,181	236
<i>Serratula tinctoria</i>	6,184	279
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	6,184	373
<i>Brachypodium rupestre</i>	6,212	318
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	6,226	164
<i>Quercus pubescens</i>	6,234	346
<i>Allium carinatum</i>	6,235	111
<i>Quercus cerris</i>	6,280	273
<i>Cephalanthera longifolia</i>	6,284	184
<i>Digitalis grandiflora</i>	6,305	251
<i>Teucrium chamaedrys</i>	6,317	177
<i>Knautia drymeia</i>	6,325	409
<i>Luzula pilosa</i>	6,330	541
<i>Hieracium sabaudum</i>	6,336	161
<i>Cornus sanguinea</i>	6,336	657
<i>Betonica officinalis</i>	6,339	195
<i>Ostrya carpinifolia</i>	6,358	1457
<i>Convallaria majalis</i>	6,373	452
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	6,376	653
<i>Festuca heteropachys</i>	6,382	367
<i>Carex humilis</i>	6,382	184
<i>Fragaria vesca</i>	6,382	873
<i>Lamium maculatum</i>	6,384	117
<i>Polygonatum odoratum</i>	6,386	154
<i>Fagus sylvatica</i>	6,409	3500
<i>Crataegus monogyna</i>	6,417	868
<i>Bromus ramosus</i>	6,420	131

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 3. Seznam 323 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst v odvisnosti od ekoloških gradientov v primeru gozdov razreda *Querco-Fagetea* v Sloveniji. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije)."

<i>Picea abies</i>	6,422	2068
<i>Carex flacca</i>	6,442	284
<i>Robinia pseudacacia</i>	6,472	202
<i>Cruciata glabra</i>	6,487	383
<i>Quercus robur</i>	6,494	181
<i>Clinopodium vulgare</i>	6,499	197
<i>Alnus glutinosa</i>	6,511	173
<i>Prunus spinosa</i>	6,512	185
<i>Luzula luzuloides</i>	6,525	1056
<i>Fraxinus ornus</i>	6,539	1599
<i>Hieracium murorum</i>	6,576	1179
<i>Rubus fruticosus</i>	6,585	261
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	6,590	178
<i>Eupatorium cannabinum</i>	6,592	185
<i>Castanea sativa</i>	6,604	637
<i>Ligustrum vulgare</i>	6,604	498
<i>Hypericum montanum</i>	6,608	164
<i>Genista tinctoria</i>	6,615	126
<i>Campanula persicifolia</i>	6,687	144
<i>Veronica chamaedrys</i>	6,822	226
<i>Ajuga reptans</i>	6,826	388
<i>Quercus petraea</i>	6,896	895
<i>Pteridium aquilinum</i>	6,980	710
<i>Deschampsia flexuosa</i>	7,023	253
<i>Euphorbia cyparissias</i>	7,039	177
<i>Viola hirta</i>	7,059	214
<i>Veronica officinalis</i>	7,099	156
<i>Potentilla erecta</i>	7,106	114
<i>Betula pendula</i>	7,187	137
<i>Juniperus communis</i>	7,319	249
<i>Molinia arundinacea</i>	7,321	215
<i>Melampyrum pratense</i>	7,579	321
<i>Pinus sylvestris</i>	7,581	173
<i>Populus tremula</i>	7,671	102
<i>Frangula alnus</i>	7,922	294
<i>Dactylis glomerata</i>	8,174	188
<i>Galium mollugo</i>	8,206	159

**Priloga 4: Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom.**

Rastlinska vrsta	<i>theta</i>	Rang znotraj niza spec.-gen.	Frekvenca pojavljanja v podatkovnem nizu
<i>Paederota lutea</i>	3,375	0,003	129
<i>Valeriana saxatilis</i>	3,628	0,005	104
<b><i>Luzula nivea</i></b>	3,857	0,008	136
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	3,919	0,011	100
<b><i>Cardamine glanduligera</i></b>	4,050	0,013	191
<b><i>Scopolia carniolica</i></b>	4,063	0,016	123
<i>Rhododendron hirsutum</i>	4,080	0,019	290
<i>Clematis alpina</i>	4,196	0,021	312
<i>Salix appendiculata</i>	4,213	0,024	121
<i>Carex brachystachys</i>	4,263	0,027	110
<i>Carex ferruginea</i>	4,500	0,029	189
<i>Knautia dipsacifolia</i>	4,505	0,032	113
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	4,560	0,035	354
<i>Ruscus aculeatus</i>	4,578	0,038	186
<i>Circaeа x intermedia</i>	4,631	0,040	197
<i>Aster bellidiastrum</i>	4,668	0,043	211
<i>Ranunculus serpens</i>	4,669	0,046	184
<i>Cyclamen hederifolium</i>	4,706	0,048	101
<i>Laburnum alpinum</i>	4,729	0,051	437
<i>Stachys alopecuroides</i>	4,754	0,054	167
<b><i>Homogyne sylvestris</i></b>	4,790	0,056	619
<b><i>Cardamine kitaibelii</i></b>	4,794	0,059	194
<i>Ranunculus auricomus</i>	4,816	0,062	323
<i>Cardamine pentaphyllos</i>	4,817	0,064	114
<i>Gymnocarpium robertianum</i>	4,833	0,067	431
<i>Viola biflora</i>	4,869	0,070	158
<b><i>Omphalodes verna</i></b>	4,882	0,072	430
<i>Phyteuma ovatum</i>	4,916	0,075	373
<i>Galium laevigatum</i>	4,942	0,078	671
<i>Solanum dulcamara</i>	4,956	0,080	155
<i>Erica herbacea</i>	4,992	0,083	385
<i>Huperzia selago</i>	4,992	0,086	455
<i>Circaeа alpina</i>	4,994	0,088	274
<i>Asplenium viride</i>	4,996	0,091	762
<i>Sesleria autumnalis</i>	5,033	0,094	419
<i>Veratrum nigrum</i>	5,035	0,097	105
<i>Crocus napolitanus</i>	5,072	0,099	104
<i>Polystichum braunii</i>	5,086	0,102	110
<i>Staphylea pinnata</i>	5,142	0,105	144
<b><i>Cardamine waldsteinii</i></b>	5,174	0,107	253
<i>Valeriana tripteris</i>	5,183	0,110	860
<b><i>Hacquetia epipactis</i></b>	5,188	0,113	427
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	5,197	0,115	371
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	5,233	0,118	263

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 4. Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Anemone ranunculoides</i>	5,263	0,121	700
<i>Vinca minor</i>	5,277	0,123	228
<i>Adenostyles glabra</i>	5,282	0,126	1127
<i>Cirsium eriophorum</i>	5,331	0,129	602
<i>Asplenium scolopendrium</i>	5,350	0,131	310
<i>Galeopsis bifida</i>	5,359	0,134	136
<i>Peucedanum austriacum</i>	5,366	0,137	103
<i>Cicerbita alpina</i>	5,385	0,139	247
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	5,386	0,142	218
<i>Rhamnus alpinus</i> subsp. <i>fallax</i>	5,387	0,145	369
<i>Aconitum vulparia</i>	5,392	0,147	157
<i>Anemone trifolia</i>	5,393	0,150	808
<i>Erythronium dens-canis</i>	5,396	0,153	111
<b><i>Lamium orvala</i></b>	5,396	0,155	815
<i>Sesleria albicans</i>	5,402	0,158	399
<i>Galanthus nivalis</i>	5,403	0,161	195
<i>Berberis vulgaris</i>	5,430	0,164	133
<i>Gagea lutea</i>	5,442	0,166	144
<b><i>Epimedium alpinum</i></b>	5,447	0,169	172
<b><i>Cardamine trifolia</i></b>	5,448	0,172	1470
<i>Carex alba</i>	5,456	0,174	746
<i>Polygala chamaebuxus</i>	5,460	0,177	283
<b><i>Calamintha grandiflora</i></b>	5,474	0,180	368
<i>Carex pendula</i>	5,482	0,182	119
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	5,482	0,185	188
<i>Ranunculus platanifolius</i>	5,491	0,188	312
<b><i>Euphorbia carniolica</i></b>	5,518	0,190	229
<b><i>Lysimachia nemorum</i></b>	5,518	0,193	696
<i>Dryopteris expansa</i>	5,519	0,196	163
<b><i>Lonicera nigra</i></b>	5,521	0,198	436
<b><i>Vicia oroboides</i></b>	5,525	0,201	291
<i>Calamagrostis varia</i>	5,542	0,204	995
<i>Trientalis europaea</i>	5,548	0,206	172
<i>Moehringia muscosa</i>	5,555	0,209	514
<b><i>Veronica montana</i></b>	5,570	0,212	925
<i>Ligustrum vulgare</i>	5,576	0,214	168
<i>Lonicera periclymenum</i>	5,579	0,217	691
<i>Dactylorhiza maculata</i>	5,583	0,220	125
<b><i>Hordelymus europaeus</i></b>	5,590	0,223	1414
<b><i>Isopyrum thalictroides</i></b>	5,597	0,225	255
<i>Crepis paludosa</i>	5,616	0,228	151
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	5,629	0,231	285
<b><i>Helleborus niger</i></b>	5,634	0,233	803
<i>Rosa pendulina</i>	5,635	0,236	927
<i>Bromus benekenii</i>	5,678	0,239	403
<i>Pulmonaria obscura</i>	5,678	0,241	567
<i>Adenostyles alliariae</i>	5,692	0,244	285
<b><i>Leucojum vernum</i></b>	5,714	0,247	137

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 4. Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Ranunculus ficaria</i>	5,727	0,249	480
<i>Valeriana montana</i>	5,730	0,252	115
<i>Hypericum maculatum</i>	5,747	0,255	122
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	5,766	0,257	266
<b><i>Impatiens noli-tangere</i></b>	5,775	0,260	1559
<b><i>Veronica urticifolia</i></b>	5,779	0,263	1158
<i>Lunaria rediviva</i>	5,810	0,265	265
<b><i>Aruncus dioicus</i></b>	5,816	0,268	445
<b><i>Lonicera alpigena</i></b>	5,823	0,271	1063
<i>Tamus communis</i>	5,841	0,273	474
<b><i>Cyclamen purpurascens</i></b>	5,845	0,276	1832
<i>Petasites albus</i>	5,847	0,279	1011
<i>Festuca gigantea</i>	5,854	0,282	581
<i>Primula vulgaris</i>	5,857	0,284	686
<i>Laserpitium krapftii</i>	5,859	0,287	115
<i>Rubus saxatilis</i>	5,869	0,290	535
<i>Sorbus aria</i>	5,870	0,292	1124
<b><i>Euphorbia dulcis</i></b>	5,873	0,295	648
<i>Ostrya carpinifolia</i>	5,877	0,298	741
<i>Galeopsis pubescens</i>	5,881	0,300	270
<i>Prunus serotina</i>	5,884	0,303	101
<i>Veratrum album</i>	5,888	0,306	689
<i>Holcus mollis</i>	5,895	0,308	170
<i>Allium ursinum</i>	5,899	0,311	526
<i>Rosa arvensis</i>	5,913	0,314	580
<i>Vicia sepium</i>	5,928	0,316	629
<i>Crataegus laevigata</i>	5,940	0,319	558
<i>Aconitum lycoctonum</i>	5,942	0,322	228
<i>Carex muricata</i>	5,976	0,324	182
<i>Viburnum lantana</i>	5,990	0,327	287
<i>Stellaria nemorum</i> s.str.	5,995	0,330	905
<i>Pimpinella saxifraga</i>	5,996	0,332	128
<i>Melittis melissophyllum</i>	5,997	0,335	672
<i>Stachys sylvatica</i>	6,001	0,338	1179
<i>Clematis vitalba</i>	6,006	0,340	743
<i>Doronicum austriacum</i>	6,006	0,343	316
<i>Primula elatior</i>	6,008	0,346	742
<i>Polystichum lonchitis</i>	6,041	0,349	438
<i>Juncus effusus</i>	6,044	0,351	385
<i>Campanula spatulata</i>	6,050	0,354	113
<i>Homogyne alpina</i>	6,055	0,357	340
<i>Cornus mas</i>	6,065	0,359	364
<i>Ribes uva-crispa</i>	6,088	0,362	159
<i>Euonymus verrucosus</i>	6,090	0,365	209
<i>Galeopsis tetrahit</i>	6,090	0,367	702
<i>Asplenium trichomanes</i>	6,111	0,370	848
<i>Tanacetum corymbosum</i>	6,111	0,373	390
<i>Carex remota</i>	6,113	0,375	748

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 4. Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Daphne laureola</i>	6,136	0,378	323
<i>Fraxinus ornus</i>	6,149	0,381	1043
<i>Cruciata glabra</i>	6,155	0,383	255
<i>Festuca rubra</i>	6,174	0,386	140
<i>Gentiana asclepiadea</i>	6,174	0,389	1447
<i>Eupatorium cannabinum</i>	6,176	0,391	251
<i>Platanthera bifolia</i>	6,188	0,394	524
<i>Cardamine enneaphyllos</i>	6,191	0,397	2440
<i>Cardamine impatiens</i>	6,191	0,399	302
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	6,191	0,402	539
<i>Corydalis cava</i>	6,199	0,405	332
<i>Ruscus hypoglossum</i>	6,214	0,408	461
<i>Atropa bella-donna</i>	6,219	0,410	198
<i>Adoxa moschatellina</i>	6,224	0,413	590
<i>Polystichum aculeatum</i>	6,227	0,416	1660
<i>Paris quadrifolia</i>	6,230	0,418	2253
<i>Tilia tomentosa</i>	6,233	0,421	101
<i>Cornus sanguinea</i>	6,267	0,424	433
<i>Actaea spicata</i>	6,275	0,426	2460
<i>Calamagrostis villosa</i>	6,276	0,429	743
<i>Hieracium racemosum</i>	6,291	0,432	226
<i>Arum maculatum</i>	6,314	0,434	791
<i>Salvia glutinosa</i>	6,315	0,437	1892
<i>Aposeris foetida</i>	6,321	0,440	974
<i>Acer obtusatum</i>	6,329	0,442	195
<i>Vicia sylvatica</i>	6,338	0,445	245
<i>Phegopteris connectilis</i>	6,342	0,448	700
<i>Luzula multiflora</i>	6,349	0,450	168
<i>Festuca altissima</i>	6,366	0,453	2443
<i>Hypericum hirsutum</i>	6,370	0,456	168
<i>Campanula rapunculoides</i>	6,390	0,458	471
<i>Angelica sylvestris</i>	6,394	0,461	110
<i>Euonymus latifolius</i>	6,396	0,464	326
<i>Epipactis atrorubens</i>	6,399	0,466	170
<i>Castanea sativa</i>	6,413	0,469	486
<i>Galeopsis speciosa</i>	6,413	0,472	372
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	6,417	0,475	239
<i>Carex brizoides</i>	6,425	0,477	176
<i>Physospermum cornubiense</i>	6,426	0,480	134
<i>Viburnum opulus</i>	6,431	0,483	322
<i>Ulmus glabra</i>	6,434	0,485	1607
<i>Pulmonaria officinalis</i>	6,437	0,488	1509
<i>Urtica dioica</i>	6,439	0,491	2152
<i>Circaeа lutetiana</i>	6,451	0,493	1451
<i>Acer campestre</i>	6,459	0,496	1024
<i>Sambucus racemosa</i>	6,461	0,499	642
<i>Carex flacca</i>	6,469	0,501	349
<i>Listera ovata</i>	6,470	0,504	119

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 4. Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Lathyrus laxiflorus</i>	6,480	0,507	204
<i>Corallorrhiza trifida</i>	6,481	0,509	133
<i>Impatiens parviflora</i>	6,487	0,512	802
<i>Helleborus odorus</i>	6,488	0,515	425
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	6,494	0,517	2039
<i>Knautia drymeia</i>	6,510	0,520	266
<i>Astrantia major</i>	6,513	0,523	110
<i>Cystopteris fragilis</i>	6,518	0,525	488
<i>Chelidonium majus</i>	6,520	0,528	101
<i>Rhamnus catharticus</i>	6,521	0,531	104
<i>Alliaria petiolata</i>	6,525	0,534	357
<i>Quercus cerris</i>	6,529	0,536	156
<i>Silene dioica</i>	6,532	0,539	185
<i>Luzula forsteri</i>	6,534	0,542	185
<i>Aquilegia vulgaris</i>	6,535	0,544	145
<b><i>Scrophularia nodosa</i></b>	6,541	0,547	1559
<b><i>Asarum europaeum</i></b>	6,543	0,550	2077
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	6,546	0,552	115
<b><i>Phyteuma spicatum</i></b>	6,555	0,555	1211
<i>Rosa canina</i> s.lat.	6,566	0,558	224
<i>Scilla bifolia</i> s.str.	6,567	0,560	126
<b><i>Sympyrum tuberosum</i></b>	6,574	0,563	1342
<b><i>Daphne mezereum</i></b>	6,588	0,566	3116
<i>Polystichum setiferum</i>	6,593	0,568	292
<i>Galium schultesii</i>	6,595	0,571	220
<i>Pyrus pyraster</i>	6,596	0,574	160
<i>Dryopteris carthusiana</i>	6,601	0,576	2431
<i>Fragaria moschata</i>	6,613	0,579	162
<i>Abies alba</i>	6,614	0,582	3806
<i>Larix decidua</i>	6,626	0,584	689
<b><i>Carex sylvatica</i></b>	6,630	0,587	3101
<i>Cardamine flexuosa</i>	6,655	0,590	108
<i>Deschampsia cespitosa</i>	6,663	0,592	1627
<i>Oreopteris limbosperma</i>	6,666	0,595	142
<i>Cephalanthera damasonium</i>	6,675	0,598	516
<i>Lonicera xylosteum</i>	6,678	0,601	1204
<i>Bromus ramosus</i>	6,700	0,603	259
<i>Crataegus monogyna</i>	6,700	0,606	612
<i>Lathyrus venetus</i>	6,707	0,609	226
<i>Carex digitata</i>	6,734	0,611	2216
<i>Senecio nemorensis</i>	6,737	0,614	774
<i>Dryopteris dilatata</i>	6,740	0,617	2761
<i>Campanula trachelium</i>	6,758	0,619	1125
<i>Betula pubescens</i>	6,763	0,622	123
<i>Digitalis grandiflora</i>	6,766	0,625	403
<b><i>Lilium martagon</i></b>	6,766	0,627	1282
<i>Stellaria holostea</i>	6,769	0,630	1486
<i>Aremonia agrimonoides</i>	6,773	0,633	1468

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 4. Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Heracleum sphondylium</i>	6,787	0,635	620
<b><i>Polygonatum multiflorum</i></b>	6,804	0,638	2138
<i>Agrostis stolonifera</i>	6,806	0,641	105
<i>Blechnum spicant</i>	6,809	0,643	329
<b><i>Sanicula europaea</i></b>	6,810	0,646	2764
<i>Myosotis sylvatica</i>	6,825	0,649	543
<i>Quercus robur</i>	6,826	0,651	1902
<b><i>Lathyrus vernus</i></b>	6,828	0,654	2225
<b><i>Milium effusum</i></b>	6,833	0,657	3314
<i>Fraxinus excelsior</i>	6,835	0,660	3441
<i>Ajuga reptans</i>	6,851	0,662	1486
<b><i>Cardamine bulbifera</i></b>	6,872	0,665	3617
<i>Luzula campestris</i>	6,872	0,668	129
<i>Hieracium umbellatum</i>	6,876	0,670	130
<i>Calamagrostis epigejos</i>	6,897	0,673	429
<i>Euonymus europaeus</i>	6,906	0,676	272
<i>Molinia caerulea</i>	6,913	0,678	203
<i>Taxus baccata</i>	6,914	0,681	155
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	6,927	0,684	506
<i>Glechoma hirsuta</i>	6,929	0,686	400
<b><i>Lamiastrum galeobdolon</i> agg.</b>	6,933	0,689	4472
<b><i>Geranium robertianum</i></b>	6,934	0,692	2534
<i>Tilia platyphyllos</i>	6,934	0,694	570
<i>Tilia cordata</i>	6,936	0,697	818
<i>Ribes alpinum</i>	6,940	0,700	259
<i>Abies borisii-regis</i>	6,946	0,702	114
<b><i>Prenanthes purpurea</i></b>	6,946	0,705	4654
<b><i>Dryopteris filix-mas</i></b>	6,950	0,708	6118
<i>Sambucus nigra</i>	6,954	0,710	1719
<b><i>Neottia nidus-avis</i></b>	6,958	0,713	1310
<i>Chaerophyllum temulentum</i>	6,972	0,716	162
<b><i>Epilobium montanum</i></b>	6,976	0,718	1805
<i>Athyrium filix-femina</i>	6,977	0,721	5716
<i>Glechoma hederacea</i>	6,987	0,724	193
<i>Aegopodium podagraria</i>	6,993	0,727	895
<i>Poa chaixii</i>	6,999	0,729	125
<i>Solidago virgaurea</i>	7,009	0,732	2329
<i>Agrostis capillaris</i>	7,015	0,735	553
<b><i>Euphorbia amygdaloides</i></b>	7,018	0,737	2591
<i>Polygala vulgaris</i>	7,022	0,740	954
<i>Prunus avium</i>	7,024	0,743	1178
<i>Euphorbia cyparissias</i>	7,025	0,745	103
<i>Melica uniflora</i>	7,039	0,748	2488
<i>Sorbus torminalis</i>	7,040	0,751	438
<i>Carex montana</i>	7,062	0,753	164
<b><i>Hepatica nobilis</i></b>	7,074	0,756	1994
<i>Potentilla erecta</i>	7,076	0,759	103
<i>Rubus idaeus</i>	7,085	0,761	3762

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 4. Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Cephalanthera longifolia</i>	7,086	0,764	349
<i>Rubus hirtus</i> s.lat.	7,093	0,767	2036
<i>Melica nutans</i>	7,096	0,769	1534
<i>Doronicum columnae</i>	7,114	0,772	164
<i>Lathyrus niger</i>	7,117	0,775	225
<i>Anthriscus sylvestris</i>	7,119	0,777	112
<b><i>Mercurialis perennis</i></b>	7,120	0,780	5237
<i>Cephalanthera rubra</i>	7,121	0,783	351
<i>Rubus fruticosus</i>	7,144	0,786	1424
<i>Acer platanoides</i>	7,158	0,788	2675
<i>Epipactis helleborine</i>	7,161	0,791	953
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	7,175	0,794	117
<i>Epilobium angustifolium</i>	7,175	0,796	313
<i>Galium sylvaticum</i>	7,187	0,799	895
<b><i>Galium odoratum</i></b>	7,189	0,802	7227
<i>Viola hirta</i>	7,210	0,804	148
<i>Hieracium vulgatum</i>	7,218	0,807	120
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	7,227	0,810	1885
<i>Corylus avellana</i>	7,240	0,812	1684
<i>Hypericum montanum</i>	7,264	0,815	208
<b><i>Viola reichenbachiana</i></b>	7,274	0,818	5416
<i>Taraxacum officinale</i>	7,275	0,820	320
<i>Geum urbanum</i>	7,278	0,823	594
<i>Picea abies</i>	7,284	0,826	5595
<i>Galium rotundifolium</i>	7,286	0,828	809
<i>Fragaria vesca</i>	7,292	0,831	2079
<i>Acer pseudoplatanus</i>	7,329	0,834	8043
<i>Oxalis acetosella</i>	7,332	0,836	9143
<i>Maianthemum bifolium</i>	7,337	0,839	3319
<i>Deschampsia flexuosa</i>	7,343	0,842	3027
<i>Poa pratensis</i>	7,363	0,845	142
<b><i>Moehringia trinervia</i></b>	7,368	0,847	1775
<i>Hypericum perforatum</i>	7,385	0,850	232
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	7,402	0,853	2311
<i>Viola odorata</i>	7,404	0,855	129
<i>Galium mollugo</i>	7,410	0,858	206
<i>Luzula sylvatica</i>	7,430	0,861	1078
<i>Potentilla micrantha</i>	7,455	0,863	343
<b><i>Anemone nemorosa</i></b>	7,456	0,866	4688
<i>Genista tinctoria</i>	7,464	0,869	100
<i>Hedera helix</i>	7,485	0,871	2792
<i>Viola riviniana</i>	7,489	0,874	428
<i>Lamium maculatum</i>	7,510	0,877	163
<i>Festuca heteropachys</i>	7,518	0,879	414
<i>Lapsana communis</i>	7,521	0,882	243
<i>Campanula rotundifolia</i>	7,531	0,885	224
<i>Mycelis muralis</i>	7,543	0,887	5515
<b><i>Luzula pilosa</i></b>	7,545	0,890	2033

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 4. Seznam 373 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<b><i>Carex pilosa</i></b>	7,548	0,893	2072
<i>Carpinus betulus</i>	7,550	0,895	2219
<i>Primula veris</i>	7,581	0,898	299
<i>Clinopodium vulgare</i>	7,583	0,901	318
<i>Rubus caesius</i>	7,655	0,903	149
<i>Frangula alnus</i>	7,659	0,906	537
<i>Geranium macrorrhizum</i>	7,660	0,909	156
<i>Prunella vulgaris</i>	7,677	0,912	156
<i>Stellaria media</i>	7,738	0,914	145
<i>Poa nemoralis</i>	7,742	0,917	3922
<i>Orthilia secunda</i>	7,758	0,920	479
<i>Calluna vulgaris</i>	7,763	0,922	140
<i>Juniperus communis</i>	7,788	0,925	144
<i>Convallaria majalis</i>	7,791	0,928	1233
<b><i>Festuca drymeja</i></b>	7,800	0,930	730
<i>Pyrola minor</i>	7,811	0,933	101
<i>Campanula persicifolia</i>	7,845	0,936	458
<i>Sorbus aucuparia</i>	7,846	0,938	5192
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	7,849	0,941	145
<i>Veronica officinalis</i>	7,850	0,944	1106
<i>Polygonatum odoratum</i>	7,861	0,946	298
<i>Hieracium murorum</i>	7,886	0,949	3699
<i>Hieracium sabaudum</i>	7,924	0,952	297
<i>Vaccinium myrtillus</i>	7,931	0,954	3163
<i>Galium aparine</i>	7,933	0,957	579
<i>Ilex aquifolium</i>	7,967	0,960	751
<i>Hieracium acuminatum</i>	7,985	0,962	294
<i>Rumex acetosa</i>	7,997	0,965	123
<i>Monotropa hypophegea</i>	8,019	0,968	174
<i>Festuca ovina</i>	8,029	0,971	203
<i>Luzula luzuloides</i>	8,085	0,973	3973
<i>Betula pendula</i>	8,144	0,976	670
<i>Veronica chamaedrys</i>	8,184	0,979	1094
<i>Quercus petraea</i>	8,256	0,981	2378
<i>Melampyrum pratense</i>	8,352	0,984	540
<i>Pteridium aquilinum</i>	8,422	0,987	1384
<i>Dactylis glomerata</i>	8,462	0,989	516
<i>Fagus sylvatica</i>	8,575	0,992	16080
<i>Salix caprea</i>	8,582	0,995	138
<i>Populus tremula</i>	8,651	0,997	252
<i>Pinus sylvestris</i>	8,669	1,000	747

**Priloga 5: Seznam 99 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta od Sredozemlja do Severnega morja – južni del gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom.**

Rastlinska vrsta	<i>theta</i>	Rang znotraj niza spec.-gen.	Frekvenca pojavljanja v podatkovnem nizu
<i>Cyclamen hederifolium</i>	4,736	0,010	101
<i>Campanula spatulata</i>	5,989	0,020	113
<i>Primula vulgaris</i>	6,053	0,030	106
<i>Luzula forsteri</i>	6,159	0,040	170
<i>Lathyrus laxiflorus</i>	6,313	0,051	204
<i>Picea abies</i>	6,318	0,061	188
<b><i>Lonicera alpigena</i></b>	6,347	0,071	118
<i>Physospermum cornubiense</i>	6,367	0,081	131
<b><i>Paris quadrifolia</i></b>	6,385	0,091	123
<i>Senecio nemorensis</i>	6,447	0,101	131
<i>Lapsana communis</i>	6,558	0,111	100
<i>Lathyrus venetus</i>	6,570	0,121	141
<i>Lonicera xylosteum</i>	6,633	0,131	103
<i>Polygonatum odoratum</i>	6,638	0,141	100
<i>Polystichum setiferum</i>	6,641	0,152	118
<b><i>Actaea spicata</i></b>	6,682	0,162	133
<i>Acer campestre</i>	6,714	0,172	105
<i>Veronica urticifolia</i>	6,724	0,182	112
<b><i>Polystichum aculeatum</i></b>	6,750	0,192	186
<i>Polystichum lonchitis</i>	6,816	0,202	105
<b><i>Asarum europaeum</i></b>	6,827	0,212	167
<i>Oxalis acetosella</i>	6,828	0,222	299
<b><i>Carex sylvatica</i></b>	6,850	0,232	113
<i>Viola odorata</i>	6,853	0,242	101
<i>Clinopodium vulgare</i>	6,889	0,253	110
<i>Abies borisii-regis</i>	6,906	0,263	114
<b><i>Sympyton tuberosum</i></b>	6,909	0,273	277
<b><i>Moehringia trinervia</i></b>	6,912	0,283	235
<i>Rosa arvensis</i>	6,920	0,293	112
<b><i>Lathyrus vernus</i></b>	6,933	0,303	119
<b><i>Daphne mezereum</i></b>	6,965	0,313	200
<i>Athyrium filix-femina</i>	7,009	0,323	222
<b><i>Salvia glutinosa</i></b>	7,018	0,333	170
<i>Urtica dioica</i>	7,023	0,343	102
<i>Galium aparine</i>	7,033	0,354	178
<i>Abies alba</i>	7,055	0,364	270
<i>Hedera helix</i>	7,060	0,374	211
<i>Myosotis sylvatica</i>	7,079	0,384	149
<b><i>Pulmonaria officinalis</i></b>	7,098	0,394	151
<i>Circaeaa lutetiana</i>	7,101	0,404	112
<b><i>Anemone nemorosa</i></b>	7,110	0,414	228
<i>Doronicum columnae</i>	7,119	0,424	155
<b><i>Arum maculatum</i></b>	7,135	0,434	142

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 5. Seznam 99 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta od Sredozemlja do Severnega morja – južni del gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Melica uniflora</i>	7,153	0,444	308
<i>Galium rotundifolium</i>	7,166	0,455	298
<i>Ajuga reptans</i>	7,167	0,465	157
<i>Rubus idaeus</i>	7,182	0,475	206
<i>Crataegus monogyna</i>	7,189	0,485	144
<i>Glechoma hirsuta</i>	7,208	0,495	140
<i>Cystopteris fragilis</i>	7,213	0,505	131
<i>Potentilla micrantha</i>	7,215	0,515	293
<i>Acer platanoides</i>	7,242	0,525	165
<i>Lamiastrum galeobdolon</i> agg.	7,277	0,535	304
<i>Aegopodium podagraria</i>	7,281	0,545	151
<i>Sambucus nigra</i>	7,315	0,556	117
<i>Helleborus odorus</i>	7,351	0,566	170
<i>Fraxinus ornus</i>	7,354	0,576	120
<i>Pteridium aquilinum</i>	7,364	0,586	308
<b><i>Lilium martagon</i></b>	7,374	0,596	169
<i>Carpinus betulus</i>	7,401	0,606	189
<i>Epipactis helleborine</i>	7,408	0,616	188
<i>Acer pseudoplatanus</i>	7,410	0,626	303
<b><i>Sanicula europaea</i></b>	7,417	0,636	452
<i>Geum urbanum</i>	7,433	0,646	177
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	7,435	0,657	256
<b><i>Geranium robertianum</i></b>	7,449	0,667	386
<i>Veronica chamaedrys</i>	7,465	0,677	446
<i>Sorbus aucuparia</i>	7,483	0,687	221
<i>Polygala vulgaris</i>	7,521	0,697	153
<i>Corylus avellana</i>	7,556	0,707	182
<b><i>Mercurialis perennis</i></b>	7,562	0,717	238
<i>Asplenium trichomanes</i>	7,566	0,727	126
<b><i>Epilobium montanum</i></b>	7,580	0,737	370
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	7,601	0,747	177
<i>Neottia nidus-avis</i>	7,608	0,758	271
<b><i>Dryopteris filix-mas</i></b>	7,621	0,768	561
<b><i>Prenanthes purpurea</i></b>	7,627	0,778	406
<i>Prunus avium</i>	7,639	0,788	130
<b><i>Viola reichenbachiana</i></b>	7,656	0,798	585
<i>Geranium macrorrhizum</i>	7,679	0,808	148
<b><i>Festuca drymeia</i></b>	7,684	0,818	357
<i>Festuca heteropachys</i>	7,717	0,828	189
<i>Rubus hirtus</i> s.lat.	7,741	0,838	451
<i>Orthilia secunda</i>	7,787	0,848	254
<b><i>Euphorbia amygdaloides</i></b>	7,791	0,859	561
<b><i>Aremonia agrimonoides</i></b>	7,799	0,869	606
<i>Vaccinium myrtillus</i>	7,823	0,879	224
<i>Hieracium murorum</i>	7,903	0,889	372
<b><i>Galium odoratum</i></b>	7,904	0,899	778
<i>Primula veris</i>	7,955	0,909	120

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 5. Seznam 99 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta od Sredozemlja do Severnega morja – južni del gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Fragaria vesca</i>	7,976	0,919	404
<b><i>Cardamine bulbifera</i></b>	8,017	0,929	649
<i>Veronica officinalis</i>	8,029	0,939	193
<i>Luzula sylvatica</i>	8,046	0,949	376
<i>Luzula luzuloides</i>	8,087	0,960	405
<i>Mycelis muralis</i>	8,100	0,970	932
<i>Poa nemoralis</i>	8,126	0,980	675
<i>Dactylis glomerata</i>	8,128	0,990	148
<i>Fagus sylvatica</i>	8,883	1,000	1542

**Priloga 6: Seznam 191 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta od Sredozemlja do Severnega morja – za osrednji del gradienta (Slovenija). Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom.**

Rastlinska vrsta	<i>theta</i>	Rang znotraj niza spec.-gen.	Frekvenca pojavljanja v podatkovnem nizu
<i>Paederota lutea</i>	3,359	0,005	127
<i>Aster bellidiasterum</i>	3,375	0,010	100
<b><i>Luzula nivea</i></b>	3,788	0,016	135
<i>Sesleria albicans</i>	3,804	0,021	213
<i>Ruscus aculeatus</i>	3,841	0,026	149
<i>Rhododendron hirsutum</i>	3,850	0,031	257
<i>Salix appendiculata</i>	3,892	0,037	106
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	3,920	0,042	100
<i>Clematis alpina</i>	3,953	0,047	261
<i>Stachys alopecuroides</i>	4,018	0,052	113
<i>Gymnocarpium robertianum</i>	4,077	0,058	250
<b><i>Scopolia carniolica</i></b>	4,097	0,063	114
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	4,122	0,068	117
<i>Huperzia selago</i>	4,180	0,073	275
<i>Erica herbacea</i>	4,226	0,079	243
<i>Campanula rapunculoides</i>	4,238	0,084	174
<i>Stellaria montana</i>	4,247	0,089	173
<i>Solanum dulcamara</i>	4,248	0,094	108
<i>Rubus saxatilis</i>	4,386	0,099	276
<b><i>Cardamine kitaibelii</i></b>	4,393	0,105	145
<b><i>Lonicera nigra</i></b>	4,408	0,110	190
<i>Helleborus odorus</i>	4,427	0,115	164
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	4,434	0,120	299
<i>Rhamnus alpinus</i> subsp. <i>fallax</i>	4,443	0,126	210
<i>Cardamine waldsteinii</i>	4,444	0,131	139
<i>Asplenium viride</i>	4,463	0,136	529
<i>Cystopteris fragilis</i>	4,466	0,141	216
<b><i>Calamintha grandiflora</i></b>	4,512	0,147	233
<i>Viburnum lantana</i>	4,512	0,152	111
<i>Tanacetum corymbosum</i>	4,514	0,157	174
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	4,519	0,162	185
<i>Cornus mas</i>	4,523	0,168	176
<i>Cornus sanguinea</i>	4,527	0,173	104
<i>Rosa arvensis</i>	4,531	0,178	316
<i>Aegopodium podagraria</i>	4,536	0,183	118
<i>Ruscus hypoglossum</i>	4,549	0,188	113
<i>Phegopteris connectilis</i>	4,551	0,194	182
<i>Polygala chamaebuxus</i>	4,551	0,199	141
<b><i>Homogyne sylvestris</i></b>	4,558	0,204	478
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	4,558	0,209	117
<i>Crataegus monogyna</i>	4,574	0,215	205
<i>Ranunculus platanifolius</i>	4,580	0,220	168
<i>Sesleria autumnalis</i>	4,582	0,225	365

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 6. Seznam 191 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradiента od Sredozemlja do Severnega morja – za osrednji del gradiента (Slovenija). Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Daphne laureola</i>	4,586	0,230	137
<i>Acer campestre</i>	4,589	0,236	348
<i>Tamus communis</i>	4,589	0,241	243
<b><i>Festuca altissima</i></b>	4,596	0,246	474
<i>Asplenium scolopendrium</i>	4,598	0,251	174
<i>Allium ursinum</i>	4,625	0,257	104
<i>Cephalanthera rubra</i>	4,632	0,262	108
<i>Adenostyles glabra</i>	4,661	0,267	621
<i>Valeriana tripteris</i>	4,664	0,272	512
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	4,665	0,277	331
<i>Circaea lutetiana</i>	4,666	0,283	188
<i>Phyteuma ovatum</i>	4,668	0,288	256
<i>Laburnum alpinum</i>	4,688	0,293	431
<i>Galanthus nivalis</i>	4,691	0,298	121
<i>Polystichum lonchitis</i>	4,698	0,304	197
<i>Vinca minor</i>	4,698	0,309	175
<i>Urtica dioica</i>	4,703	0,314	145
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	4,725	0,319	386
<i>Tilia cordata</i>	4,734	0,325	121
<i>Cruciata glabra</i>	4,736	0,330	133
<i>Polystichum setiferum</i>	4,741	0,335	126
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	4,744	0,340	216
<i>Larix decidua</i>	4,761	0,346	162
<i>Cirsium eriophorum</i>	4,774	0,351	431
<i>Fraxinus excelsior</i>	4,785	0,356	221
<i>Festuca heteropachys</i>	4,786	0,361	126
<b><i>Asarum europaeum</i></b>	4,797	0,366	587
<i>Cephalanthera damasonium</i>	4,815	0,372	175
<i>Dryopteris dilatata</i>	4,820	0,377	240
<b><i>Epilobium montanum</i></b>	4,826	0,382	325
<b><i>Omphalodes verna</i></b>	4,830	0,387	384
<i>Hieracium racemosum</i>	4,831	0,393	124
<b><i>Isopyrum thalictroides</i></b>	4,838	0,398	131
<i>Euonymus verrucosus</i>	4,843	0,403	125
<b><i>Geranium robertianum</i></b>	4,845	0,408	319
<i>Melittis melissophyllum</i>	4,848	0,414	381
<b><i>Carex pilosa</i></b>	4,859	0,419	120
<i>Rosa pendulina</i>	4,868	0,424	656
<i>Moehringia muscosa</i>	4,870	0,429	330
<i>Ulmus glabra</i>	4,876	0,435	417
<b><i>Euphorbia dulcis</i></b>	4,880	0,440	341
<b><i>Hacquetia epipactis</i></b>	4,883	0,445	311
<i>Primula vulgaris</i>	4,900	0,450	470
<i>Campanula trachelium</i>	4,912	0,455	370
<b><i>Adoxa moschatellina</i></b>	4,915	0,461	203
<i>Galium laevigatum</i>	4,921	0,466	669
<i>Cephalanthera longifolium</i>	4,931	0,471	116
<b><i>Lathyrus vernus</i></b>	4,932	0,476	505

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 6. Seznam 191 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradiента od Sredozemlja do Severnega morja – za osrednji del gradienta (Slovenija). Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Carex alba</i>	4,936	0,482	397
<i>Dryopteris carthusiana</i>	4,947	0,487	131
<b><i>Pulmonaria officinalis</i></b>	4,957	0,492	478
<i>Corydalis cava</i>	4,959	0,497	105
<i>Epipactis helleborine</i>	4,959	0,503	361
<b><i>Carex sylvatica</i></b>	4,966	0,508	478
<i>Calamagrostis varia</i>	4,970	0,513	532
<i>Galium sylvaticum</i>	4,970	0,518	108
<b><i>Lamium orvala</i></b>	4,977	0,524	614
<b><i>Veronica urticifolia</i></b>	4,981	0,529	633
<i>Clematis vitalba</i>	4,983	0,534	458
<i>Hedera helix</i>	4,993	0,539	600
<i>Asplenium trichomanes</i>	4,995	0,545	590
<b><i>Sanicula europaea</i></b>	5,009	0,550	610
<i>Maianthemum bifolium</i>	5,014	0,555	516
<b><i>Aremonia agrimonoides</i></b>	5,016	0,560	578
<i>Sorbus aucuparia</i>	5,016	0,565	692
<b><i>Euphorbia carniolica</i></b>	5,020	0,571	177
<i>Sambucus nigra</i>	5,023	0,576	430
<b><i>Arum maculatum</i></b>	5,026	0,581	219
<i>Rubus idaeus</i>	5,039	0,586	579
<i>Carpinus betulus</i>	5,043	0,592	269
<i>Tilia platyphyllos</i>	5,049	0,597	151
<b><i>Aruncus dioicus</i></b>	5,056	0,602	238
<i>Petasites albus</i>	5,058	0,607	232
<i>Euonymus latifolius</i>	5,061	0,613	126
<i>Digitalis grandiflora</i>	5,063	0,618	123
<i>Acer platanoides</i>	5,070	0,623	310
<i>Ostrya carpinifolia</i>	5,074	0,628	575
<i>Aconitum vulparia</i>	5,077	0,634	103
<i>Ajuga reptans</i>	5,079	0,639	188
<b><i>Lonicera alpigena</i></b>	5,079	0,644	638
<i>Lonicera xylosteum</i>	5,083	0,649	433
<b><i>Anemone trifolia</i></b>	5,087	0,654	604
<b><i>Scrophularia nodosa</i></b>	5,094	0,660	329
<b><i>Phyteuma spicatum</i></b>	5,101	0,665	142
<i>Sorbus aria</i>	5,106	0,670	767
<b><i>Milium effusum</i></b>	5,112	0,675	132
<i>Luzula sylvatica</i>	5,114	0,681	213
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	5,121	0,686	536
<b><i>Hepatica nobilis</i></b>	5,122	0,691	463
<i>Melica nutans</i>	5,128	0,696	297
<b><i>Polystichum aculeatum</i></b>	5,129	0,702	637
<i>Prunus avium</i>	5,129	0,707	404
<i>Corylus avellana</i>	5,143	0,712	509
<b><i>Galium odoratum</i></b>	5,153	0,717	785
<b><i>Cardamine trifolia</i></b>	5,160	0,723	996
<b><i>Neottia nidus-avis</i></b>	5,166	0,728	427

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 6. Seznam 191 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradiента od Sredozemlja do Severnega morja – za osrednji del gradiента (Slovenija). Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Polygala vulgaris</i>	5,169	0,733	467
<i>Vicia oroboides</i>	5,170	0,738	200
<i>Actaea spicata</i>	5,173	0,743	837
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	5,179	0,749	124
<i>Polygonatum multiflorum</i>	5,205	0,754	592
<i>Carex digitata</i>	5,209	0,759	935
<i>Fraxinus ornus</i>	5,214	0,764	671
<b><i>Lamiastrum galeobdolon</i> agg.</b>	5,220	0,770	911
<i>Convallaria majalis</i>	5,224	0,775	257
<i>Doronicum austriacum</i>	5,243	0,780	175
<i>Abies alba</i>	5,248	0,785	1124
<i>Veratrum album</i>	5,260	0,791	380
<i>Vaccinium myrtillus</i>	5,266	0,796	564
<i>Knautia drymeia</i>	5,273	0,801	143
<i>Salvia glutinosa</i>	5,275	0,806	932
<b><i>Helleborus niger</i></b>	5,289	0,812	373
<i>Solidago virgaurea</i>	5,291	0,817	883
<i>Fragaria vesca</i>	5,303	0,822	474
<i>Platanthera bifolia</i>	5,322	0,827	315
<b><i>Paris quadrifolia</i></b>	5,324	0,832	774
<i>Heracleum sphondylium</i>	5,342	0,838	269
<i>Oxalis acetosella</i>	5,385	0,843	1272
<i>Thalictrum aquilegfolium</i>	5,415	0,848	107
<b><i>Daphne mezereum</i></b>	5,416	0,853	1413
<i>Senecio ovatus</i>	5,426	0,859	1221
<i>Mycelis muralis</i>	5,433	0,864	1125
<b><i>Dryopteris filix-mas</i></b>	5,450	0,869	1400
<b><i>Euphorbia amygdaloides</i></b>	5,464	0,874	704
<b><i>Mercurialis perennis</i></b>	5,468	0,880	1241
<i>Gentiana asclepiadea</i>	5,469	0,885	876
<b><i>Cyclamen purpurascens</i></b>	5,475	0,890	1320
<i>Castanea sativa</i>	5,482	0,895	332
<b><i>Viola reichenbachiana</i></b>	5,484	0,901	801
<i>Rubus hirtus</i> s.lat.	5,495	0,906	441
<b><i>Cardamine bulbifera</i></b>	5,499	0,911	751
<b><i>Cardamine enneaphyllos</i></b>	5,501	0,916	1115
<b><i>Lilium martagon</i></b>	5,563	0,921	506
<b><i>Sympytum tuberosum</i></b>	5,587	0,927	648
<b><i>Anemone nemorosa</i></b>	5,617	0,932	983
<i>Athyrium filix-femina</i>	5,629	0,937	1111
<b><i>Prenanthes purpurea</i></b>	5,671	0,942	1394
<b><i>Aposeris foetida</i></b>	5,672	0,948	529
<i>Acer pseudoplatanus</i>	5,715	0,953	1720
<i>Hieracium murorum</i>	5,787	0,958	787
<i>Picea abies</i>	5,811	0,963	1249
<i>Quercus petraea</i>	5,961	0,969	377
<i>Deschampsia flexuosa</i>	5,962	0,974	107
<b><i>Luzula pilosa</i></b>	6,019	0,979	209

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 6. Seznam 191 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta od Sredozemlja do Severnega morja – za osrednji del gradienta (Slovenija). Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Luzula luzuloides</i>	6,066	0,984	710
<i>Fagus sylvatica</i>	6,076	0,990	2332
<i>Pteridium aquilinum</i>	6,129	0,995	414
<i>Melampyrum pratense</i>	6,426	1,000	106

**Priloga 7: Seznam 103 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradienta od Sredozemja do Severnega morja – za oseverni del gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom.**

Rastlinska vrsta	<i>theta</i>	Rang znotraj niza spec.-gen.	Frekvenca pojavljanja v podatkovnem nizu
<i>Rubus saxatilis</i>	4,052	0,010	111
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	4,149	0,019	113
<i>Stellaria nemorum</i>	4,423	0,029	114
<i>Anemone ranunculoides</i>	4,458	0,039	155
<i>Pulmonaria obscura</i>	4,482	0,049	170
<i>Veronica montana</i>	4,561	0,058	104
<i>Ranunculus ficaria</i>	4,703	0,068	371
<i>Lathyrus vernus</i>	4,707	0,078	207
<i>Ribes alpinum</i>	4,714	0,087	140
<i>Primula elatior</i>	4,718	0,097	219
<i>Festuca rubra</i>	4,723	0,107	118
<i>Aegopodium podagraria</i>	4,756	0,117	241
<i>Ilex aquifolium</i>	4,757	0,126	366
<i>Dryopteris dilatata</i>	4,776	0,136	278
<i>Festuca gigantea</i>	4,836	0,146	183
<i>Adoxa moschatellina</i>	4,86	0,155	166
<i>Stachys sylvatica</i>	4,866	0,165	307
<i>Circaeа lutetiana</i>	4,907	0,175	381
<i>Carex sylvatica</i>	4,931	0,184	420
<i>Lonicera xylosteum</i>	4,975	0,194	174
<i>Campanula trachelium</i>	4,986	0,204	139
<i>Phyteuma spicatum</i>	5,041	0,214	244
<i>Impatiens noli-tangere</i>	5,075	0,223	181
<i>Cardamine bulbifera</i>	5,108	0,233	178
<i>Molinia caerulea</i>	5,112	0,243	104
<i>Trientalis europaea</i>	5,114	0,252	117
<i>Galeopsis tetrahit</i>	5,115	0,262	211
<i>Sanicula europaea</i>	5,142	0,272	199
<i>Viburnum opulus</i>	5,159	0,282	134
<i>Ulmus glabra</i>	5,164	0,291	116
<i>Pulmonaria officinalis</i>	5,191	0,301	103
<i>Athyrium filix-femina</i>	5,192	0,311	561
<i>Geum urbanum</i>	5,221	0,320	210
<i>Holcus mollis</i>	5,221	0,330	106
<i>Epilobium montanum</i>	5,234	0,340	239
<i>Mercurialis perennis</i>	5,235	0,350	381
<i>Carex remota</i>	5,257	0,359	338
<i>Scrophularia nodosa</i>	5,28	0,369	251
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	5,285	0,379	134
<i>Frangula alnus</i>	5,288	0,388	191
<i>Juncus effusus</i>	5,32	0,398	196
<i>Solidago virgaurea</i>	5,382	0,408	229
<i>Carex digitata</i>	5,394	0,417	309

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 7. Seznam 103 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradiента od Sredozemlja do Severnega morja – za oseverni del gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Vicia sepium</i>	5,417	0,427	283
<b><i>Geranium robertianum</i></b>	5,43	0,437	337
<i>Urtica dioica</i>	5,481	0,447	605
<i>Stellaria holostea</i>	5,485	0,456	930
<i>Melica uniflora</i>	5,486	0,466	998
<b><i>Festuca altissima</i></b>	5,491	0,476	431
<b><i>Lamiastrum galeobdolon</i> agg.</b>	5,493	0,485	1014
<i>Rubus fruticosus</i>	5,5	0,495	430
<i>Euonymus europaeus</i>	5,513	0,505	123
<i>Prunus avium</i>	5,518	0,515	165
<i>Deschampsia cespitosa</i>	5,54	0,524	748
<b><i>Polygonatum multiflorum</i></b>	5,549	0,534	616
<b><i>Hepatica nobilis</i></b>	5,552	0,544	361
<i>Carpinus betulus</i>	5,555	0,553	564
<i>Rubus idaeus</i>	5,579	0,563	736
<i>Lonicera periclymenum</i>	5,601	0,573	541
<b><i>Carex pilosa</i></b>	5,626	0,583	655
<i>Dryopteris carthusiana</i>	5,646	0,592	432
<i>Agrostis capillaris</i>	5,667	0,602	190
<b><i>Milium effusum</i></b>	5,703	0,612	1576
<i>Corylus avellana</i>	5,719	0,621	293
<i>Impatiens parviflora</i>	5,728	0,631	327
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	5,812	0,641	414
<i>Sambucus nigra</i>	5,817	0,650	267
<i>Taraxacum officinale</i>	5,824	0,660	117
<b><i>Galium odoratum</i></b>	5,828	0,670	1266
<i>Hieracium murorum</i>	5,851	0,680	323
<i>Fraxinus excelsior</i>	5,862	0,689	802
<i>Acer platanoides</i>	5,89	0,699	286
<i>Mycelis muralis</i>	5,9	0,709	525
<b><i>Dryopteris filix-mas</i></b>	5,902	0,718	394
<b><i>Viola reichenbachiana</i></b>	5,912	0,728	883
<i>Maianthemum bifolium</i>	5,997	0,738	860
<i>Veronica officinalis</i>	6,026	0,748	211
<i>Picea abies</i>	6,028	0,757	250
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6,032	0,767	384
<i>Veronica chamaedrys</i>	6,044	0,777	233
<i>Galium aparine</i>	6,066	0,786	267
<i>Quercus robur</i>	6,069	0,796	1221
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	6,079	0,806	120
<i>Oxalis acetosella</i>	6,118	0,816	1953
<i>Poa pratensis</i>	6,142	0,825	115
<b><i>Luzula pilosa</i></b>	6,151	0,835	940
<i>Avenella flexuosa</i>	6,155	0,845	857
<i>Poa nemoralis</i>	6,172	0,854	1005
<b><i>Moehringia trinervia</i></b>	6,19	0,864	400
<b><i>Anemone nemorosa</i></b>	6,192	0,874	1616

"se nadaljuje"

"nadaljevanje Priloge 7. Seznam 103 habitatnih specialistov/generalistov ugotovljenih v raziskavi širine ekoloških niš rastlinskih vrst bukovih gozdov v odvisnosti od geografskega gradiента od Sredozemlja do Severnega morja – za oseverni del gradienta. Vrste z indeksi specializacije rastlinskih vrst (*theta*) so podane v naraščajočem vrstnem redu, od habitatnih specialistov do habitatnih generalistov (nižja vrednost indeksa *theta* pomeni višjo stopnjo habitatne specializacije). Vrste bukovih gozdov (po Willnerju in sod. (2009)) so označene s krepkim tiskom."

<i>Pteridium aquilinum</i>	6,204	0,883	196
<i>Convallaria majalis</i>	6,241	0,893	339
<i>Hedera helix</i>	6,247	0,903	811
<i>Viola riviniana</i>	6,248	0,913	129
<i>Acer pseudoplatanus</i>	6,249	0,922	854
<i>Melampyrum pratense</i>	6,25	0,932	186
<i>Dactylis glomerata</i>	6,28	0,942	201
<i>Quercus petraea</i>	6,348	0,951	356
<i>Calamagrostis epigejos</i>	6,471	0,961	138
<i>Betula pendula</i>	6,52	0,971	209
<i>Sorbus aucuparia</i>	6,677	0,981	1057
<i>Pinus sylvestris</i>	6,905	0,990	298
<i>Fagus sylvatica</i>	6,914	1,000	2914