

Vegetacijska obilježja bukovih šuma Psunja, Papuka i Krndije

Željko Škvorc, Jozo Franjić, Daniel Krstonošić, Krunoslav Sever, Ivana Alešković

Nacrtač – Abstract

Slavonsko gorje ima vrlo važno mjesto u florističkoj i vegetacijskoj slici kontinentalnoga dijela Republike Hrvatske. Najveći dio šumskoga pokrova toga područja čine sastojine obične bukve (*Fagus sylvatica* L.). Cilj je ovoga rada analizirati florni sastav bukovih šuma na Psunju, Papuku i Krndiji koji dosad nije dovoljno istražen, a nakon toga na temelju vlastitih i literaturnih snimaka definirati i razgraničiti biljne zajednice bukovih šuma, te na kraju analizirati neke od ekoloških i fitogeografskih obilježja koja određuju njihov pridozrak. Tijekom terenskih istraživanja napravljeno je 88 fitocenoloških snimaka prema standardnoj srednjoeuropskoj metodi. Napravljena je numerička usporedba sa snimcima bukovih šuma sa širega geografskoga područja, te su utvrđene ove biljne zajednice: *Luzulo-Fagetum*, *Festuco drymeiae-Fagetum* (*luzuletosum* i *caricetosum pilosae*) i *Cardamino savensi-Fagetum*. As. *Cardamino savensi-Fagetum* zabilježena je prvi put u Republici Hrvatskoj, i to u vršnom dijelu Papuka na karbonatnoj podlozi. Šumske biljne zajednice istraživanoga područja dolaze u finom mozaiku različitih vegetacijskih tipova koji se često izmjenjuju i čije granice najčešće nisu oštre, što značajno utječe na njihov florni sastav i otežava njihovo razgraničavanje. Za rješavanje ostalih otvorenih pitanja i bolje definiranje biljnih zajednica potrebno je istražiti i druga područja slavonskoga gorja koja nisu obuhvaćena ovim istraživanjem.

Ključne riječi: šume, *Fagus sylvatica*, vegetacijska ekologija, slavonsko gorje, Hrvatska

1. Uvod – Introduction

Slavonsko gorje ima vrlo važno mjesto u florističkoj i vegetacijskoj slici kontinentalnoga dijela Republike Hrvatske. Zahvaljujući svomu položaju na granici različitih klimatskih utjecaja (sa zapada alpskoga, s juga dinarskoga, s istoka i sjevera panonskoga), na tom je području prisutno veliko bogatstvo i raznolikost flore i vegetacije. Najveći dio šumskoga pokrova toga područja čine sastojine obične bukve.

Definiranjem i razgraničenjem biljnih zajednica obične bukve sjevernoga dijela Republike Hrvatske posljednjih desetak godina bavili su se različiti autori (Baričević 2002, Vukelić i Baričević 2002, 2003, 2007, Trinajstić i dr. 2003, Trinajstić i Cerovečki 2005, 2009, Škvorc 2006, Trinajstić 2008, Vukelić i dr. 2008, Baričević i dr. 2009). Iako je to znatno pridonijelo njihovu boljemu poznavanju, brojna su pitanja ostala otvorena. Razlog tomu je što su istraživanja uglavnom provedena na manjem geografskom prostoru gdje lokalne prilike (specifično mikrostanište, antropogeni utjecaj i sl.) jako utječu na fitocenološke ana-

lize. S druge strane vrlo je teško napraviti analize na većem geografskom prostoru jer su mnoga područja i/ili vegetacijski tipovi još uvijek vrlo slabo pokriveni s fitocenološkim snimcima. Kako su fitocenološki snimci osnova za bilo kakva istraživanja u vegetacijskoj ekologiji, bez dovoljnoga broja snimaka i njihova dobrog rasporeda vrlo je teško donositi jasne zaključke o definiranju i razgraničenju pojedinih vegetacijskih tipova na širem području (usp. Dengler i dr. 2008).

Prva detaljnija vegetacijska istraživanja bukovih šuma slavonskoga gorja proveo je Pelcer (1979). Nažalost, sam autor navodi da je zbog maloga broja snimaka većina vegetacijskih tipova definirana samo okvirno. Nakon toga pojedini autori donose mali broj snimaka koji su uglavnom ograničeni na manje geografsko područje (usp. Matić i dr. 1979, Rauš 1995, Medak i dr. 2006). Sustavnim istraživanjem vegetacije bukovih šuma na Požeškoj i Babjoj gori bavio se Baričević (2002) te na Dilju Škvorc (2006). Vukelić i Baričević (2007) dali su detaljan prikaz bukovo-jelo-

vih šuma panonskoga prostora Hrvatske, u što su uključeni i snimci sa slavonskoga gorja.

Slavonsko je gorje zbog svega navedenoga vrlo nejednoliko pokriveno fitocenološkim snimcima. Najbolje su istraženi južni dijelovi (Požeška i Babja gora, Dilj) te bukovo-jelove šume na Papuku. Osobito su slabo istražene bukove šume na većim nadmorskim visinama (iznad 500 m n.v.) i acidofilne bukove šume. Zbog toga je u ovim terenskim istraživanjima bio naglasak upravo na tim sastojinama.

Cilj je ovoga rada analizirati florni sastav bukovih šuma Psunja, Papuka i Krndije, osobito područja i vegetacijskih tipova koji dosad nisu dovoljno istraženi, nakon toga na temelju vlastitih i literaturnih snimaka definirati i razgraničiti biljne zajednice bukovih šuma, te na kraju analizirati neke od ekoloških i fitogeografskih značajki koje određuju njihov pri-dolazak.

2. Metode – Methods

Tijekom terenskih istraživanja bukovih šuma na Psunju, Papuku i Krndiji napravljeno je 88 fitocenoloških snimaka prema standardnoj srednjoeuropskoj metodi (Braun-Blanquet 1964, Westhoff i Van der Maarel 1973) (slika 1). Mjerilo je za izbor mjesta izrade vegetacijskoga snimka homogenost vegetacije. Pri tome je rađen i opis staništa koji uključuje određivanje geografskih koordinata uz pomoć uređaja GPS, te određivanje inklinacije, ekspozicije i sl.

Na terenskim istraživanjima prikupljen je obilan herbarski materijal. Herbarski su primjerci obrađeni, determinirani i pohranjeni u Herbarskoj zbirici Zavoda za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku Šumarskoga fakulteta. Za određivanje taksona biljnih vrsta korišteni su ovi taksonomski ključevi: Tutin i dr. (1964 – 1980), Pignatti (1982), Javorka i Csapody (1991), Martinčić i dr. (1999), Domac (1994), Oberdorfer (1994) i Rothmaler (2000). Nomenklatura vrsta usklađena je s Nikolićem (2010).

Radi utvrđivanja vegetacijskih tipova i njihova sintaksonomskoga statusa snimci su s istraživanoga područja uspoređeni s odgovarajućim vegetacijskim snimcima bukovih šuma okolnoga područja Hrvatske, iz Slovenije i Mađarske. Pri tome su korišteni literaturni snimci ovih asocijacija: *Lamio orvale-Fagetum*, *Cardamine savensi-Fagetum*, *Isopyro-Fagetum*, *Vicio oroboidi-Fagetum*, *Hacquetio-Fagetum*, *Helleboro odori-Fagetum*, *Carici pilosae-Fagetum*, *Festuco drymeiae-Fagetum*, *Galio odorati-Fagetum*, *Polysticho setiferi-Fagetum*, *Luzulo-Fagetum*, *Castaneo-Fagetum* i *Blechno-Fagetum*. Ukupno je analizirano 1597 snimaka. Od toga su 872 snimka iz Slovenske baze fitocenoloških snimaka (Šilc 2006), 617 snimaka iz Hrvatske baze fitocenoloških snimaka šumske vegetacije (Krstonošić i dr.

2007), 20 neobjavljenih snimaka iz južne Mađarske te 88 snimaka s istraživanoga područja.

Vegetacijski su snimci pohranjeni u bazu podataka TURBOVEG (Hennekens i Schaminée 2001). Pri analizi su izostavljene mahovine jer ih većina autora na snimcima nije bilježila. Kombinirana ocjena brojnosti i pokrovnosti transformirana je u ordinalnu skalu prema Van der Maarelu (1979). Za klasifikaciju snimaka korištena je klasterska analiza pomoću programskoga paketa PC-ORD (McCune i Mefford 1999). Pri tome je korišten Wardov klasifikacijski algoritam i Sorensenov koeficijent udaljenosti. Izbor klasifikacijskoga algoritma ovisio je o vrijednostima postotka ulančavanja dendrograma (McCune i Mefford 1999). Rezultati klasifikacije snimaka s istraživanoga područja projicirani su na ordinacijski dijagram dobiven nemetričkim multidimenzionalnim skaliranjem (NMDS). Za NMDS analizu korišten je programski paket R s potprogramom Vegan (Oksanen i dr. 2006). Za obradu snimaka i izradu fitocenoloških tablica korišten je program JUICE 6.5 (Tichý 2002).

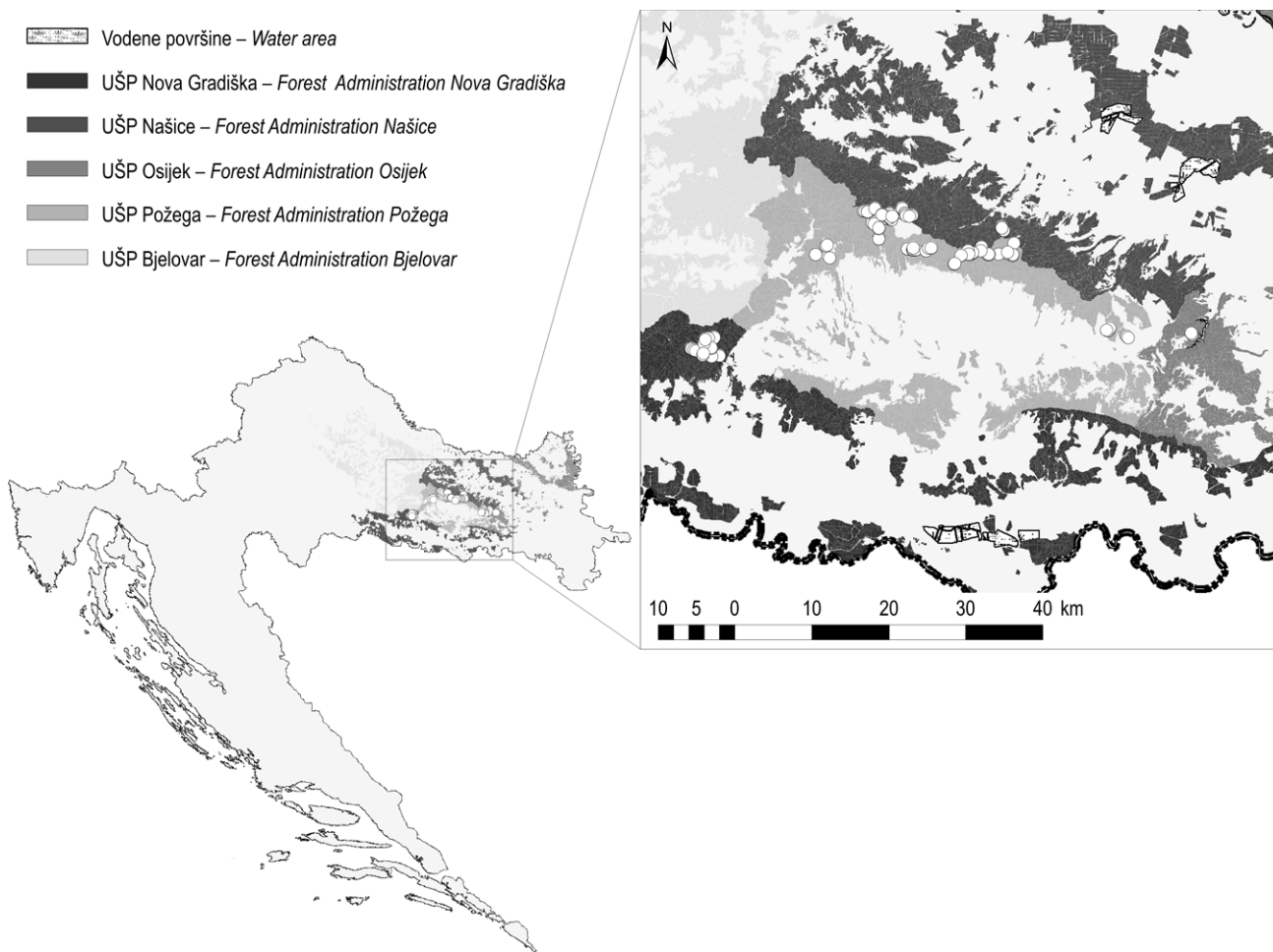
Multivarijantna ordinacijska analiza obavljena je s programskim paketom CANOCO 4.5 (Ter Braak i Šmilauer 2002). *Detrended correspondence* analiza (DCA) izabrana je na temelju duljine najdužega gradijenta koji je bio veći od 4 (Lepš i Šmilauer 2007). Pri tome su prosječne Ellenbergove indikatorske vrijednosti i okolišne varijable pasivno projicirane na dijagram (*Supplementary environmental variables*).

Za opis ekoloških uvjeta korištene su Ellenbergove indikacijske vrijednosti prema Pignattiju (2005). Ellenbergove su vrijednosti izračunate prosječno za svaki snimak uz pomoć programskoga paketa JUICE 6.3 (Tichý 2002). Vrijednosti orijentacije terena transformirane su prema Beersu i dr. (1966). Deskriptivna statistička analiza okolišnih varijabli provedena je programskim paketom STATISTICA (*Statsoft, Inc.* 2005). U radu su prikazani samo dijagrami *Box&Whiskers* za okolišne varijable kod kojih je ustanovljena statistički značajna razlika između vegetacijskih tipova.

3. Istraživano područje – Research area

Psunj, Papuk i Krndija u geografskom je smislu dio slavonskoga gorja koje je smješteno na južnom rubu Panonske nizine. Omeđeno je sa sjeverozapada i sjevera Papukom (953 m n.v.) i Krndijom, a s juga i jugoistoka Psunjem (989 m n.v.), Požeškom gorom (616 m n.v.) i Diljem (471 m n.v.). Zapadni su dijelovi gorja najviši i najstrmiji, dok prema istoku teren postupno pada i postaje blago valovit i brežuljkast.

Prema Köppenovoj klasifikaciji klime istraživano područje pripada klimatskomu području s oznakom Cfbw »x«, što znači da je klima umjereno topla i kišna, da se mraz i snijeg javljaju u hladnom dijelu



Slika 1. Istraživano područje s lokalitetima fitocenoloških snimaka
Fig. 1 Research area with relevé localities

godine, da nema sušnoga razdoblja, da su oborine jednoliko raspoređene tijekom cijele godine, a najsuši dio godine pada u hladno godišnje doba (Seletković i Katušin 1992). Općenito gledajući, od zapada prema istoku klima sve više poprma obilježja kontinentalnosti te su uvjeti za rast i razvoj biljnoga svijeta sve nepovoljniji. Tako se prosječna godišnja temperatura zraka prema istoku povećava, a prosječna godišnja količina oborina smanjuje. Amplituda se temperature također povećava prema istoku (Roglić 1975).

Reljef je vrlo razveden. Brežuljci su rasječeni gustom mrežom dolina i jaruga koje dijele široko zaobljeni hrptovi. Geološka je struktura vrlo raznolika. Većina je gorja izgrađena od silikatnih stijena i pješčenjaka, dok su dijelovi Papuka, Požeške gore i Dilja izgrađeni od vapnenca i lapora.

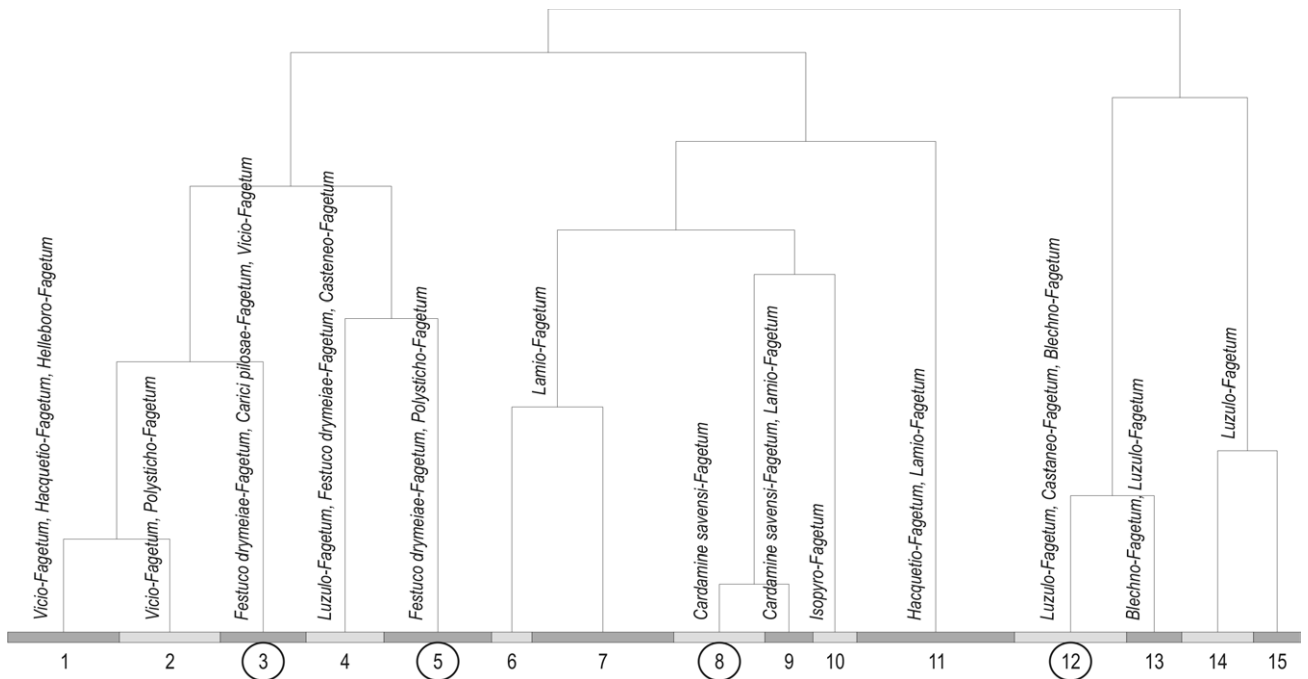
Viši su dijelovi gorja pokriveni kontinuiranim kompleksom bukovih i bukovo-jelovih šuma, dok su u nižim područjima šume pod puno većim antro-

pogenim utjecajem pa su često isprekidane naseljima i poljoprivrednim površinama. U posljednje vrijeme u mnogim dijelovima bivše oranice, livade i pašnjaci zarašćuju šumskom vegetacijom te se nalaze u različitim sukcesijskim stadijima.

4. Rezultati – Results

Vegetacijska obilježja bukovih šuma na Psunju, Papuku i Krndiji istraživana su na temelju 88 fitocenoloških snimaka. Na njima su zabilježene ukupno 183 vrste vaskularnih biljaka. Prosječan broj vrsta po snimku je 20, a kreće se od 5 do 43.

Radi lakšega definiranja asocijacija i smještanja u postojeći sintaksonomski sustav provedena je usporedba s literaturnim snimcima susjednih područja Hrvatske, Slovenije i južne Mađarske. Snimci su se s istraživanoga područja rasporedili u četiri klastera koji odgovaraju ovim asocijacijama, kako su ih naveli autori snimaka:



Slika 2. Dendrogram dobiven klsterskom analizom fitocenoloških snimaka bukovih šuma. Navedene su asocijacije koje su zastupljene s više od pet snimaka u pojedinom klsteru. Zaokruženi su brojevi klstera u kojima se nalaze snimci s istraživanoga područja

Fig. 2 A dendrogram obtained by cluster analysis of relevés of beech forests. These are the associations represented with more than five relevés in each cluster. The marked numbers indicate the clusters containing the relevés from the studied area

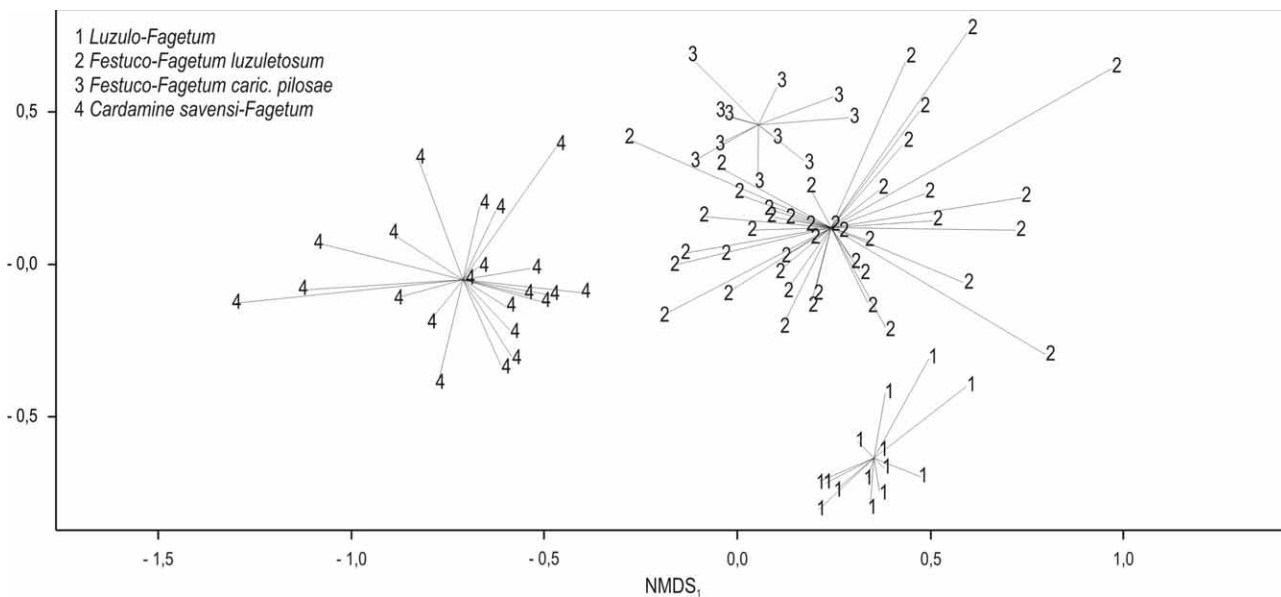
- ⇒ *Festuco drymeiae-Fagetum*, *Carici pilosae-Fagetum*, *Vicio oroboidi-Fagetum*
- ⇒ *Festuco drymeiae-Fagetum*, *Polysticho setiferi-Fagetum*
- ⇒ *Cardamino savensi-Fagetum*
- ⇒ *Luzulo-Fagetum*, *Castaneo-Fagetum*, *Blechno-Fagetum*.

Navedene su samo asocijacije koje su zastupljene s više od pet snimaka unutar klstera. Navedeni redoslijed asocijacija unutar klstera sukladan je zastupljenosti pojedine asocijacije (slika 2).

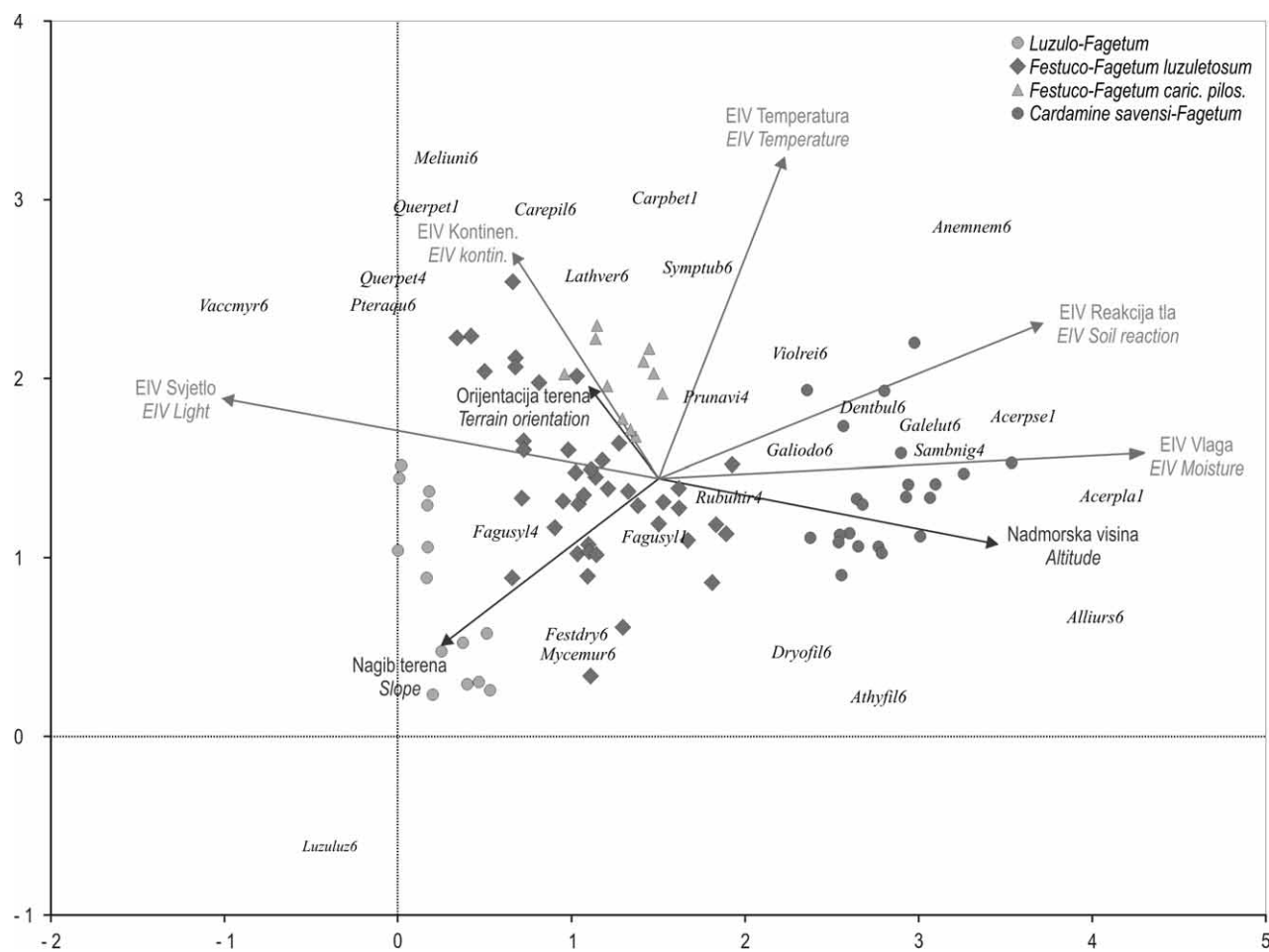
Odvojeno je provedena klasifikacija samo snimaka s istraživanoga područja koja je snimke grupirala na sličan način (usp. sliku 3). Usporedbom tih dviju analiza ustanovljeno je da se snimci s istraživanoga područja mogu podijeliti u četiri klstera koji odgovaraju ovim biljnim zajednicama: *Luzulo-Fagetum*, *Festuco drymeiae-Fagetum luzuletosum*, *Festuco drymeiae-Fagetum caricetosum pilosae* i *Cardamino savensi-Fagetum*. Snimci as. *Luzulo-Fagetum* i *Cardamino savensi-Fagetum* prema svim provedenim analizama jasno se razlikuju od svih drugih vegetacijskih tipova, dok je razgraničenje subas. *Festuco drymeiae-Fagetum luzuletosum* i *caricetosum pilosae* ovisno o tipu analize pa ih tako klsterska analiza razdvaja na visokoj razini, a ordinacijska analiza pak ukazuje na njihovo vrlo nejasno razgraničenje (usp. slika 2 i 3).

Acidofilne bukove šume (*Luzulo-Fagetum*) ističu se u prvom redu vrlo siromašnim florinim sastavom u kojem prevladavaju acidofilne vrste, kao što su *Luzula luzuloides*, *Hieracium murorum*, *Vaccinium myrtillus* i dr. (usp. tablica 1). Prosječan je broj vrsta po snimku ove asocijacije 8, a kreće se od 5 do 13.

U sloju drveća subas. *Festuco drymeiae-Fagetum luzuletosum* osim obične bukve dolaze i vrste *Quercus petraea*, *Carpinus betulus* i *Prunus avium*. Sloj je grmlja slabo razvijen, a u njemu su najčešće vrste *Fagus sylvatica*, *Prunus avium*, *Quercus petraea* i dr. Sloj niskoga rašća ima veliku pokrovnost ponajprije zahvaljujući velikoj pokrovnosti vrste *Festuca drymeia*. Značajno je zastupljena vrsta *Luzula luzuloides*, a vrste sveze *Aremonio-Fagion* relativno su slabo zastupljene. Od vrsta reda *Fagetalia* najzastupljenije su *Galium odoratum*, *Cardamine bulbifera*, *Dryopteris filix-mas*, *Viola reichenbachiana*, *Lathyrus vernus*, *Mycelis muralis* i dr. Sloj drveća i grmlja subas. *Festuco drymeiae-Fagetum caricetosum pilosae* razlikuje se od subas. *luzuletosum* po značajnijoj zastupljenosti vrste *Carpinus betulus*, ali i vrste *Tilia tomentosa*. Slično kao vrsta *Festuca drymeia* u subas. *luzuletosum* ovdje vrsta *Carex pilosa* ima veliku brojnost i pokrovnost. Na cijelom području rasprostranjenosti asocijacije na vlažnijim mikrostaništima, osobito na padinama jaraka, u većoj mjeri dolaze paprati – *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium*



Slika 3. Ordinacijski dijagram dobiven NMDS metodom s projiciranim rezultatima klusterske analize
Fig. 3 NMDS ordination diagram with projected results of cluster analysis



Slika 4. Ordinacijski dijagram dobiven DCA metodom. Ellenbergove su indikatorske vrijednosti pasivno projicirane
Fig. 4 DCA ordination diagram. Ellenberg indicator values are passively projected

Asocijacije	1	2	3	4	Košir
<i>Luzulo-Fagetum</i> <i>Festuco drymeaie-Fagetum</i> <i>Izuletosum</i> <i>F. d. -F. car.</i> <i>Cardamino-Fagetum</i>					62 79
<i>Isopyrum thalictroides</i>
<i>Euphorbia dulcis</i>
<i>Helleborus odorus</i>
<i>Knautia thymea</i>
<i>Cyclamen purpurascens</i>
<i>Vicia oroboides</i>
<i>Lamium ovale</i>
<i>Cardamine trifolia</i>
Fagetalia sylvaticae					
<i>Fagus sylvatica</i> A1	V	V	V	V	V
<i>Acer platanoides</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>
<i>Carpinus betulus</i>
<i>Prunus avium</i>
<i>Ulmus glabra</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Tilia platyphyllos</i>
<i>Fagus sylvatica</i> A2	IV	V	IV	.	.
<i>Carpinus betulus</i>
<i>Acer platanoides</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>
<i>Fagus sylvatica</i> B	V	V	III	.	V
<i>Carpinus betulus</i>
<i>Prunus avium</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	V
<i>Acer platanoides</i>
<i>Daphne mezereum</i>	IV
<i>Euonymus latifolius</i>	I
<i>Acer campestre</i>
<i>Ulmus glabra</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Melica uniflora</i> C	III	III	I	.	.
<i>Galium odoratum</i>	.	IV	V	IV	V
<i>Anemone nemorosa</i>	.	I	III	II	III
<i>Cardamine bulbifera</i>	.	IV	V	V	V

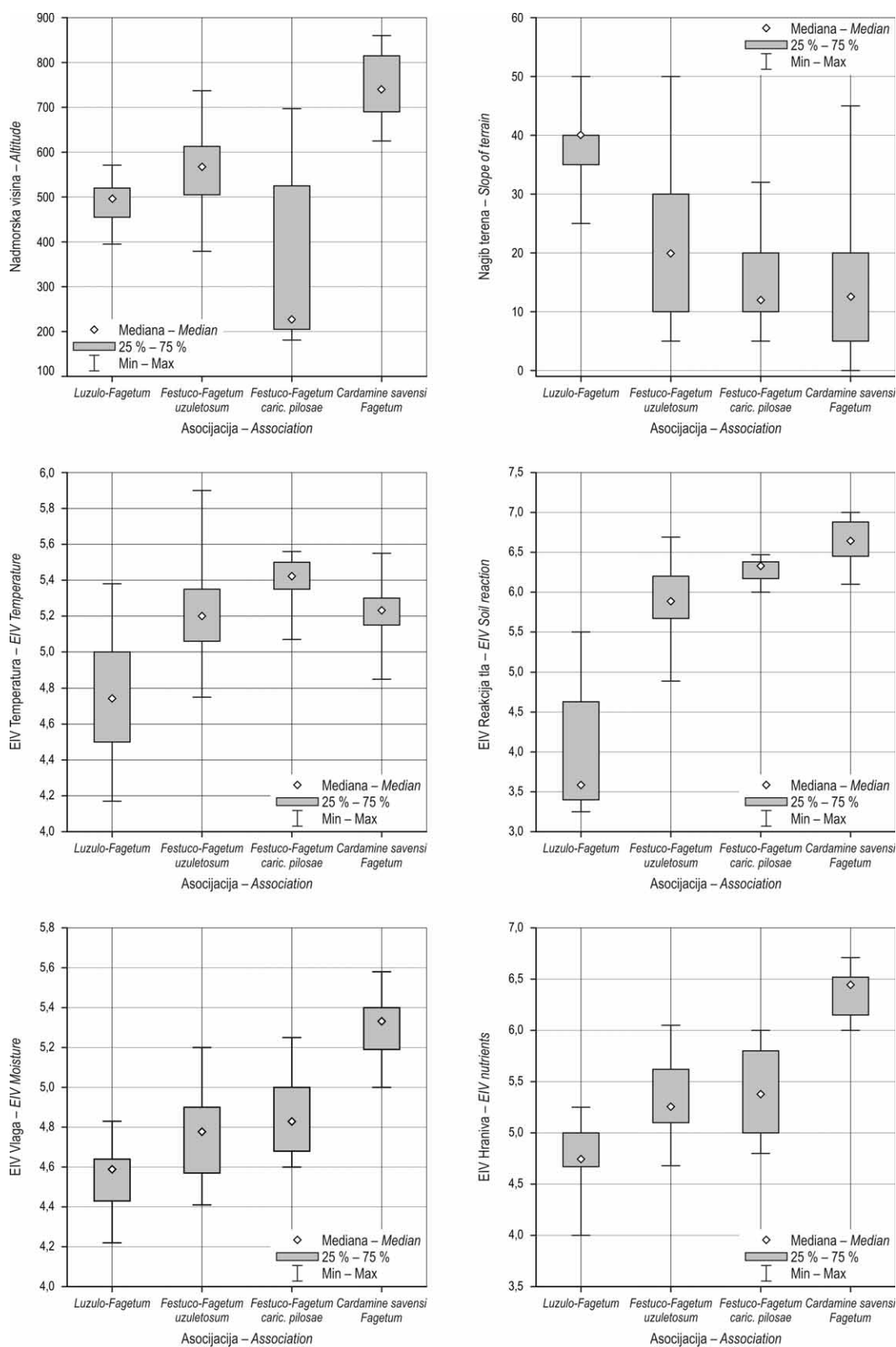
Asocijacija	11111111111111111111	22222222222222222222	33333333333333	4444444444444444444444	1	2	3	4	Košir
<i>Luzulo-Fagetum</i>	Festuco drymeaie-Fagetum luzuletosum								
<i>Geranium roberianum</i>
<i>Asarum europaeum</i>
<i>Campanula trachelium</i>
<i>Heracleum sphondylium</i>
<i>Moehringia trinervia</i>
<i>Salvia glutinosa</i>
<i>Stachys sylvatica</i>
<i>Acer campestre</i>
<i>Digitalis grandiflora</i>
<i>Neottia nidus-avis</i>
<i>Lilium martagon</i>
<i>Rosa pendulina</i>
<i>Galanthus nivalis</i>
<i>Senecio ovatus</i>
<i>Ranunculus lanuginosus</i>
<i>Veratrum album</i>
<i>Polygonatum verticilla.</i>
<i>Adoxa moschatelina</i>
Quercio-Fagetea									
<i>Quercus petraea A1</i>
<i>Quercus petraea A2</i>
<i>Sorbus terminalis</i>
<i>Fraxinus ornus</i>
<i>Sambucus nigra B</i>
<i>Fraxinus ornus</i>
<i>Quercus petraea</i>
<i>Castanea sativa</i>
<i>Corylus avellana</i>
<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Pyrus pyrasier</i>
<i>Sorbus terminalis</i>
<i>Quercus petraea C</i>
<i>Cephalanthera longifolia</i>
<i>Galium sylvaticum</i>
<i>Sambucus nigra</i>

Asocijacije	1111111111111	2222222222222	2222222222222	2222222222222	2222222222222	2222222222222	3333333333333	4444444444444	4444444444444	4444444444444	1	2	3	4	Kosir
	Luzulo-Fagetum Festuco drymeaie-Fagetum Iuzuletosum F. d. -F. car. Cardamino-Fagetum														
<i>Hypericum montanum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>Veronica officinalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>Aconitum lycoctanum</i>															
<i>Calystegia sepium</i>															
<i>Tamus communis</i>															
<i>Carex pendula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>Erythronium dens-canis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>Asplenium scolopendri.</i>															
<i>Atropa bella-donna</i>															
<i>Dryopteris dilatata</i>															
<i>Galium aparine</i>															
<i>Lunaria rediviva</i>															
<i>Rosa canina</i>															
<i>Rosa sp.</i>															
<i>Senecio sp.</i>															
<i>Tanacetum corymbosum</i>															
<i>Alliaria petiolata</i>															
<i>Asperula taurina</i>															
<i>Carex remola</i>															
<i>Eupatorium cannabinum</i>															
<i>Fragaria vesca</i>															
<i>Lamium maculatum</i>															
<i>Melampyrum sylvaticum</i>															
<i>Phyteuma ovatum</i>															
<i>Quercus cerris</i>															
<i>Rubus idaeus</i>															
<i>Scilla bifolia</i>															
<i>Vicia sp.</i>															
<i>Myosotis sylvatica</i>															

A – sloj drveća / tree layer, B – sloj gmlja / shrub layer, C – sloj niskoga rašća / herb layer

Vrste koje pridolaze samo na jednom snimku – Species appearing in only one relevé

Chaerophyllum hirsutum [C] 48: +; *Luzula pilosa* [C] 65: +; *Euphorbia carnioica* [C] 85: +; *Acer campestre* [A2] 59: +; *Prunus avium* [A2] 12: +; *Ulmus glabra* [A2] 21: +; *Daphne laureola* [B] 17: +; *Rosa arvensis* [B] 21: +; *Tilia platyphyllos* [B] 67: +; *Vincetoxicum* [C] 17: +; *Geum urbanum* [C] 53: +; *Castanea sativa* [A] 10: +; *Sorbus torminalis* [A] 17: +; *Pyrus pyraeata* [A2] 15: +; *Cornus sanguinea* [B] 51: +; *Hieracium umbellatum* [C] 20: +; *Crataegus monogyna* [C] 64: +; *Clematis vitalba* [C] 87: +; *Pinus sylvestris* [A] 152: 1; *Larix decidua* [A] 14: +; *lex aquifolium* [A2] 25: +; *tilia tomentosa* [A2] 51: +; *Pinus sylvestris* [B] 5: +; *Picea abies* [B] 15: +; *Callunavulgaris* [B] 12: +; *Frangula alnus* [B] 14: +; *Cornus mas* [B] 15: +; *Quercus frainetto* [B] 46: +; *Tilia sp.* [B] 87: +; *Veronica urticifolia* [C] 8: +; *Rubus fruticosus* [C] 8: +; *Lathyrus linifolius* [C] 15: +; *lex aquifolium* [C] 20: +; *Calamagrostis varia* [C] 23: +; *Ambrosia artemisiifolia* [C] 23: +; *Solidago virgaurea* [C] 38: +; *Luzula forsteri* [C] 41: +; *Galeopsis pubescens* [C] 14: +; *Dryopteris carthusiana* [C] 14: +; *Verbascum nigrum* [C] 51: +; *Astragalus glycyphyllos* [C] 51: +; *Aruncus dioicus* [C] 52: +; *Valeriana montana* [C] 67: +; *Crocus vernus* ssp. *vernus* [C] 67: +; *Chelidonium majus* [C] 68: +; *Ranunculus acris* [C] 48: +; *Urtica dioica* [C] 77: +



Slika 5. Dijagrami Box&Whiskers analiziranih ekoloških značajki
 Fig. 5 Box&Whiskers diagrams of ecological variables

filix-femina i *Polystichum setiferum*. Prosječan je broj vrsta po snimku ove asocijacije 22, a kreće se od 12 do 43.

U sloju drveća as. *Cardamine savensi-Fagetum* osim obične bukve redovito je s većom ili manjom pokrovnošću prisutan javor (*Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*), a čest je i gorski brijest (*Ulmus glabra*). U sloju grmlja najčešće su vrste *Fagus sylvatica* i *Sambucus nigra*. Na većini lokaliteta vrsta *Allium ursinum* gotovo u potpunosti prekriva tlo. Ostale najčešće vrste u sloju niskoga rašća su *Cardamine bulbifera*, *Lamium galeobdolon*, *Polygonatum multiflorum*, *Galium odoratum*, *Corydalis bulbosa*, *Paris quadrifolia*, *Mercurialis perennis*, *Cardamine savensis* i dr. Prosječan je broj vrsta po snimku ove asocijacije 23, a kreće se od 11 do 40.

Analiza okolišnih svojstava pokazala je da rasprostranjenost šumskih biljnih zajednica na istraživanom području ovisi o kombinaciji različitih čimbenika (usp. slika 5). Na najvećim nadmorskim visinama dolazi as. *Cardamino savensi-Fagetum*. Subas. *Festuco drymeiae-Fagetum caricetosum pilosae* razlikuje se od subas. *luzuletosum* po tome što dolazi na nižim nadmorskim visinama. Acidofilne bukove sastojine rastu na najvećim nagibima (uglavnom iznad 30°). Subas. *Festuco drymeiae-Fagetum caricetosum pilosae* razlikuje se od subas. *luzuletosum* po tome što uspijeva na nešto blažim nagibima (usp. slika 4 i 5).

Izračunate prosječne vrijednosti Ellenbergovih indikatorskih vrijednosti (EIV) vrlo dobro diferenciraju istraživane biljne zajednice. Najniže EIV za reakciju tla imaju sastojine as. *Luzulo-Fagetum*, a najviše sastojine as. *Cardamino savensi-Fagetum*. EIV za vlagu i hraniva na vrlo sličan način diferenciraju biljne zajednice. Na najsušim i najsiromašnijim staništima dolaze acidofilne bukove šume, a na najvlažnijim i najbogatijim staništima dolazi as. *Cardamino savensi-Fagetum* (usp. slike 4 i 5).

5. Rasprava – Discussion

Definiranje i sistematika bukovih šuma je pitanje o kojem se najviše raspravljalo u našoj fitocenološkoj literaturi (usp. Vukelić i Baričević 2002). Razgraničenje pojedinih asocijacija ponekad je vrlo teško jer se te šume (osobito one sjeverno od Save) odlikuju malim brojem vrsta (u usporedbi s drugim vegetacijskim tipovima), te je često teško ustanoviti diferencijalne vrste za pojedine ekološki odijeljene vegetacijske tipove (usp. Horvat 1938, 1962). Zbog toga su često za svojstvene vrste asocijacija birane vrste koje imaju široku ekološku amplitudu i koje dolaze u različitim biljnim zajednicama (npr. *Galium odoratum*, *Carex pilosa*, *Festuca drymeia* i dr.). Mnoge od tih vrsta lako se i brzo vegetativno razmnožavaju pa svojom

brojnošću stvaraju nepovoljne uvjete za pridolazak drugih vrsta, što problem čini još kompleksnijim. Sve navedeno došlo je do izražaja i pri provedenoj klasifikaciji snimaka bukovih šuma sa slavonskoga gorja (usp. slike 2 i 3), što će biti detaljnije obrazloženo pri opisu pojedinih biljnih zajednica.

Usporedbom flornoga sastava istraživanih sastojina s literaturnim snimcima odgovarajućih asocijacija bukovih šuma okolnoga područja Hrvatske, Slovenije i Mađarske (slika 2), kao i provedenom klasifikacijskom i ordinacijskom analizom flornoga sastava istraživanih sastojina (slika 3) utvrđene su biljne zajednice prema ovoj sintaksonomskoj shemi:

Sintaksonomska shema – Syntaxonomic scheme

Razred: *Quercu-Fagetea* Braun-Blanquet et Vlieger 1937
Red: *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski in Pawlowski et al. 1928

Sveza: *Luzulo-Fagion* Lohmeyer et R. Tüxen in R. Tüxen. 1954

⇒ As. *Luzulo luzuloidi-Fagetum* Meusel 1937

Sveza: *Aremonio-Fagion* (Horvat 1938) Borhidi in Török et al. 1989

Podsveza *Epimedio-Fagenion* Marinček et al. 1993

⇒ As. *Festuco drymeiae-Fagetum* Magic 1978

✓ subas. *luzuletosum* Baričević 2002

✓ subas. *caricetosum pilosae* Baričević 2002

Podsveza: *Lamio orvalae-Fagenion* Borhidi ex Marinček et al. 1993

As. *Cardamino savensi-Fagetum* Košir 1962

As. *Luzulo luzuloidi-Fagetum*

Ova je asocijacija već prije zabilježena na istraživanom području (usp. Pelcer 1979, Baričević 2002, Vukelić i dr. 2008). To su sastojine koje rastu na kiselim podlogama, na strmim padinama različitih ekspozicija (usp. slike 4 i 5). Odlikuju se vrlo siromašnim flornim sastavom. Osim tipično razvijenih sastojina u kojima prevladava vrsta *Luzula luzuloides* i koje uglavnom dolaze na sjevernim padinama, prisutne su i sastojine u kojima prevladava vrsta *Vaccinium myrtillus* koje dolaze na nešto toplijim staništima (usp. tablice 1 i 2).

As. *Festuco drymeiae-Fagetum*

Na istraživanom području unutar ove asocijacije mogu se razlikovati dvije skupine snimaka, iako granica između njih nije oštra (usp. sliku 2). Acidofilnija skupina (subas. *luzuletosum*) s dominacijom vrste *Festuca drymeia* i značajnim udjelom vrste *Luzula luzuloides* dolazi u velikim kompleksima na višim nadmorskim visinama i prisutnija je u zapadnom i sjevernom dijelu gorja. U južnom i istočnom dijelu gorja nalazi se na manjim površinama, uglavnom u

Tablica 2. Podaci o fitocenološkim snimcima s istraživanoga područja. Brojevi snimaka odgovaraju brojevima u tablici 1**Table 2** Relevés description. Relevés numbers correspond to numbers in Tab 1

Broj snimka Relevé number	Datum - Date	Površina snimka, m ² Relevé area, m ²	Nadmorska visina, m Altitude, m	Ekspozicija, ° Exposition, °	Nagib, ° Slope, °	Koordinate - Coordinates	
						X	Y
1	05. 09. 2003.	400	520	270	35	17.68757	45.52049
2	05. 09. 2003.	400	520	270	35	17.68716	45.52113
3	6. 2008	400	466	360	45	17.36347	45.35333
4	6. 2008	400	493	45	40	17.36906	45.35881
5	02. 07. 2008.	400	395	45	40	17.37222	45.34694
6	02. 07. 2008.	400	455	45	40	17.35667	45.34806
7	02. 07. 2008.	400	557	360	45	17.36139	45.36694
8	20. 04. 2002.	400	430	315	30	17.64842	45.48779
9	20. 04. 2002.	400	500	360	25	17.68640	45.52144
10	23. 05.2002.	300	480	300	35	17.85179	45.49999
11	23. 05. 2002.	300	500	300	40	17.85212	45.49948
12	23. 05. 2002.	300	560	220	40	17.85222	45.49874
13	16. 06.2009.	400	443	360	50	17.70495	45.47552
14	16.06. 2009.	400	571	270	30	17.73091	45.47534
15	20. 04. 2002.	400	410	315	25	17.64752	45.48626
16	20. 04. 2002.	400	620	270	25	17.64067	45.50300
17	20. 04. 2002.	400	540	270	15	17.64798	45.49886
18	23. 05. 2002.	400	620	280	20	17.87215	45.48105
19	05. 09. 2003.	400	550	360	30	17.68383	45.51588
20	05. 09. 2003.	400	598	45	20	17.68372	45.51734
21	05. 09. 2003.	400	380	135	10	17.69708	45.47430
22	05. 09. 2003.	400	380	135	10	17.69625	45.47389
23	05. 09. 2003.	400	455	270	10	17.70428	45.47366
24	05. 09. 2003.	400	478	270	5	17.70557	45.47375
25	15. 06. 2009.	400	737	270	25	17.66296	45.51216
26	15. 06. 2009.	400	613	90	30	17.69098	45.51582
27	15. 06. 2009.	400	624	270	10	17.69267	45.51469
28	16. 06. 2009.	400	571	270	50	17.73168	45.47624
29	16. 06. 2009.	400	592	135	5	17.73539	45.47605
30	02. 07. 2010.	400	606	125	35	17.84684	45.46815
31	02. 07. 2010.	400	646	220	10	17.82946	45.46746
32	02. 07. 2010.	400	592	210	8	17.81846	45.47668
33	02. 07. 2010.	400	583	240	50	17.80295	45.46944
34	02. 07. 2010.	400	559	120	40	17.79879	45.46799
35	02. 07. 2010.	400	541	90	20	17.78542	45.46778
36	02. 07. 2010.	400	554	170	5	17.77340	45.45675
37	02. 07. 2010.	400	525	360	5	17.87062	45.46751
38	02. 07. 2010.	400	659	20	20	17.83171	45.46745
39	02. 07. 2010.	400	661	280	10	17.83026	45.46827
40	02. 07. 2010.	400	602	240	5	17.81801	45.47179
41	02. 07. 2010.	400	606	280	15	17.80347	45.47018
42	02. 07. 2010.	400	616	260	35	17.79632	45.47182

43	02. 07. 2010.	400	574	240	10	17.79752	45.46866
44	02. 07. 2010.	400	568	20	25	17.78437	45.46718
45	02. 07. 2010.	400	554	360	5	17.77416	45.45745
46	24. 05. 2002.	400	215	90	5	18.06192	45.37078
47	6. 2008.	400	386	360	45	17.37447	45.34728
48	6. 2008.	400	695	225	17	17.34481	45.35308
49	6. 2008.	400	501	45	10	17.37408	45.36664
50	6. 2008.	400	527	45	30	17.37578	45.36931
51	6. 2008.	400	633	180	45	17.36678	45.36864
52	02. 07. 2008.	400	379	45	45	17.38500	45.34750
53	02. 07. 2008.	400	503	45	30	17.37017	45.35694
54	02. 07. 2008.	400	621	45	45	17.35861	45.36222
55	20. 04. 2002.	400	525	270	10	17.64797	45.49782
56	16. 06. 2009.	400	474	225	30	17.72678	45.47230
57	02. 07. 2010.	400	559	220	10	17.86258	45.46947
58	21. 08. 2010.	400	205	135	20	18.16792	45.37423
59	21. 08. 2010.	400	210	45	15	18.16683	45.37636
60	24. 05. 2002.	300	228	90	5	18.05985	45.37225
61	24. 05. 2002.	300	203	360	10	18.02936	45.37947
62	24. 05. 2002.	400	223	360	15	18.03149	45.38175
63	24. 05. 2002.	300	181	315	10	18.02593	45.37978
64	6. 2008.	400	697	225	32	17.33783	45.35567
65	6. 2008.	400	686	225	12	17.34214	45.35381
66	02. 07. 2008.	400	505	45	25	17.37222	45.35639
67	20. 04. 2002.	400	690	270	20	17.64301	45.50828
68	20. 04. 2002.	400	720	90	25	17.64984	45.51114
69	20. 04. 2002.	400	730	270	20	17.66172	45.51021
70	20. 04. 2002.	400	740	270	20	17.66165	45.50950
71	20. 04. 2002.	400	740	360	7	17.66441	45.51106
72	20. 04. 2002.	400	670	360	15	17.66532	45.51469
73	20. 04. 2002.	400	740	68	0	17.66896	45.50810
74	20. 04. 2002.	400	830	90	5	17.62282	45.51793
75	20. 04. 2002.	400	815	45	2	17.62413	45.51764
76	20. 04. 2002.	400	860	45	2	17.62941	45.51694
77	20. 04. 2002.	400	855	360	2	17.62913	45.51782
78	20. 04. 2002.	400	860	360	5	17.62888	45.51740
79	15. 06. 2009.	400	743	270	5	17.66262	45.51098
80	15. 06. 2009.	400	749	360	10	17.66623	45.51063
81	15. 06. 2009.	400	832	135	10	17.64104	45.52058
82	15. 06. 2009.	400	779	270	10	17.65292	45.51416
83	15. 06. 2009.	400	800	315	45	17.65356	45.51368
84	15. 06. 2009.	400	682	360	20	17.67007	45.51181
85	15. 06. 2009.	400	625	90	45	17.69264	45.51419
86	15. 06. 2009.	400	635	315	15	17.69323	45.51284
87	15. 06. 2009.	400	699	270	15	17.70327	45.51264
88	15. 06. 2009.	400	688	315	30	17.69859	45.51240

jarcima. Za drugu skupinu (subas. *caricetosum pilosae*) značajna je prevlast vrste *Carex pilosa*. Ona raste na manjim nadmorskim visinama i prisutnija je u istočnom i južnom dijelu gorja. U florističkom smislu razlikuje se od subas. *luzuletosum* s većim udjelom vrsta kao što su *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Tilia tomentosa* i dr. U opsegu asocijacije, u jarcima i uvalama značajna je prisutnost vrsta kao što su *Poly-stichum setiferum*, *Dryopteris filix-mas*, *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus nigra* i dr. (usp. tablicu 1, slike 4 i 5).

Nakon provedenih analiza snimaka submontanih bukovih šuma koje su analizirane u ovom radu ostaje pitanje radi li se tu o dvjema asocijacijama ili o različitim subasocijacijama unutar iste asocijacije. Za rješavanje sintaksonomskoga statusa i odnosa prema srodnima asocijacijama potrebno je napraviti posebnu studiju u koju će biti uključene sve submontane bukove šume na širem geografskom području, što prelazi okvire ovoga rada.

Opis i sistematski položaj ove asocijacije predmet su brojnih rasprava u fitocenološkoj literaturi (Trinajstić i Franjić 1999, Zupančić i dr. 2000, Baričević 2002, Vukelić i Baričević 2002, Škvorc 2006, Vukelić i dr. 2008, Baričević i dr. 2009, Trinajstić i Cerovečki 2009). Na temelju svih analiza smatramo da nijedna od predloženih nomenklature kombinacija nije zadovoljavajuća pa se u ovom radu pridržavamo rješenja kojima su se koristili Baričević (2002), Škvorc (2006) i Trinajstić i Cerovečki (2009), iako smo svjesni da, kako to navode i Vukelić i Baričević (2002), njezine fitocenološke karakteristike i sistematski položaj nisu riješeni na zadovoljavajući način.

As. *Cardamino savensi-Fagetum*

U vršnom dijelu Papuka (iznad 700 m n.v.) na karbonatnoj podlozi rastu bukove sastojine koje se po flornom sastavu jasno razlikuju od svih drugih istraživanih sastojina. Usporedbom sa snimcima bukovih šuma iz literature nedvojbeno je utvrđeno da je tu riječ o brdskim bukovim šuma podsveze *Lamio orvalae-Fagetum* (usp. sliku 1). Po flornom sastavu i ekološkim značajkama te su šume najslbližnje šumama koje su u Sloveniji opisane pod nazivom *Cardamino savensi-Fagetum*. To je asocijacija koja pokriva vršne dijelove planina u predinarskoj fitogeografskoj regiji i koja uspijeva na karbonatnoj podlozi (usp. Košir 1962, 1979, Marinček i Čarni 2002). S obzirom na to da se zajednica prvi put spominje za područje Hrvatske, u tablici 1 u predzadnjoj je koloni prikazan sastav vrsta ove asocijacije prema Koširu (1962), te u zadnjoj koloni sastav vrsta forme *alliosum* prema Koširu (1979). Sastojine se na Papuku zbog fitogeografskoga položaja slavonskoga gorja od slovenskih razlikuju nedostatkom ilirskih vrsta kao što su *Cardamine trifolia*, *Lamium orvala* i dr. Naime, florni sa-

stav svih bukovih šuma istraživanoga područja obilježava manji broj vrsta u odnosu na bukove šume dinarskoga područja i zapadne Hrvatske. U prvom redu nedostaju ili vrlo rijetko pridolaze neke ilirske vrste (*Lamium orvala*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifolia*, *Rhamnus fallax* i *Euphorbia carniolica*), što je primijećeno i u prijašnjim istraživanjima (usp. tablicu 1, Baričević 2002, Škvorc 2006, Vukelić i Baričević 2007).

Sastojine as. *Cardamino savensi-Fagetum* razlikuju se od slovenskih i slabijom zastupljenošću prisutnih ilirskih vrsta, ali i karakterističnom vrstom *Cardamine waldsteinii* (= *C. savensis*). Tomu je uglavnom uzrok velika pokrovnost vrste *Allium ursinum* koja na najvećem dijelu raprostranjenosti ove asocijacije na Papuku gusto prekriva površinu tla i ostavlja vrlo malo prostora za rast drugih vrsta. Slično je sastojine opisao Košir (1979) na Gorjancima u Sloveniji, gdje slično, kao i na Papuku, dolaze na zaobljenim hrptovima vršnih gorskih dijelova (usp. tablicu 1).

Bez obzira na sve to na istraživanim lokalitetima ove asocijacije nalazi se znatan broj vrsta koje daju obilježje toj zajednici. U sloju drveća to su vrste *Acer pseudoplatanus* i *A. platanoides* koji dolaze sa značajnom pokrovnosću. U sloju grmlja raste *A. pseudoplatanus*, *Lonicera alpigena*, *Daphne mezereum* i dr., a u sloju niskoga rašća *Allium ursinum*, *Actaea spicata*, *Anemone nemorosa*, *Cardamine bulbifera*, *Dryopteris filix-mas*, *Mercurialis perennis*, *Paris quadrifolia*, *Prenanthes purpurea*, *Senecio fuchsii* i dr. (usp. Marinček i Čarni 2002, tablicu 1).

Slavonsko je gorje područje razvedenoga reljefa u kojem se na vrlo malom prostoru izmjenjuju različite matične podloge, dubina tla, ekspozicija i sl. Šumske biljne zajednice na tom prostoru često dolaze u finom mozaiku različitih vegetacijskih tipova koji se nerijetko izmjenjuju i čije granice najčešće nisu oštre (usp. Baričević 2002, Škvorc 2006). Zbog toga su vegetacijska istraživanja kompleksna i zahtijevaju velik broj fitocenoloških snimaka koji će obuhvatiti cijelo područje i sve vegetacijske tipove. Velika područja bukovih šuma slavonskoga gorja još uvijek su u fitocenološkom smislu slabo istražena. To se ponajprije odnosi na krajnje zapadne i sjeveroistočne dijelove. Za rješavanje ostalih otvorenih pitanja i bolje definiranje biljnih zajednica potrebno je istražiti i ta područja.

6. Zaključci – Conclusions

Nakon terenskih istraživanja i provedenih analiza na Psunju, Papuku i Krndiji utvrđene su ove zajednice bukovih šuma: *Luzulo luzuloidi-Fagetum*, *Festuco drymeiae-Fagetum luzuletosum* i *caricetosum pilosae* i *Cardamino savensi-Fagetum*. As. *Cardamino savensi-*

-*Fagetum* zabilježena je prvi put u Republici Hrvatskoj, i to u vršnom dijelu Papuka na karbonatnoj podlozi. Velika područja bukovih šuma slavonskoga gorja još su uvijek u fitocenološkom smislu slabo istražena te je za rješavanje ostalih otvorenih pitanja potrebno provesti daljnja istraživanja.

Zahvala – Acknowledgements

Zahvaljujemo Andražu Čarniju, Aleksandru Marinšku i Urbanu Šilcu za ustupljene snimke iz Slovenske baze fitocenoloških snimaka te Janosu Csikyju i Dragici Purger za snimke bukovih šuma iz južne Mađarske.

7. Literatura – References

- Baričević, D., 2002: Sinekološko-fitocenološke značajke šumske vegetacije Požeške i Babje gore. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 175 str.
- Baričević, D., J. Vukelić, I. Šapić, 2009: Ass. *Polysticho setiferi-Fagetum* Zupančić et al. 2000 in forest vegetation of Zrinska Gora (Croatia). *Hladnikia*, 23: 81–91.
- Beers, T. W., P. E. Dress, L. C. Wensel, 1966: Aspect transformation in site productivity research. *Journal of Forestry*, 64: 691–692.
- Braak C. J. F., P. Šmilauer, 2002: CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user 's guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca.
- Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Wien, Springer Verlag, 865 str.
- Dengler, J., M. Chytrý, J. Ewald, 2008: Phytosociology. U: S. E. Jørgensen, B. D. Fath (ur.), *Encyclopedia of Ecology*, Vol. 4. General Ecology, Elsevier, Oxford, str. 2767–2779.
- Domac, R., 1994: Flora Hrvatske. Priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb.
- Hennekens, S. M., J. H. H. Schaminée, 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.*, 12(4): 589–591.
- Horvat, I., 1938: Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj (*Plant sociological studies of forest in Croatia*). *Glasn. šum. pokuse*, 6: 127–279.
- Javorka, S., V. Csapody, 1991: Iconographia florae partis Austro-orientalis Europae centralis. Akademiai Kiado, Budapest.
- Košir, Ž., 1962: Übersicht der Buchenwälder Übergangsbereich Zwischen Alpen und Dinariden. *Mitteilungen der Ostalpin-Dinarischen Pflanzensoziologischen Arbeitsgemeinschaft*, 2: 54–66.
- Košir, Ž., 1979: Ekološke, fitocenološke in gozdnogospodarske lastnosti Gorjancev v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva lesarstva*, 17: 1–242.
- Krstonošić, D., J. Franjić, Ž. Škvorc, J. Dobraš, 2007: Baza podataka šumske vegetacije Hrvatske (*Forest vegetation database of Croatia*). U: Knjiga sažetaka 2. hrvatskog botaničkog kongresa (*Proceedings of the 2nd Croatian Botanical Congress*). Hrvatsko botaničko društvo (*Croatian Botanical Society*), Zagreb, str. 85.
- Lepš, J., P. Šmilauer, 2007: *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press, Cambridge, 269 str.
- Marinček, L., A. Čarni, 2002: Commentary to the vegetation map of forest communities of Slovenia in a scale of 1:400,000. *Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU*, 79 str.
- Martinčič, A., T. Wraber, N. Jogan, V. Ravnik, A. Podobnik, B. Turk, B. Vreš, 1999: Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 845 str.
- Matić, S., B. Prpić, D. Rauš, A. Vranković, 1979: Rezervati šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar (*Forest vegetation reserves Prašnik and Muški Bunar*). *Šumsko gospodarstvo »Josip Kozarac«*, Nova Gradiška, 131 str.
- McCune, B., M. J. Mefford, 1999: PC-ORD. *Multivariate Analysis of Ecological Data*, Version 4. Gleneden Beach, MjM Software Design, 237 str.
- Medak, J., J. Medvedović, S. Perić, 2006: Fitocenološka istraživanja u tipu šume II-E-11 na dijelu Slavenskog gorja (*Phytoecological researches in II-E-11 type forests on the part of Slavonsko gorje*). *Radovi, izvanredno izdanje*, 9: 53–64.
- Nikolić, T. (ur.), 2010: Flora Croatica: baza podataka. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, <<http://hirc.botanic.hr/fcd/>>
- Oberdorfer, E., 1994: Pflanzensociologische Exkursionsflora. 7. Auflage, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Oksanen, J., R. Kindt, P. Legendre, R. B. O'Hara, 2006: *Vegan: community ecology package version 1.6–10*. <http://cran.r-project.org/>.
- Pelcer, Z., 1979: Šumske zajednice (*Forest communities*). U: O. Žunko (ur.), *Tipološke značajke šuma Slavenskoga gorja (Typological features of forests of Slavonian mountains)*, Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, str. 24–41.
- Pignatti, S., 1982: Flora d'Italia. Vol. 1–3, Edagricole, Bologna.
- Pignatti, S., 2005: Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. *Braun-Blanquetia*, 39: 1–97.
- Rauš, Đ., 1995: Sto trajnih ploha Republike Hrvatske (*100 permanent plots of Republic of Croatia*). *Glas. šum. pokuse*, 32: 225–375.
- Roglić, J., 1975: Prirodna obilježja (*Natural features*). U: M. Sić (ur.), *Istočna Hrvatska (East Croatia)*, Školska knjiga, Zagreb, str. 25–68.
- Rothmaler, W., 2000: *Exkursionsflora von Deutschland*. Bd. 3. Spektrum, Berlin.
- Seletković, Z., Z. Katusin, 1992: Klima Hrvatske (*Climate of Croatia*). U: Đ. Rauš (ur.), *Šume u Hrvatskoj (Forests in Croatia)*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb, Zagreb, str. 13–18.

StatSoft, Inc., 2005: STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

Šilc, U., 2006: Slovenian Phytosociology in a database: state of the art, basic statistics and perspectives. *Hladnikia*, 19: 27–34.

Škvorc, Ž., 2006: Florističke i vegetacijske značajke šuma Dilja (*Floristical and vegetation features of forests of Dilj mountain*). Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 221 str.

Trinajstić, I., J. Franjić, 1999: Šume bukve s dlakavim šašom (*Carici pilosae-Fagetum* Oberdorfer 1957) u vegetaciji Hrvatske (*Beech forests with Carex pilosa / Carici pilosae-Fagetum* Oberdorfer 1957 / *in vegetation of Croatia*). *Šum. list*, 123(7–8): 311–321.

Tichý, L., 2002: JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13: 451–453.

Trinajstić, I., 2008: Biljne zajednice Republike Hrvatske (*Plant communities of Republic of Croatia*). Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 179 str.

Trinajstić, I., J. Franjić, Ž. Škvorc, 2003: Sintaksonomska analiza bukovih šuma Međimurja (Hrvatska) (*Sintaxonomical analysis of beech forests of Međimurje /Croatia/*). *Šum. list*, 127(1–2): 3–9.

Trinajstić, I., Z. Cerovečki, 2009: Asocijacija *Festuco drymeiae-Fagetum* Magic 1978 (*Aremonio-Fagion*) u vegetaciji sjeverozapadne Hrvatske. (*As. Festuco drymeiae-Fagetum* Magic 1978 / *Aremonio-Fagion / in vegetation of NW Croatia*). *Šumarski list*, 133(5–6): 249–256.

Tutin, T. G., V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb, 1964–1980: *Flora Europaea* 1–5. Cambridge University Press, Cambridge.

Vukelić, J., D. Baričević, 2002: Novije fitocenološke spoznaje o bukovim šumama u Hrvatskoj (*Recent phytocoenological perceptions of beech forests in Croatia*). *Šum. list*, 126(9–10): 439–457.

Vukelić, J., D. Baričević, 2003: Šumske zajednice obične bukve u Hrvatskoj (*Forest communities of common beech in Croatia*). U: S. Matic (ur.), *Obična bukva u Hrvatskoj (Common beech in Croatia)*. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 87–123.

Vukelić, J., D. Baričević, 2007: Nomenklaturno-sintaksonomsko određenje panonskih bukovo-jelovih šuma (*Abieti-Fagetum »pannonicum«*) u Hrvatskoj (*Nomenclatural-syntaxonomic determination of panonian Beech-fir forests /Abieti-Fagetum »pannonicum«/ in Croatia*). *Šum. list*, 131(9–10): 407–429.

Vukelić, J., S. Mikac, D. Baričević, D. Bakšić, R. Rosavec, 2008: Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj (*Forest Sites and Forest Communities in Croatia*). Nacionalna ekološka mreža (*National Ecological Network*). Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 263 str.

Westhoff, V., E. van der Maarel, 1973: The Braun-Blanquet Approach. U: R. H. Whittaker (ur.), *Ordination and Classification of Communities*, W. Junk, The Hague, str. 617–726.

Zupančić, M., V. Žagar, B. Surina, 2000: Predpanonski bukovi asocijaciji v severovzhodni Sloveniji. *Razprave IV. razreda SAZU*, 41(2): 179–248.

Abstract

Vegetation Features of Beech Forests of Psunj, Papuk and Krndija Mountains

The Slavonian mountains have an important place in the floristic and vegetation picture of the continental part of Croatia. For the most part, the forest cover of this region consists of common beech stands (Fagus sylvatica L.). Many authors have worked on defining plant communities of common beech in the northern part of Croatia in the last ten years. Even though this has greatly contributed to get a better understanding of them, many questions have remained open. This is so because the research was mostly conducted on smaller geographical scale where local conditions (specific microhabitat, anthropogenic influences, etc.) significantly affected the phytosociological analyses. On the other hand, it is rather difficult to carry out the analyses on a larger geographical scale because many regions and/or vegetative types are still scarcely covered by relevés. The goal of this study is to analyze the floral composition of beech forests of Psunj, Papuk and Krndija mountains, which have not been sufficiently studied so far. The next goal is to define and draw boundaries between plant communities, and also to analyze some of the ecological and phytogeographical features.

During field studies of beech forests of Psunj, Papuk and Krndija mountains, 88 relevés were made using central European Braun-Blanquet methodology. The relevés have been compared with the relevés of similar vegetation in the wider geographical region (N Croatia, N Slovenia, S Hungary). The analysis included 1509 published relevés of 13 associations from Slovene Phytosociological Database (Šilc 2006) and Croatian database of forests vegetation (Krstonošić et al. 2007) – Lamio orvale-Fagetum, Cardamine savensi-Fagetum, Isopyro-Fagetum,

Vicio oroboidi-Fagetum, Hacquetio-Fagetum, Helleboro odori-Fagetum, Carici pilosae-Fagetum, Festuco drymeiae-Fagetum, Galio odorati-Fagetum, Polysticho setiferi-Fagetum, Luzulo-Fagetum, Castaneo-Fagetum i Blechno-Fagetum. The numerical analysis of the floral composition was made (cluster analysis, NMDS), as well as the analysis of ecological variables (DCA). To describe ecological conditions, Ellenberg's indicator values were also used. Classification was made by cluster analyses in PC-ORD (McCune & Mefford 1999). NMDS was made by R using Vegan (Oksanen et al. 2006) and DCA was made by CANOCO 4.02 (Ter Braak and Šmilauer 2002).

Slavonian hills are situated in the eastern part of Croatia, on the border of the Pannonian and Illyrian floristic area. The area is bordered by the mountains of Papuk (953 m a.s.l.) and Krndija in the north-west and north, and by the mountains of Psunj (989 m a.s.l.), Požeška gora (616 m a.s.l.) and Dilj (471 m a.s.l.) in the south-east and east. The average annual air temperature in the researched area is around 11 °C, and it increases from the west to the east. January is the coldest month of the year, and July is the warmest. The average annual amount of precipitation decreases from the west to the east. The geological structure is quite diverse. Most of the mountain range is made of silicate and sandstone rock, while parts of Papuk and Požeška gora, and most parts of Dilj are made of limestone and marlstone.

We have established three associations of beech forests that can be divided into acidophilic beech forests (Luzulo-Fagetum), submountainous beech forests (Festuco drymeiae-Fagetum luzuletosum and caricetosum pilosae) and mountainous beech forests (Cardamino savensi-Fagetum), (Fig. 2, 3, Tab. 1).

Ass. Luzulo luzuloidi-Fagetum

This association has already been reported in the study area. These stands are established on acid substrates on steep slopes (Fig. 4, 5). They have very poor floral composition. Furthermore, typical stands are dominated by *Luzula luzuloides* and this mainly occurs on the northern slopes; there are also stands dominated by *Vaccinium myrtillus*, which occurs in slightly warmer habitats (cf. Tab. 1 and 2).

Ass. Festuco drymeiae-Fagetum

In the study region of Psunj, Papuk and Krndija mountains, two groups of relevés could be distinguished, even though there is no sharp distinction between them (Fig. 2). A more acidophilic group (subass. luzuletosum), where *Festuca drymeia* is dominant with a significant presence of *Luzula luzuloides*, comes in great complexes at higher altitudes and is more present in the western and northern part of the mountains. In the southern and eastern part, it can be found in small patches. The domination of the *Carex pilosa* is significant for the other group (subass. caricetosum pilosae). It can be found at lower altitudes and it is more present in the eastern and southern part of the mountains. In the floristic sense, it differs from subass. luzuletosum with a greater participation of species such as *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Tilia tomentosa* and others. In the area of the association, in the ditches and basins, there is a significant presence of species such as *Polystichum setiferum*, *Dryopteris filix-mas*, *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus nigra*, etc. (Tab. 1, 2, Fig. 3, 4).

Having analyzed the submountainous beech forests in the region of Psunj, Papuk and Krndija mountains, the question remains whether there are two associations, or different subassociations within the same association. To solve the status and relationship with the related associations, it is necessary to make a study that will include all submountainous beech forests in a wider geographical area. The description and systematic position of this association is a topic of much debate in phytosociological literature. We are of the opinion that none of the nomenclature combinations are satisfactory.

Ass. Cardamino savensi-Fagetum

Beech stands grow in the upper region of Mt. Papuk (over 700 m a.s.l.) and they can be clearly distinguished from all other studied stands by their floral composition. By comparing it with the relevés of beech forests from literature, it has been undeniably established that this was the case of mountainous beech forests of the suballiance *Lamio orvalae-Fagetum*. By its floral composition and ecological characteristics, these forests are most similar to those described under the name *Cardamino savensi-Fagetum* in Slovenia.

Slavonian mountains are a region of well-indented relief, where various base soils, soil depths, expositions, etc., occur in a very small space. Consequently, forest plant communities appear in a delicate mosaic of different vegetation types, which often alternate and whose boundaries are usually not clear-cut. The composition of beech forest flora of Psunj, Papuk and Krndija, as well as the whole area of Slavonian mountains is characterized by a smaller number of species compared to beech forests of the Dinarian region and western Croatia. For the most part, some Illyrian species (*Lamium orvala*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifolia*, *Rhamnus fallax* and *Euphorbia carniolica*) are missing or come up very rarely, which has also been noted in some earlier studies. Sizeable regions of beech forests

of Slavonian mountains are still quite inadequately explored from a phytosociological point of view. This is mainly the case with the westernmost and north-easternmost regions (Fig. 1). In order to solve the remaining open questions and to better define plant communities, it is necessary to study these regions as well.

Keywords: forests, Fagus sylvatica, vegetation ecology, Slavonian mountains, Croatia

Adresa autorâ – Authors' address:

Doc. dr. sc. Źeljko Škvorc
e-pošta: skvorc@sumfak.hr
Prof. dr. sc. Jozo Franjić
e-pošta: franjic@sumfak.hr
Daniel Krstonošić, dipl. inž. šum.
e-pošta: dkrstonosic@sumfak.hr
Krunoslav Sever, dipl. inž. šum.
e-pošta: ksever@sumfak.hr
Ivana Alešković, dipl. inž. šum.
e-pošta: aleskovic@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i
botaniku
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb
HRVATSKA