

UNIVERZITET U BEOGRADU

ŠUMARSKI FAKULTET

**Marko R. Perović**

**TAKSONOMIJA I UTICAJI STANIŠTA NA  
KARAKTERISTIKE PLANINSKOG JAVORA  
(*Acer heldreichii* Orph.) U SRBIJI**

Doktorska disertacija

Beograd, 2013.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

**Марко Р. Перовић**

**ТАКСОНОМИЈА И УТИЦАЈИ СТАНИШТА  
НА КАРАКТЕРИСТИКЕ ПЛАНИНСКОГ  
ЈАВОРА (*Acer heldreichii* Orph.) У СРБИЈИ**

Докторска дисертација

Београд, 2013.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF FORESTRY

**Marko R. Perović**

**TAXONOMY AND SITE INFLUENCES ON  
GREEK MAPLE (*Acer heldreichii* Orph.)  
CHARACTERISTICS IN SERBIA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013.

**Mentor:**

dr Rade Cvjetičanin, vanredni profesor Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta

**Komisija:**

dr Milan Knežević, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta

dr Mirjana Šijačić-Nikolić, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta

dr Vladimir Stevanović, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Biološkog fakulteta

dr Vladislava Galović, viši naučni saradnik Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu

**Datum odbrane:**

Ova doktorska disertacija je rezultat obimnih i raznovrsnih istraživanja. U savlađivanju brojnih problema koji su nastajali u toku njene izrade imao sam dragocenu pomoć kolega i prijatelja, kojima se najsrdačnije zahvaljujem.

Pre svega dugujem zahvalnost svom mentoru, dr Radetu Cvjetićaninu, na podršci i pomoći koju mi je pružio u toku izrade ove disertacije.

Osoblju Katedre za šumarsku genetiku Georg-August Univerziteta u Getingenu, Nemačka, pre svega šefu katedre prof. dr Reiner-u Finkeldey-u, istraživaču PhD Kathleen Prinz i laborantkinji Aleksandri Dolynskoj, dugujem veliku zahvalnost za odlično rukovođenje, dobronamernost, podršku i uloženi trud prilikom laboratorijskog rada na izdvajanju i analizi molekularnih markera, kao i interpretaciji i tumačenju rezultata.

Veliku pomoć pri prikupljanju i analizi pedoloških podataka mi je pružila dr Olivera Košanin. Kod prikupljanja i analize dendrološkog materijala i fitocenoloških snimaka su mi pomogli mr Marijana Novaković-Vuković i MSc Vladan Lukić. Pomoć kod određivanja metodologije analize molekularnih markera i interpretacije rezultata su mi pružili dr Vladan Ivetić i dr Ivana Bjedov, kod determinacije petrografskog materijala mi je pomogao dipl. inž. Bojan Gajić, a kod obrade meteoroloških podataka prof. dr Milun Krstić i mr Violeta Babić.

Zahvaljujem se članovima svoje komisije, akademiku prof. dr Vladimiru Stevanoviću, prof. dr Milanu Kneževiću, prof. dr Mirjani Šijačić-Nikolić i dr Vladislavi Galović, na korisnim primedbama i sugestijama u toku izrade ovog rada.

Posebnu zahvalnost dugujem svojoj ženi Maši, koja mi je pomagala oko tehničkih problema vezanih za prikupljanje i obradu podataka, a što je još važnije, pružala mi je punu podršku i razumevanje u toku rada na ovom zahtevnom poslu.

## KLJUČNA DOKUMENTACIONA INFORMACIJA

Redni broj (RB):	
Identifikacioni broj (IBR):	
Tip dokumenta (TD):	Monografska publikacija
Tip zapisa (TZ):	Tekstualni štampani dokument
Vrsta rada (VR):	Doktorska disertacija
Autor (AU):	mr Marko Perović, šumarski inženjer
Mentor/ Komentor (MN):	dr Rade Cvjetičanin, vanredni profesor Univerziteta u Beogradu-Šumarskog fakulteta
Naslov rada (NR):	Taksonomija i uticaji staništa na karakteristike planinskog javora ( <i>Acer heldreichii</i> Orph.) u Srbiji
Jezik publikacije (JZ):	Srpski/ latinica
Jezik izvoda (JI):	Srpski/ engleski
Zemlja publikovanja (ZP):	Srbija
Geografsko područje (UPG):	Srbija
Godina (GO):	2014
Izdavač (IZ):	Autorski reprint
Mesto i adresa (MA):	11030 Beograd, Kneza Višeslava 1
Fizički opis rada (br. pogl./str./tab./sl./graf./kar/pril.):	10 poglavlja, 280 strana, 325 literaturnih navoda, 52 tabele, 68 slika, 28 grafikona, 28 karata, 4 priloga
Naučna oblast (NO):	Biotehničke nauke
Uža naučna oblast:	Ekologija šuma
UDK:	
Čuva se (ČU):	Biblioteka Šumarskog fakulteta 1, 11030 Beograd, Srbija
Važna napomena (VN):	-

# TAKSONOMIJA I UTICAJI STANIŠTA NA KARAKTERISTIKE PLANINSKOG JAVORA (*ACER HELDREICHII* ORPH.) U SRBIJI

## Rezime

U radu su proučavane taksonomske karakteristike populacija planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) u Srbiji i nekim zemljama u okruženju, kao i ekološke karakteristike u kojima se nalaze proučavane populacije. Za područje istraživanja je odabrano osam lokaliteta od kojih je šest u Srbiji, a to su planinski masivi: Rudnik, Goč, Jastrebac, Stara planina, Golija i Javorje. Osim toga, proučavanja su vršena i u prašumi “Perućica” u okviru nacionalnog parka “Sutjeska” u Bosni i Hercegovini i prašumi “Biogradska gora” u okviru istoimenog nacionalnog parka u Crnoj Gori.

Proučene ekološke karakteristike staništa su: klimatske, orografske, edafske (geološke i pedološke) i fitocenološke. Na osnovu klimatskih podataka su određene opšte odlike klime u istraživanom području i izračunati sledeći parametri: bioklimatska klasifikacija po Lang-u i Kepen-u, hidrični bilans po Torntvajt-u, Kernerov stepen kontinentalnosti, De Martonov indeks suše i pluviometrijska agresivnost klime po metodu Furnijea. Skoro sve populacije se nalaze u uslovima perhumidne klime po Torntvajtovom klimatskom indeksu, a po Kepenu u zoni vlažne umerene klime sa ostrim zimama. Analizom edafskih faktora utvrđeno je prisustvo 10 različitih geoloških podloga; najčešće su prisutne kisele silikatne stene, ali mogu biti i krečnjaci. Ustanovljena su četiri tipa zemljišta, najčešće kisela smeđa, a prisutni su i smeđa zemljišta na krečnjaku, krečnjačko-dolomitne crnice i humusno-silikatna zemljišta. Analizirana zemljišta su pretežno srednje duboka do duboka, relativno dobro obezbeđena hranljivim materijama, a hemijska reakcija se kreće od ekstremno kisele do blago bazične. Planinski javor se na proučenim lokalitetima pojavljuje u dve biljne zajednice, kao edifikator u zajednici planinskog javora i bukve (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957) i kao diferencijalna vrsta u zajednici bukve, jele i smrče (*Piceo-Abietetum* Čol. 1965). Za utvrđene zajednice su određeni spektri životnih oblika, ekoloških karakteristika i arealtipova. Obe zajednice po spektru životnih oblika

imaju hemikriptofitno-geofitsko-fanerofitski karakter, po odnosu prema vlazi su mezofilne, prema snabdevenosti zemljišta hranljivim materijama mezotrofne, prema temperaturi mezotermne, a prema svetlosti sciofilne-polusciofilne. U spektru arealtipova dominira srednjeevropska grupa.

Taksonomska proučavanja su vršena analizom morfoloških i molekularnih markera i njihove međuzavisnosti. Za analizu je sa svakog lokaliteta prikupljen materijal sa po 30 normalno razvijenih stabala, ukupno 240 stabala. Analiza morfoloških markera je vršena analizom karakteristika listova. Proučeno je osam karakteristika listova i 20 njihovih izvedenih odnosa. Rezultati ove analize su statistički obrađeni primenom sledećih metoda: korelacije, analize varijanse i klaster analize. Na osnovu ove analize u populacijama su izdvojena dva varijeteta: var. *macropterum* i var. *heldreichii*, a u okviru var. *macropterum* i četiri forme: f. *typicum*, f. *rotundiloba*, f. *equiloba* i f. *dissectum*. Utvrđeno je da su proučavane populacije planinskog javora relativno homogene, jer se oba varijeteta pojavljuju u svim populacijama.

Proučavanje molekularnih markera je izvršeno analizom hloroplastnih mikrosatelita. Određeni su sledeći parametri: Nei-eva genetička distanca, Žakard-ov koeficijent sličnosti, Mantelov test, Interpolacija genetičkog reljefa, Monmonijerov algoritam najvećih razlika, Korelacija genetičkog diverziteta i prostornog rasporeda populacija i Korelacija klimatskih parametara i genetičkih distanci. Utvrđeno je prisustvo 54 različita alela u populacijama, a prosečan broj alela po lokusu se kreće od 6,2 do 8,5. Prosečna Nei-eva genetička distanca je relativno mala i iznosi 0,11, a kreće se od 0,05 do 0,18 što govori o relativnoj genetičkoj homogenosti populacija. Nivo korelacija između genetičkih distanci i prostornog rasporeda populacija nije statistički značajan, a korelacija genetičkih i klimatskih distanci računatih na osnovu temperatura pokazuje blagu pozitivnu korelaciju.

Poređenje varijabilnosti morfoloških i molekularnih markera je izvršeno korišćenjem hi-kvadrat testa. Analiza nije pokazala statistički značajnu korelaciju između varijabilnosti na osnovu morfoloških i molekularnih markera, što može biti izazvano karakteristikama genotipa i karakteristikama staništa.

Najveća genetička raznovrsnost populacija je prisutna u nacionalnim parkovima „Biogradska gora“ i „Perućica“ što ukazuje na veliki značaj zaštićenih područja za konzervaciju genofonda vrsta.



Zajednice planinskog javora su rasprostranjene na velikim nadmorskim visinama, najvišim od svih autohtonih javora. Planinski javor ima kvalitetno drvo, a uz to i izražena dekorativna svojstva. Zbog toga je potrebno ovu vrstu gajiti u šumskim kulturama, a i kao dekorativnu u brdskoplaninskim predelima.

**Ključne reči:** planinski javor, *Acer heldreichii*, taksonomija, ekologija, mikrosateliti, varijabilitet, fitocenoze

## KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number (ANO):	
Identification number (IBR):	
Document type (DT):	Monograph documentation
Type of record (TR):	Textual printed document
Contents code (CC):	Doctoral dissertation
Author (AU):	M. Sc. Marko Perović
Menthor (MN):	Ph. D. Rade Cvjetičanin, associate profesor of University of Belgrade-Faculty of Forestry
Title (TI):	Taxonomy and site influences on Greek maple ( <i>Acer heldreichii</i> Orph.) Characteristics in Serbia
Language of text (LT):	Serbian/ Latin alphabet
Language of abstract (LA):	Serbian/ English
Country of publication (CP):	Serbia
Locality of publication (LP):	Serbia
Publication year (PY):	2014
Publisher (PU):	The Authorsk reprint
Publication place (PP):	11030 Belgrade, Kneza Višeslava 1
Physical description (PD):	10 chapters, 280 pages, 325 references, 52 tables, 68 figures, 28 graphs, 28 maps, 4 contents
Scientific field (SF):	Biotechnological sciences
Scientific discipline (SD):	Forest ecology
UC:	
Holding data (HD):	Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade
Note (N):	-

# TAXONOMY AND SITE INFLUENCES ON GREEK MAPLE (*Acer heldreichii* Orph.) CHARACTERISTICS IN SERBIA

## Summary

Taxonomic characteristics of Greek maple (*Acer heldreichii* Orph.) in Serbia and some surrounding countries, as well as ecological conditions in which these populations grow were studied in this research. Eight localities were chosen for this research, six of them are in Serbia. They are: Rudnik, Goč, Jastrebac, Stara planina, Golija i Javorje Mts. Apart from them, primeval forest “Perućica”, placed inside “Sutjeska” national park in Bosnia and Herzegovina, and primeval forest “Biogradska gora”, placed inside of the national park of the same name in Montenegro, were also take into research.

Researched ecological site characteristics are: climate, orographic conditions, geologic bedrocks, soils and plant communities. Common climate characteristics were established on the basis of meteorological data and following parameters were calculated: bioclimatic classification according to Lang and Keppen, Thornthwaite’s climate indices, climate continentality level, water drainage type and pluviometric climate aggression. Almost all populations are situated in perhumid climate according to Thornthwaite’s climate index, and in moist temperate climate with sharp winters according to Keppen’s classification. Ten different bedrocks are found by edaphic factors analysis; most frequent are acidic siliceous rocks, but limestone occurs also. Four soil types were found, mostly acidic brown soils, but brown soils on limestone, limestone-dolomite black soils and rankers occur also. Soils are mostly moderately deep to deep, relatively well provided with nutritional materials, and their reaction varies from extremely acidic to mildly basic. Greek maple in researched localities occurs in two plant communities. It is a dominant species in Greek maple-beech community (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957) and differential species in beech-fir-spruce community (*Piceo-Abietetum* Čol. 1965). Spectra of life

forms, ecological characteristics and distribution types were constructed on the basis of phytocoenological research. Both plant communities have hemipterophytic-geophytic-phanerophytic character, they are mesophilous toward moisture requirements, mesotrophic toward soil richness, mezothermic toward warmth, semitolerant toward light requirements. Middle European group of distribution types dominates in the spectrum of distribution types.

Taxonomic characteristics were studied by analysis of morphological and molecular markers and their correlation. Material from 30 normally developed trees from each locality was collected for the analysis, making 240 investigated specimens in total. Analysis of morphological markers was done on the basis of leaf characteristics. Eight leaf characteristics and 20 their relations were studied. Results of morphological research were statistically analysed using following methods: correlation analysis, variance analysis and cluster analysis. On the basis of analysis two varieties were identified, var. *macropterum* and var. *heldreichii*. Four forms were determined within var. *macropterum*: f. *typicum*, f. *rotundiloba*, f. *equiloba* and f. *dissectum*. Researched Greek maple populations are relatively homogeneous, both varieties occur in all populations.

Molecular marker research was done by examining chloroplast microsatellites. The following parameters were calculated: Nei's genetic distance, Jaccard's similarity index, Mantel test, Interpolation of genetic relief, Monmonioner's highest differences algorithm, Correlation of genetic diversity and spatial population distribution and Correlation of climate and genetic distances. Presence of 54 different alleles in was found, average allele number per locus varying from 6,2 to 8,5. The average Nei's genetic distance is relatively small and makes 0,11, varying from 0,05 to 0,18 in different populations, speaking about relative population homogeneity. Correlation between genetic distances and spatial population distribution is statistically insignificant, and correlation between genetic and climate distances calculated on the basis of temperatures is positive, but weak.

Comparison of variability based on morphological and molecular markers was done using chi-square test. Analysis did not show statistically significant correlation between variability on the basis of morphological and molecular markers, which can be caused by genotype as well as site characteristics.

The highest genetic variability is present in populations in „Biogradska gora“ and „Perućica“ national parks, which points out great importance of protected areas for species genome conservation.

Greek maple plant communities grow on high elevations, the highest for all maples in Serbia. Greek maple has valuable wood, and ornamental properties also. This species should be grown in forest plantations, as well as an ornamental species in mountainous areas.

**Key words:** Greek maple, *Acer heldreichii*, taxonomy, ecology, microsatellites, variability, plant communities

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREDMET I CILJ RADA.....	4
3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	5
4. TAKSONOMSKI POLOŽAJ PLANINSKOG JAVORA.....	13
4.1. Red Sapindales Juss. ex Bercht. & J. Presl. (1820).....	13
4.2. Porodica Sapindaceae Juss.....	14
4.3. Rod <i>Acer</i> L.....	15
4.4. <i>Acer heldreichii</i> Orph.....	21
4.4.1. Morfološki opis vrste <i>Acer heldreichii</i> Orph.....	21
4.4.2. Ekologija vrste <i>Acer heldreichii</i> Orph.....	23
5. RASPROSTRANJENJE PLANINSKOG JAVORA.....	25
5.1. Rasprostranjenje planinskog javora u Srbiji.....	26
5.2. Rasprostranjenje planinskog javora izvan Srbije.....	32
5.2.1. Rasprostranjenje planinskog javora u Crnoj Gori.....	32
5.2.2. Rasprostranjenje planinskog javora u Bosni i Hercegovini.....	34
5.2.3. Rasprostranjenje planinskog javora u Makedoniji.....	37
5.2.4. Rasprostranjenje planinskog javora u Bugarskoj.....	38
5.2.5. Rasprostranjenje planinskog javora u Grčkoj.....	39
5.2.6. Rasprostranjenje planinskog javora u Albaniji.....	39
6. OBJEKTI ISTRAŽIVANJA.....	39
6.1. Geografski položaj i stanišni uslovi Rudnika.....	41
6.2. Geografski položaj i stanišni uslovi Goča.....	45
6.3. Geografski položaj i stanišni uslovi Jastrepa.....	50
6.4. Geografski položaj i stanišni uslovi Golije.....	53

6.5. Geografski položaj i stanišni uslovi Javorja.....	57
6.6. Geografski položaj i stanišni uslovi Stare planine.....	61
6.7. Geografski položaj i stanišni uslovi Bjelasice i Nacionalnog parka „Biogradska gora“.....	65
6.8. Geografski položaj i stanišni uslovi Maglića i Nacionalnog parka „Sutjeska“.....	68
7. MATERIJAL I METOD RADA.....	71
7.1. Klimatske karakteristike proučavanih lokaliteta.....	71
7.2. Orografske karakteristike proučavanih lokaliteta.....	72
7.3. Edafske karakteristike proučavanih lokaliteta.....	73
7.4. Fitocenološke karakteristike proučavanih populacija.....	74
7.5. Intraspezijska varijabilnost planinskog javora.....	75
7.5.1. Utvrđivanje varijabilnosti planinskog javora na osnovu morfoloških markera.....	75
7.5.2. Utvrđivanje varijabilnosti planinskog javora na osnovu molekularnih markera.....	77
7.5.2.1. Izolacija DNK.....	78
7.5.2.2. SSR protokol.....	80
7.5.2.2.1. PCR reakcija.....	81
7.5.2.2.2. Elektroforeza.....	83
7.5.2.2.2.1. Elektroforeza na agaroznom gelu.....	83
7.5.2.2.2.2. Kapilarna elektroforeza.....	86
7.5.2.2.3. Interpretacija podataka dobijenih kapilarnom elektroforezom.....	87
7.5.2.3. Statistička obrada podataka dobijenih na osnovu molekularnih analiza.....	87
7.5.2.3.1. Korelacija genetičkog diverziteta i prostornog rasporeda populacija.....	90
7.5.2.3.1.1. Mantelov test.....	90
7.5.2.3.1.2. Interpolacija genetičkog reljefa.....	91
7.5.2.3.1.3. Razgraničenje regiona primenom Monmonijerovog algoritma najvećih razlika.....	92
7.5.2.3.2. Korelacija klimatskih parametara i genetičkih distanci.....	93
7.5.3. Korelacija varijabilnosti planinskog javora zasnovanih na osnovu morfoloških i molekularnih markera.....	94
8. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	94
8.1. Klimatske karakteristike.....	94

8.1.1. Bioklimatska klasifikacija po Langu.....	97
8.1.2. Kepenova klimatska klasifikacija.....	98
8.1.3. Klimatska reonizacija po Tomtvajtu.....	100
8.1.4. Stepen kontinentalnosti klime.....	102
8.1.5. Tip oticanja vode i potreba za navodnjavanjem.....	104
8.1.6. Pluviometrijska agresivnost klime.....	105
8.1.7. Ombrotermni dijagrami Gosena i Valtera.....	106
8.2 Orografske karakteristike.....	111
8.3. Edafske karakteristike.....	112
8.3.1. Geološka podloga.....	112
8.3.2. Zemljište.....	116
8.3.2.1. Opis proučenih tipova i podtipova zemljišta.....	118
8.3.2.1.1. Zemljišta sa građom profila A-C, odnosno A-R.....	118
8.3.2.1.1.1. Humusno-silikatno zemljište (Ranker).....	118
8.3.2.1.1.2. Krečnjačko-dolomitna crnica (Kalkomelanosol).....	119
8.3.2.1.2. Zemljišta sa građom profila A-(B)-C, odnosno A-(B)-R.....	120
8.3.2.1.2.1. Kiselo smeđe zemljište (Distrični kambisol).....	120
8.3.2.1.2.2. Smeđe zemljište na krečnjaku i dolomitu (Kalkokambisol).....	122
8.4. Fitocenološke karakteristike.....	123
8.4.1. Ekološki spektri i spektar arealtipova.....	132
8.4.1.1. Spektar životnih oblika.....	132
8.4.1.2. Odnos prema vlažnosti.....	134
8.4.1.3. Odnos prema reakciji zemljišta.....	137
8.4.1.4. Odnos prema azotu.....	139
8.4.1.5. Odnos prema svetlosti.....	141
8.4.1.6. Odnos prema temperaturi.....	144
8.4.1.7. Spektar arealtipova.....	147
8.5. Varijabilnost planinskog javora na osnovu morfoloških markera.....	151
8.5.1. Korelaciona analiza morfoloških markera.....	151
8.5.2. Analiza varijanse.....	159



8.5.3. Klaster analiza.....	173
8.5.4. Izdvajanje infraspecijskih taksona na osnovu morfoloških markera.....	176
8.6. Analiza molekularnih markera.....	190
8.6.1. Ekstrakcija DNK iz listova.....	190
8.6.2. Kapilarna elektroforeza.....	190
8.6.3. Statistička analiza genetičke varijabilnosti.....	195
8.7. Korelacija prostornog i genetičkog diverziteta.....	198
8.7.1. Mantelov test.....	198
8.7.2. Genetički reljef.....	199
8.7.3. Primena Monmonijerovog algoritma maksimalnih razlika.....	202
8.8. Poređenje korelacije klimatskih i genetičkih distanci populacija.....	203
8.9. Poređenje varijabilnosti planinskog javora analizom morfoloških i molekularnih markera.....	206
9. DISKUSIJA.....	208
9.1. Ekološki uslovi proučavanih populacija planinskog javora.....	208
9.1.1. Klimatske karakteristike.....	208
9.1.2. Orografske karakteristike.....	211
9.1.3. Edafski faktori.....	212
9.1.3.1. Geološka podloga.....	212
9.1.3.2. Zemljišta.....	213
9.1.4. Fitocenološke karakteristike.....	214
9.1.4.1. Ekološki spektri i spektri arealtipova.....	220
9.2. Varijabilnost planinskog javora.....	221
9.2.1. Varijabilnost planinskog javora na osnovu morfoloških markera.....	221
9.2.2. Varijabilnost planinskog javora na osnovu molekularnih markera.....	228
9.2.2.1. Poliploidija.....	228
9.2.2.2. Izbor i upotreba molekularnih markera.....	231
9.2.2.2.1. Mikrosateliti (Simple sequence repeats-SSR).....	233
9.2.2.2.2. Hloroplastni mikrosateliti.....	236
9.2.2.3. Transferabilnost molekularnih markera.....	237

9.2.2.4. Opšta genetička varijabilnost planinskog javora.....	239
9.2.2.5. Genetička diferencijacija između populacija.....	241
9.2.2.6. Genetički drift.....	245
9.2.3. Odnos morfološke i genetičke varijabilnosti populacija planinskog javora.....	246
9.3. Odnos klimatskih parametara i genetičke varijabilnosti planinskog javora.....	251
10. ZAKLJUČCI.....	251
LITERATURA.....	255

## 1. UVOD

Balkansko poluostrvo u florističkom pogledu predstavlja najbogatiji i najraznovrsniji deo Evropskog kontinenta. Na osnovu prvih istraživanja celokupne flore Balkanskog poluostrva, koja su izvršena početkom 20. veka, ustanovljeno je 6753 vrsta vaskularnih biljaka, od čega je 1730 vrsta ili 25,6% ukupne flore endemično za Balkansko poluostrvo (Turrill 1929). Savremena florističko-statistička analiza celokupne vaskularne flore Balkanskog poluostrva nije urađena, ali se procenjuje da flora poluostrva obuhvata između 7500 i 8000 autohtonih vrsta vaskularnih biljaka. Ova procena zasniva se na podacima kapitalnog dela „Flora Europaea I-V“ u kome se navodi oko 7500 vrsta vaskularnih biljaka koje rastu u državama koje se nalaze na Balkanu. Ta brojka čini Balkansko poluostrvo floristički najbogatijim i najraznovrsnijim delom Evrope (Tutin *et al.* 1964-1980, prema Stevanović *et al.* 1995). Flora Srbije je takođe veoma bogata i broji 3272 vrste i 390 podvrsta vaskularnih biljaka, od čega 287 taksona (vrsta ili podvrsta) spada u endemite Balkana, što čini 8.06% njihovog ukupnog broja (Stevanović *et al.* 1999). Teritorija Srbije obuhvata 1,9% površine Evrope, ali na njenom prostoru živi oko 18% evropske vaskularne flore, u kojoj je prisutno 77% evropskih familija i 58% evropskih rodova, što Srbiju čini jednim od centara biodiverziteta Evrope (Stevanović *et al.* 1995). Ovakvo florističko bogatstvo Balkanskog poluostrva i Srbije u odnosu na ostatak Evrope je uslovljeno različitim činiocima. Naime, veliku raznovrsnih recentnih klimatskih, orografskih, geoloških i pedoloških faktora poluostrva neophodno je sagledati u njihovoj promenljivosti tokom geološke istorije, jer je to jedini način da se objasni velika floristička i vegetacijska raznovrsnost ovog dela Evrope. Ovome bi svakako trebalo dodati i snažne antropogene uticaje koji su posebno bili izraženi u poslednjih nekoliko hiljada godina. Međutin, jedan od najbitnijih istorijskih činilaca koji su presudno uticali na današnji sastav biljnog sveta poluostrva su klimatske promene koje su se dogodile na prelazu između tercijera i kvartara. Tada u Evropi nastupa snažno pogoršanje klime i veliko ledeno doba koga karakterišu ciklične promene četiri hladna glacijalna i četiri toplija interglacijalna perioda. U toku ledenog doba polarna kapa zahvata celu Severnu i severni deo Srednje Evrope, dok se na masivima srednje i južne Evrope kao što su Pirineji, Alpi i Karpati formiraju moćni lednici. Te snažne klimatske

promene dovele su do nestanka mnogih arktotercijarnih biljaka uslovljenog nemogućnošću njihovog povlačenja u južnije predele. Opšte uzevši, migracija arktotercijerne flore i vegetacije prema refugijumima južne Evrope i Mediterana bila je veoma usporena i otežana pravcem prostiranja najvećih planinskih masiva Evrope (Pirineji, Alpi, Karpati, Kavkaz) u smeru zapad-istok, koje su predstavljale prirodnu barijeru ovoj migraciji, usled čega je došlo do izumiranja mnogih biljnih vrsta. U to vreme je Balkansko poluostrvo bilo najznačajniji refugijalni prostor u Evropi, sa toplijom opštom klimom usled svog južnog položaja, gde glacijacija nije došla do punog izražaja, kao i vrlo raščlanjenim reljefom koji je takođe igrao ulogu refugijuma u ovom periodu (zaklonjene tople doline, južne planinske padine u nižim delovima i pobrđa), što je sve omogućilo da se na Balkanu održe biljne vrste koje su u drugim delovima Evrope nestale, a usled nepovoljnog pravca pružanja planinskih masiva bilo im je jako otežana mogućnost vraćanja na prvobitna staništa u toku interglacijalnih perioda (Janković 1984, 1990a).

Prisustvo velikog broja endemičnih biljnih vrsta u flori Srbije nameće stručnoj javnosti potrebu i obavezu da se one što bolje i svestranije prouče, uzevši u obzir njihov veliki trenutni i potencijalni ekološki i ekonomski značaj, koji se ne ograničava samo na područje Srbije i Balkanskog poluostrva, već ima i globalne razmere. U flori Srbije su zastupljene sledeće drvenaste endemične vrste Balkana: bugarska jela (*Abies borisii-regis* Mattf), Pančičeva omorika (*Picea omorika* (Pančić) Purkyně), molika (*Pinus peuce* Gris), mirikarija (*Myricaria ernesti-mayeri* Lakušić), Malijev likovac (*Daphne malyana* Blečić), Heldrajhov glog (*Crataegus heldreichii* Boiss), *Genista hassertiana* Bald., niška žutilovka (*Genista nissana* Petrović), *Genista subcapitata* Pančić, Tomazinijeva zanovet (*Chamaecytisus tommasinii* (Vis.) Rothm), planinski javor (*Acer heldreichii* Orph), Pančičev maklen (*Acer intermedium* Pančić), okruglolisni pasdren (*Rhamnus orbiculatus* Bornm) i balkanska forsitija (*Forsythia europaea* Deg. et Bald.) (Tomović 2007). Na Balkanu takođe raste i veliki broj reliktnih biljnih vrsta. Gajić (1984b, 1987) navodi za floru Srbije 69 tercijarnih i 8 glacijalnih relikata. Ovaj broj je svakako veći. Samo arktičko-alpijskih vrsta koje su glacijalni relikti ima oko 50, da se ne govori o orofitama koje su za vreme ledenog doba došle na Balkansko poluostrvo (Stevanović in litt.) Od drvenastih vrsta koje rastu na teritoriji Srbije u tercijarne relikte se mogu ubrojati sledeće:

Pančičeva omorika (*Picea omorika* (Pančić) Purkyně), munika (*Pinus heldreichii* Christ), molika (*Pinus peuce* Gris), tisa (*Taxus baccata* L), žutika (*Berberis vulgaris* L), crni grab (*Ostrya carpinifolia* Scop), pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill), makedonski hrast (*Quercus trojana* Webb), koprivić (*Celtis australis* L), orah (*Juglans regia* L), lovorvišnja (*Prunus laurocerasus* L), *Genista silvestris* Scop., ruj (*Cotinus coggygria* Scop.), smrdljika (*Pistacia terebinthus* L), klokočika (*Staphyllea pinnata* L), planinski javor (*Acer heldreichii* Orph.), divlja loza (*Vitis sylvestris* Gmel), božikovina (*Ilex aquifolium* L), bršljan (*Hedera helix* L), jorgovan (*Syringa vulgaris* L), balkanska forsitija (*Forsythia europaea* Deg. et Bald), kostrika (*Ruscus aculeatus* L.) i ježasta kostrika (*Ruscus hypoglossum* L). Takođe je zastupljeno i nekoliko drvenastih glacijalnih relikata: zelena jova (*Alnus viridis* Lam), maljava breza (*Betula pubescens* Ehrh), mahunica (*Empetrum nigrum* L.) i tresavska borovnica (*Vaccinium uliginosum* L).

Planinski javor (*Acer heldreichii* Orph.) jedna je od najinteresantnijih autohtonih drvensatih vrsta u flori Srbije, istovremeno je endemit Balkana i tercijarni relikat. Dostiže dimenzije drveta prvog reda, pripada plemenitim lišćarima sa drvetom visokog kvaliteta, a ima i izražena dekorativna svojstva. Vrlo su značajne i ekološke karakteristike ove vrste, jer raste samo na planinskim staništima i među našim autohtonim javorima je najprilagođeniji na hladne klimatske uslove velikih nadmorskih visina. Sposobnost rasta planinskog javora u uslovima u kojima samo mali broj vrsta drveća može da opstane, naglašava njegov ekološki značaj na prirodnim nalazištima, gde ova vrsta štiti zemljišta od erozije, poboljšava ekološke uslove za opstanak drugih biljnih vrsta i predstavlja stanište i izvor hrane znatnom broju životinjskih vrsta. Prema podacima Nacionalne inventure šuma Srbije (Banković *et al.* 2009), u Srbiji ukupno ima 816528 stabala ove vrste, ukupne zapremine 95318 m<sup>3</sup>, a zapreminskog prirasta 3179 m<sup>3</sup>.

Zadatak ovog naučnog rada je bio da što detaljnije prouči biološku intraspecijsku (populacionu) varijabilnost i interspecijsku raznovrsnost, odnosno fitocenološke karakteristike planinskog javora na njegovim najvažnijim nalazištima u Srbiji, kao i na posebno vrednim nalazištima u Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori. Intraspecijska varijabilnost je rezultat genetičke varijabilnosti, varijabilnosti uslovljene dejstvom faktora sredine i varijabilnosti koja je nastala interakcijom faktora genetičke osnove i uslova spoljašnje sredine. Interspecijska varijabilnost je varijabilnost unutar ili između staništa,

zajednica i ekosistema (Mijović *et al.* 2012). Da bi se dobila realna slika o varijabilnosti *Acer heldreichii*, neophodno je da se njegova varijabilnost prouči kako sa intraspecijskog, tako i sa interspecijskog stanovišta. Intraspecijska varijabilnost je utvrđena analizom morfoloških i molekularnih markera proučavanih populacija *Acer heldreichii*, a interspecijska varijabilnost je utvrđena analizom različitih ekoloških faktora (klimatskih, orografskih, geoloških, pedoloških i fitocenoloških) u kojima se te populacije razvijaju.

Rezultati ovog istraživanja doprineće poznavanju varijabilnosti planinskog javora u Srbiji, kao i njegovim ekološkim zahtevima i uslovima razvoja, što će biti značajan oslonac u *in situ* konzervaciji genofonda ove vrste drveća. Zaštitom vrsta održava se raznovrsnost, a samim tim i njihov dalji evolucioni razvoj. Veća varijabilnost vrste omogućava poboljšanje svojstava date vrste, što joj daje veće izgleda za dalji opstanak (Velašević, Đorović 1998). Osim toga, dobijeni rezultati će znatno olakšati budući uzgoj ove vrste u šumskim kulturama ili u dekorativne svrhe, jer će omogućiti lakše izdvajanje regiona provenijencija i identifikovanje pogodnih staništa za uzgoj. Budući da varijabilnost planinskog javora zasnovana na molekularno-genetičkim osnovama do sada nije proučavana, u ovom radu prvi put se iznose podaci o interpopulacionim razlikama i sličnostima zasnovanim na molekularnim markerima što, zajedno sa ekološkim i morfometrijskim analizama populacija planinskog javora, doprinosi kompleksnijem sagledavanju biologije ove endemo-reliktne vrste drveća.

## **2. PREDMET I CILJ RADA**

Predmet i cilj ove doktorske disertacije se ogleda u sledećem:

1. Utvrditi osnovne karakteristike morfoloških markera populacija planinskog javora u Srbiji i njihov taksonomski i intraspecijski varijabilitet na osnovu analize karakteristika listova
2. Utvrditi genetički intraspecijski, odnosno međupopulacioni varijabilitet planinskog javora u Srbiji primenom molekularno-genetičkih markera

3. Utvrditi međuzavisnost varijabiliteta planinskog javora na osnovu analize morfoloških i molekularnih markera
4. Utvrditi ekološke uslove u kojima se nalaze populacije planinskog javora u Srbiji (klimatske, orografske, geološke, pedološke i fitocenološke)
5. Utvrditi uticaj prostorne distribucije populacija i ekoloških faktora na varijabilnost planinskog javora

Na početku istraživanja su postavljene sledeće naučne hipoteze:

1. Da se populacije planinskog javora u Srbiji nalaze u različitim ekološkim uslovima i da su geografski i genetički izolovane
2. Da postoji intraspecijska varijabilnost morfoloških markera između jedinki planinskog javora u jednoj populaciji, kao i varijabilnost između različitih populacija
3. Da postoji intraspecijska varijabilnost genetičkih markera između jedinki planinskog javora u jednoj populaciji, kao i varijabilnost između različitih populacija
4. Da postoji korelacija morfoloških i molekularnih markera između jedinki planinskog javora u jednoj populaciji, kao i između različitih populacija i da je to posledica različitih ekoloških prilika u kojima se populacije nalaze i međusobne geografske udaljenosti u okviru istraživanog dela areala

### **3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

Planinski javor su pronašla dvojica botaničara: Orphanides, u planinskim šumama Kyllini blizu Flamburice i Heldreich, na planini Parnas, u jelovoj šumi iznad Radove blizu Karkarije. Ova nalazišta se nalaze na prostoru današnje Grčke. Oba botaničara su poslala grančice i listove na determinaciju naučniku Boissier-u u Ženevu, koji je dijagnostikovao novu vrstu, nazivajući je po imenima nalazača *Acer heldreichii* Orph. i objavio njen opis u svojoj knjizi: "Diagnoses plantarum orientalium novarum" (str. 71.), objavljenoj 1856. godine. Ubrzo posle Orphanides-a i Heldreich-a naš botaničar Josif Pančić pronalazi planinski javor u Srbiji i zajedno sa botaničarem

Visiani-em daje naziv ovoj vrsti *Acer macropterum* Vis. et Panč. (u delu R. Visiani: "Plantarum serbicarum preamtas". Mem. Dell Instituto bot. Veneto IX. Venezia 1860, str. 11). Na osnovu kasnijih istraživanja se pokazalo da je *Acer macropterum* Vis. et Panč. zapravo varijetet vrste *Acer heldreichii* Orph. Kasnije Josif Pančić nalazi planinski javor širom Srbije, ali smatra da se radi o dve različite vrste, tj. *Acer heldreichii* Orph. i *Acer macropterum* Vis. et Panč (Fukarek 1943, 1953). Josif Pančić daje i prvi opis planinskog javora na srpskom jeziku (Pančić 1871, str. 150-151). Tu se navodi kratak morfološki opis planinskog javora, koji Pančić još uvek smatra za dve posebne vrste i spominje lokalitete na kojima ih je našao. U tom delu Pančić navodi sledeće: "*Acer heldreichii* Orph. in Boiss. Diagn. plant. orient. nov. ser. II, V p. 71. Cveće rehavo; cvetne peteljke uspravljene; plod gladak, sa nešto razvedenim, pod vrhom raširenim krilima; lišće glatko u pet križaka cepljeno, u mlađeg drveta gotovo prstasto, kriške cele ili usečene; osrednje drvo. Ovo je drvo otkrto u Grčkoj, ja sam ga pak 1856. g. našao na jugu od Srbije po Javoru, Goliji i Jankovom kamenu. Cveta u junu." Osim opisa *Acer heldreichii* Orph. Pančić navodi i kao posebnu vrstu: "*Acer macropterum* Vis. in Pemptas plant. Serb. novar. Venetiis 1857 p. II t. VI. Srpsko ime planinski javor. Cveće nepoznato, grančice sa plodom rehava, supovrate: plod sa krilima uspravljenim, pod vrhom tako raširenim, da se unutarnjim obodom poklapaju; lišće glatko u pet križaka deljeno, kriške do pola sa paralelnim, celim obodima, na vrhu usečene; visoko drvo. Ovo sam drvo otkrio g. 1856. na Jastrepcu u Kruševačkoj između Prokopa i Stracimira, gde raste u društvu sa bukvom, običnim javorom i mlečom; kasnije sam ga viđao po Metodiji na Kopaoniku; cveta nisam još mogao dobiti. Cveta po kazivanju pograničnih stražari u jedno vreme sa običnim javorom, dakle u junu."





Slika 1: Originalni materijal prikupljen od strane J. Pančića 1856 (Golija) (subnomen *Acer heldreichii* Orph. in Boiss. (Primerak deponovan u Herbarijumu Univerziteta u Beogradu (BEOU) i u zbirci Herbarium Pancicianum pod brojem 3784)



Slika 2: Originalni materijal prikupljen od strane J. Pančića 1856 (Jastrebac) (subnomen *Acer macropterum* Vis. (Primerak deponovan u Herbarijumu Univerziteta u Beogradu (BEOU) i u zbirci Herbarium Pancicianum pod brojem 3798)

Botaničar Nyman je nazvao javor koji je Visiani opisao pod nazivom *Acer macropterum* imenom *Acer visiani* Nym., što je sinonim za *Acer macropterum* Vis. et Panč., a *Acer heldreichii* Orph. in Boiss. smatra za posebnu vrstu (u delu "Conspectus florae Europae", Bd I, 1878, str. 135). Botaničar Pax prvi objedinjuje ova dva taksona u jednu vrstu (u delu "Monographie der Gattung *Acer*", Engler Botanischer Jahrbücher VI/1885 i VII/1886, str. 194), uz jasan i tačan opis ove vrste. On smatra da vrsta *Acer heldreichii* Orph. ima dva varijeteta, pri čemu se prvi, var. *euheldreichii* Pax odlikuje manjim listovima (5-8 cm), a drugi, var. *macropterum* (Vis.) Pax mnogo većim (13-14 cm). Prvi varijetet sa javlja u južnim, a drugi u severnim delovima areala (Fukarek 1943; Glišić 1956).

Planinski javor je nakon Nyman-a i i Pax-a proučavao Karlo Malý. On vrstu *Acer heldreichii* Orph. in Boissier deli na podvrste ssp. *euheldreichii* Pax (podvrsta

mediteranskih planina-pravi grčki javor) i ssp. *visianii* (Nyman) K. Malý (u delu "Beiträge zur Kenntnis der Illyrischen Flora" 1908). U literaturi se služio sa dva naziva za ovu vrstu, i to *Acer heldreichii* Orph. in Boiss. i *Acer visianii* Nyman, pod kojim podrazumeva kontinentalnu podvrstu planinskog javora koja: "pošto predstavlja sjevernu rasu od *Acer heldreichii* Orph. treba iz praktičnih razloga, a naročito u šumarske svrhe označavati jednim kraćim i nedvosmislenim nazivom." Podvrstu *visianii* (Nyman) Malý je podelio na 2 varijeteta-var. *vulgare* (spomenut u delu "*Acer visianii* Nym var. *vulgaris* Malý" 1906.) i var. *pančići*. Kod var. *vulgare* su krilca plodova razmaknuta, ravna na leđnoj strani, spram gornje polovine naglo proširena i onda opet sužena. Ovaj varijetet je podelio na dve forme: f. *trichocarpum*, sa često po tri krilca na jednoj peteljci i f. *palense*, sa nešto pliće urezanim režnjevima listova (u delu "Prilozi za floru Bosne i Hercegovine, IV", 1917). Za ovu formu se pretpostavlja da čini prelaz prema gorskom javoru. Drugi varijetet je var. *pančići* sa krilcima plodova kod kojih su jako prošireni vrhovi zakrivljeni prema unutrašnjoj strani i tu se najčešće dodiruju ili i preklapaju. To je takson identičan sa *Acer macropterum* Vis. i Panč. Malý-jevu podelu su prihvatili botaničari Beck i Hayek, koji ju je uneo u svoje delo "Prodromus Florae Peninsulae Balcanicae", Bd.I, Beihefte zu Feder. Repert. Spec. Novar., Bd. XXX/1, Berlin-Dahlem, 1927.) (Fukarek 1953).

Kada je u pitanju proučavanje planinskog javora u Srbiji, kao što je već spomenuto, prvi ga je pronašao Josif Pančić u sklopu proučavanja Flore Kneževine Srbije, 1856. godine na sledećim planinskim masivima: Javoru, Goliji na lokalitetu Jankov kamen i Jastrepcu između Prokopa i Stracimira. Ubrzo ga je pronašao i na Kopaoniku. Nakon Pančića je planinski javor pronađen na planinama Prokletijskog masiva. Na planini Žleb ga je pronašao Cziki, a to nalazište je opisao Javorka u delu "Additamenta ad floram Albanie. A Mag. Tudom Akademia, Balkan, kutatos. tudom eredm. III Budapest 1926." (Glišić 1956; Fukarek 1967). Na Prokletijskom masivu kasnije i Petrović (1934) konstatuje njegovo prisustvo na Suvoj planini (Žlebu) u Istočkome srezu u Metohiji. Nakon njega Rudski (1949), opisujući vegetaciju Žleba i Mokre planine, daje detaljne podatke i o rasprostranjenosti planinskog javora na ovim planinama. Fukarek (1948) prvi spominje nalazišta planinskog javora na Koprivniku i Rogozni, na osnovu materijala koji je sabrao T. Soška. Na području Prokletija u novije

vreme Janković *et al.* (1984) vrše fitocenološka i taksonomska proučavanja planinskog javora na Prilepskoj planini na masivu Prokletija. Oni prisutne fitocenoze sa planinskim javorom nazivaju *Pteridio aquilini-Aceretum heldreichii* M. Jank. et R. Bog. i vrše taksonomsku podelu na dva varijeteta-var. *vulgaris* i var. *pančićii*, pri čemu se var. *vulgaris* odlikuje plodovima koji su pod većim uglom, često i do 180°, dok se listovi retko preklapaju; a var. *pančićii* se karakteristiše plodovima koji su pod manjim uglom i često se međusobno preklapaju, a takođe je vrlo česta pojava i preklopljenost lisnih režnjeva.

Petrović (1934) proučava rasprostranjenost različitih vrsta drveća u južnoj Srbiji, pri čemu spominje i neka do tada nepoznata nalazišta planinskog javora. To su planina Javorje, blizu Priboja, gde se planinski javor nalazi: "iznad sela Podjavorja na 1400 m i silikatnoj podlozi" i planina Paštrik: "kod sela Vraništa u Gorskome srezu, kraj same albanske granice u Borskome Čestaku".

Grebenščikov (1950a) je, opisujući subalpijske bukove šume na Staroj planini, našao u okviru njih i planinski javor. Isti autor, u sklopu proučavanja vegetacije Sićevačke klisure, navodi i prisustvo planinskog javora i to u šumi belog graba sa jorgovanom (*Carpinetum orientalis syringosum*) (Grebenščikov 1950b). Međutim, prisustvo planinskog javora u Sićevačkoj klisuri čini se malo verovatnim, s obzirom na termofilnost i pretežno submediteranski karakter ove klisure. Gajić (1955) je pronašao planinski javor na Rudniku, na jednom ogranku Malog Šturca, na 950 m nadmorske visine i to "samo jedno deformisano stablo visine 3m". Ubrzo ustanovljava da se na Rudniku nalazi grupa stabala planinskog javora (Gajić 1959). Isti autor vrši početna taksonomska istraživanja planinskog javora na tom lokalitetu i konstatuje da se ovde radi o ssp. *visianii* koja "odgovara u izvesnoj meri f. *trichocarpum*". Istražujući fitocenoze Rudnika on konstatuje da se planinski javor ovde nalazi na staništu planinske šume bukve *Fagetum montanum* (Gajić 1961a).

Planinski javor na Goču je otkrio Jovanović (1957), gde i prvi imenuje fitocenozu bukve i planinskog javora koja je tu zastupljena nazivom *Acereto heldreichii-Fagetum* Jov. 1957. Slavković (1977) otkriva planinski javor na obližnjem masivu Željina, na grebenu zvanom Javorštica.

Na Šarplanini je prisustvo planinskog javora prvi spomenuo Petrović (1934): "u Šari na Tearačkoj bistrici ispod Bistre, na južnoj eksozpoziciji i silikatnoj podlozi, između 1600 m i 1700 m, ali i niže." Međutim, ovo nalazište se nalazi na teritoriji današnje Republike Makedonije, a na srpskom delu Šarplanine ga je prvi zapazio Janković 1960. godine. Kasnije Janković i Stevanović (1983) vrše fitocenološka istraživanja subalpijskih zajednica bukve i planinskog javora (*Acereto heldreichii-Fagetum moesiacaе*) na padinama vrha Piribeg, severozapadno od Stojkove kuće.

Tošić (1977) navodi nalazišta planinskog javora na Sjeničko-peštarskoj visoravni i to na planini Crni vrh, predelu Mačkovac i okolini sela Blato, Bare i Dunišići. Matović *et al.* (1993) pronalaze planinski javor na planini Ozren jugozapadno od Prijepolja. Matović *et al.* (1997) opisuju zajednicu *Pancicio-Aceretum heldreichii-Piceetum abietis* Matović 1993, na planini Ozren u jugozapadnoj Srbiji, u kojoj dominiraju planinski javor i *Pancicia serbica*. Rakonjac u sklopu proučavanja šumske vegetacije Peštarske visoravni vrši detaljnu florističku analizu ove zajednice (Rakonjac 2002; Rakonjac *et al.* 2005).

Gajić (1989b) nalazi planinski javor na planini Tari.

Lakušić, D. (1995), proučavajući floru Kopaonika, navodi i nalazišta planinskog javora na tom području.

Glišić (1956) prvi vrši sintezu dotadašnjih podataka o rasprostranjenju planinskog javora i njegovoj taksonomiji u Srbiji, a prvi sintetski rad o planinskom javoru na području cele bivše Jugoslavije objavljuje Lakušić, R. (1964), u kome navodi sva nalazišta planinskog javora u Jugoslaviji i vrši njegovo taksonomsko raščlanjenje. On odstupa od tradicionalne podele na subsp. *euheldreichii* i subsp. *visianii*, koja se temelji na veličini lisne ploče, već na drugačiji način izdvaja dve podvrste planinskog javora i to subsp. *bulgarica*, koja se karakteriše trorežnjevitim listovima i subsp. *heldreichii* koja se karakteriše petorežnjevitim listovima. Subsp. *bulgarica* se nalazi u istočnoj Srbiji i Bugarskoj, a subsp. *heldreichii* raste u Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori, jugozapadnoj Srbiji, Makedoniji i Grčkoj. Podvrstu *heldreichii* dalje raščlanjuje na dva varijeteta var. *orphanidis* i var. *malyi*, a u okviru var. *malyi* izdvaja i dve forme, f. *pančićii* i f. *visianii*. Za formu *pančićii* je karakteristično to da se lisni režnjevi bočno preklapaju, a kod forme *visianii* su oni razdvojeni i nikad se ne preklapaju (Lakušić, R. 1964). Perović (2007a, 2007b) vrši detaljna proučavanja morfoloških, ekoloških i anatomskih karakteristika

populacija planinskog javora na tri planinska masiva u centralnoj Srbiji: Goču, Jastrepcu i Rudniku. On načelno prihvata Lakušićevu intraspecijsku taksonomsku podjelu i navodi da sva proučavana stabla na istraživanim lokalitetima pripadaju subsp. *heldreichii*. Međutim, na nižem sistematskom nivou on Lakušićeve taksone var. *malyi* f. *pančićii* i var. *malyi* f. *visianii* uzdiže na nivo zasebnih varijeteta, koje opisuje pod nazivima var. *heldreichii* (var. *malyi* f. *pančićii* po Lakušiću) i var. *macropterum* (var. *malyi* f. *visianii* po Lakušiću). Autor konstatuje da su na sva tri proučavana lokaliteta prisutna stabla oba varijeteta. Osim toga, u okviru var. *macropterum* autor izdvaja i četiri forme: *typicum*, *dissectum*, *rotundiloba* i *equiloba*. Isti autor ustanovljava da planonski javor na sva tri lokaliteta gradi zajednicu sa bukvom (*Aceri heldreichii-Fagetum*), s tim što se na Goču i Jastrepcu javlja tipična zajednica planinskog javora i bukve, a na Rudniku subass. *carpinetosum betuli*. Perović i Cvjetičanin (2009) vrše florističko-ekološku analizu zajednice *Aceri heldreichii-Fagetum* subass. *carpinetosum betuli*.

Murray (1982) vrši izmenu u sistematskoj poziciji vrste *Acer heldreichii* Orph., tako što tretira vrstu *Acer trautvetteri* Medw. (Trautveterov javor), autohtonu na Kavkazu, kao podvrstu *Acer heldreichii* Orph. Ovakvu sistematsku poziciju Trautveterovog javora navode i van Gelderen *et al.* (1994) u svojoj studiji „Maples of the world“, u kojoj je dat opis i sistematski raspored svih poznatih vrsta iz roda *Acer* L, gde Trautveterov javor tretiraju kao *Acer heldreichii* Orph. ssp. *trautvetteri* (Medvedev) Murray. Identičan tretman vrste Trautveterov javor je usvojen i na Germplasm Resources Information Network (<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?1240> 2012).

Lakušić, R. (1989) daje sumarni pregled stanišnih uslova i ekoloških zahteva planinskog javora na području bivše Jugoslavije, a Alexandrov i Pandeva (2003) daju sintezni pregled morfoloških karakteristika, stanišnih uslova, ekoloških zahteva i upotrebljivosti planinskog javora na celom arealu vrste.

Kada su u pitanju ostale republike sa prostora bivše Jugoslavije, na području Bosne i Hercegovine, krajem 19. i početkom 20. veka planinski javor su proučavali različiti botaničari: Murbeck, S, Maly, K, Fiala, F, Beck, G, Muravjev, N. itd (Fukarek 1948). Fukarek (1943, 1948) daje pregled poznatih nalazišta planinskog javora u Bosni i Hercegovini i nekim okolnim krajevima. Fukarek i Stefanović (1953) nalaze ovu vrstu na Treskavici u Bosni i Hercegovini Goliji i Vojniku u Crnoj Gori. Maly prvi navodi

planinski javor za Ravnu planinu (Jahorina), gde ga detaljno proučava (Maly 1938, 1940). Ćurić (1960) navodi nova nalazišta planinskog javora na Jahorini ispod glavnog masiva do ogranka Klek. Fukarek (1969a, 1969b), opisuje dendrofloru i biljne zajednice nacionalnog parka „Sutjeska“, gde navodi i nalazišta planinskog javora i opisuje njegovu zajednicu sa bukvom (*Aceri visianii-Fagetum* Fuk). Stefanović (1970) na Jahorini opisuje novu zajednicu planinskog javora sa smrčom (*Aceri visianii-Piceetum subalpinum*). Fukarek i Čeljo (1959) nalaze i opisuju hibride planinskog i gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.) na nakoliko lokaliteta u Bosni i Hercegovini, kojima daju naziv *Acer x pseudoheldreichii* Fukarek & Čeljo. Blečić i Lakušić (1970) vrše proučavanje biljnih zajednica u nacionalnom parku „Biogradska gora“ u Crnoj Gori, pri čemu opisuju i zajednicu planinskog javora i bukve (*Fageto-Aceretum visianii* Bleč et Lkšić). Na području Makedonije podatke o rasprostranjenju i taksonomskom raščlanjenju planinskog javora daje Em (1953, 1967).

Proučavanja karakteristika i intraspecijske varijabilnosti planinskog javora su vršena i u odnosu na njegovu anatomsku građu. Prva anatomska proučavanja planinskog javora na prostoru bivše jugoslavije je započeo Vasiljević (1950, 1954, 1955), koji je odbranio doktorsku disertaciju pod nazivom: "O nekim razlikama u mikroskopskoj građi lignuma među domaćim vrstama roda *Acer*" (Vasiljević 1954). Vasiljević je vršio analizu broja, rasporeda i tangencijalnog prečnika traheja, kao i dužine i širine mehaničkih elemenata na sedam autohtonih vrsta javora: *Acer pseudoplatanus*, *A. platanooides*, *A. obtusatum*, *A. heldreichii*, *A. campestre*, *A. monspessulanum* i *A. tataricum*. Kada je u pitanju vrsta *Acer heldreichii* Orph., u radovima Vasiljevića je proučeno samo jedno stablo koje potiče sa Jahorine, sa teritorije Bosne i Hercegovine, starosti 32 godine. U svojim radovima Vasiljević konstatuje da se na osnovu proučenih anatomskih elemenata analizirane vrste javora mogu grupisati u tri grupe srodnih vrsta. Jednu grupu čine *Acer pseudoplatanus*, *A. obtusatum* i *A. heldreichii*, drugu grupu *Acer platanooides* i *A. campestre*, a treću grupu *Acer tataricum* i *A. monspessulanum*, s tim da je pozicija vrste *A. monspessulanum* neizvesna usled toga što je u analizu uzeto samo jedno stablo sa mnogo dvostrukih prstenova prirasta, zbog čega dobijeni rezultati nisu reprezentativni za tu vrstu. Vasiljevićeva proučavanja *Acer heldreichii* se baziraju na materijalu uzetom van Srbije, na nedovoljnoj količini uzoraka (jedno stablo) i na nedovoljnoj starosti uzoraka

(32 godine), koja nije dovoljno velika da bi se svi anatomske elementi potpuno razvili. Anatomska svojstva planinskog javora sa teritorije Srbije je prvi istraživao Perović (2005, 2007a). Analizirajući tri stabla sa lokaliteta Rudnik, Goč i Jastrebac, autor zaključuje da je po svojoj anatomske građi planinski javor veoma sličan gorskom javoru (*Acer pseudoplatanus* L.) i u većini slučajeva se ne može jasno razlikovati od njega; delimično se može razlikovati od javora mleča (*Acer platanoides* L.) po obično nešto širim i višim trakama lignuma, dok se po istim karakteristikama može jasno razlikovati od klena (*Acer campestre* L.).

Varijabilnost planinskog javora zasnovana na molekularno-genetičkim osnovama do sada nije proučavana, pa je ovaj rad stoga i pionirski u toj oblasti i dobijena saznanja će biti od posebnog značaja u kompleksnom sagledavanju varijabilnosti ove endemo-reliktne vrste balkanske dendroflora.

#### **4. TAKSONOMSKI POLOŽAJ PLANINSKOG JAVORA**

Rod *Acer* L. sistematski pripada redu Sapindales Juss. ex Bercht & J. Presl. (1820) i porodici Sapindaceae Juss. na osnovu molekularnog sistema biljne taksonomije „APG III“ (Angiosperm phylogeny group 2009; Chase, Reveal 2009).

##### **4.1. Red Sapindales Juss. ex Bercht. & J. Presl. (1820)**

Red obuhvata devet porodica: Sapindaceae, Anacardiaceae, Biebersteiniaceae, Burseraceae, Kirkiaceae, Meliaceae, Nitrariaceae, Rutaceae i Simaroubaceae (Angiosperm phylogeny group 2009), koje sadrže 471 rod i 6070 vrsta ([www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/](http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/) 2012 (Angiosperm Phylogeny Website)).

#### 4.2. Porodica Sapindaceae Juss.

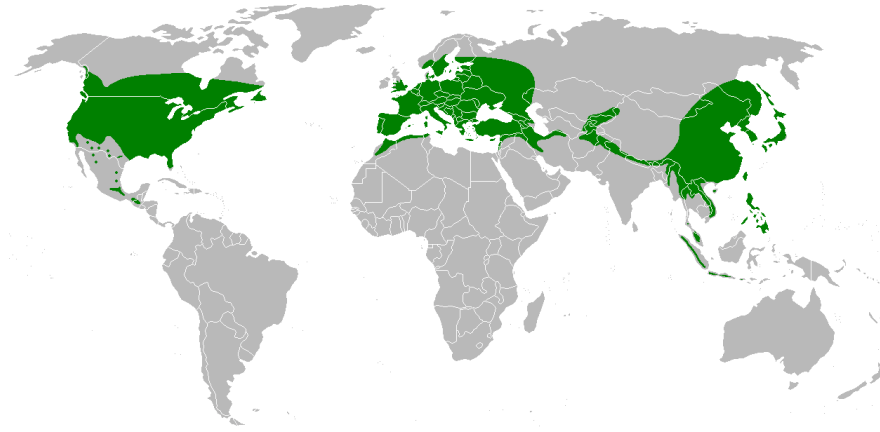
Karakteristike porodice su sledeće: cvetovi sitni, jednopolni ili funkcionalno jednopolni, a biljke jednodome ili dvodome. Cvetovi su grupisani u metličaste cvasti, na peteljka. Čašica i krunica sastavljene iz 4-5 slobodnih listića. Prašnika 4-10, najčešće 8, uglavnom su dlakavi, prisutne su nektarije. Tučak se sastoji od 2 do 6 oplodnih listića. Žig tučka je često izrazito trorežnjevito. Oprašivanje je najčešće insektima ili pticama, kod nekih vrsta vetrom. Plodovi sočni ili suvi, mogu biti orašice, bobice, koštunice ili čaure. Klijanje hipogeično ili epigeično. Biljke su drvenaste (drveće i žbunje), retko zeljaste. Listovi uglavnom spiralno raspoređeni, ređe naspramni, najčešće perasto složeni, a ređe prosti ili prstasto složeni, na peteljka nema stipula. Porodica obuhvata oko 150 rodova i 1700 vrsta, rasprostranjenih u tropskim i umerenim oblastima. Deli se na četiri potporodice: Sapindoideae Burn, Dodonaeoideae Burn, Xanthoceroideae Thorne&Reveal i Hippocastanoideae Dum., u okviru koje se i nalazi rod *Acer* L. (Angiosperm phylogeny group 2009).



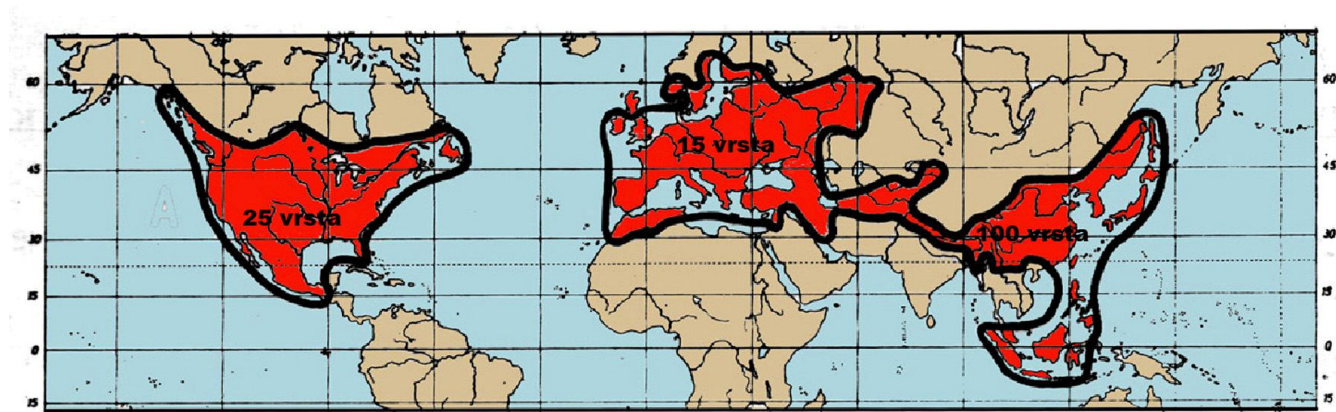
Karta 1: Rasprostanjenje familije Sapindaceae (Angiosperm phylogeny group 2009)



### 4.3. Rod *Acer* L.



Karta 2: Rasprostranjenje roda *Acer* L. (<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/39282>; Deutsch Wikipedia 2013).



Karta 3: Distribucija roda *Acer* L. sa brojevima vrsta u Severnoj i Srednjoj Americi, Evropi, prednjoj Aziji i Kini i jugoistočnoj Aziji (prema Pax-u, 1926, dopunjeno prema Stevanoviću in litt.)

Rod *Acer* L. obuhvata oko 130 vrsta, koje su rasprostranjene širom severne zemljine polulopte. Rastu u Evropi do subarktičkih predela na severu, zatim pretežno u umerenim i suptropskim područjima zapadne i istočne Azije i Severnoj Americi od južne Aljaske na severu do tropske Srednje Amerike na jugu (planine Gvatemale). Javori ne rastu od prirode u Južnoj Americi, Australiji i najvećem delu Afrike, sa izuzetkom Sredozemnog dela. Većina vrsta raste u umerenoj zoni, a mali broj u tropskoj. Sve vrste se javljaju na severnoj hemisferi, a jedino večnozeleni lovorolisni javor (*Acer laurinum* Hassk.) zalazi u južnu hemisferu, gde dopire do 10° južne geografske širine na ostrvu Timor u Indoneziji. Najveću brojnost i raznovrsnost rod *Acer* L. dostiže u Kini, gde je zabeleženo oko 100 autohtonih vrsta, od čega je oko 60 endemično (van Gelderen *et al.* 1994; Xu *et al.* 2008). Većina vrsta javora je rasprostranjena u planinskim predelima (u severoistočnim Himalajima je zabeležena maksimalna visinska granica za ovaj rod na nadmorskoj visini oko 3300 m), dok mali broj vrsta raste u nizijama. Javori u šumama prvenstveno rastu pojedinačno ili u manjim grupama, skoro nikad ne obrazuju veće čiste sastojine. Samo nekoliko vrsta ovog roda, najčešće *Acer saccharum* Marsch. i *Acer rubrum* L. u Severnoj Americi mogu biti edifikatori šumskih zajednica na većim površinama (Тахтаджян *et al.* 1981).

Sve vrste roda *Acer* L. su drvenaste, pretežno drveće, ređe žbunovi. Najveći broj vrsta ovog roda je listopadan, a samo nekoliko večnozelen (*Acer laurinum*, *A. paxii*, *A. oblongum*, *A. semepervirens*). Lišće je naspramno raspoređeno i obično režnjevito. Režnjeviti listovi najčešće imaju po pet režnjeva, nekad po tri, kod nekih vrsta i znatno više (list *Acer japonicum* Thunb. ima 13 režnjeva). List je pretežno prost, kod osam vrsta perasto složen, sa 3-5(9) listića (sekcije *Negundo* i *Trifoliata*), a samo vrsta *Acer pentaphyllum* Diels ima prstasto složeno lišće. Listovi su skoro uvek bez zališća, osim kod *Acer saccharinum* ssp. *nigrum*. Cvetovi su sitni, u grozdastim, metličastim ili gronjastim cvastima, koje mogu da budu raspoređene vršno ili bočno na granama. Cvasti su po veličini vrlo različite i mogu da sadrže od 3 do 450 cvetova. Cvetovi su hermafroditni ili jednopolni (nastali zakržljavanjem jednoga pola), aktinomorfni, obično sa diskusom (nektarnikom). Čašica i krunica su najčešće petočlane, mogu biti i četvoročlane i šestočlane, a krunica je nekad neformirana. Prašnika je dva puta više od kruničnih listića, ali njihov broj često odstupa od tog pravila. Najčešće ih je 8, a može ih

biti od 4 do 10. Plodnik tučka je dvoook. Perijant većine vrsta je zelene ili žućkaste boje, ponekad crven. Kod nekih vrsta se prašnici nalaze neposredno na disku (prašničke niti kao da su utisnute u diskus)-intrastaminalni diskus. Kod drugih vrsta su prašnici raspoređeni oko diska-ekstrastaminalan raspored, a kod malog broja vrsta su prašnici raspoređeni i na diskusu i oko njega-amfistaminalni tip. Oprašivanje je pretežno insektima. Vrste roda *Acer* L. su jednodome, u retkim slučajevima (npr. *Acer negundo* L.) dvodome, a kod mnogih vrsta postoje i hermafroditna i funkcionalno muška i ženska stabla (trodomne vrste). Najranije cvetaju vrste iz sekcije *Rubra*, gde se cvetovi pojavljuju pre listanja, dok je kod ostalih cvetanje istovremeno sa listanjem. Plod javora su dve krilate orašice. Seme je bez endosperma. Seme kod pojedinih vrsta može biti do 0,5 cm u prečniku. Krila stoje pod različitim uglovima-kod nekih vrsta su paralelna, ili se preklapaju, dok su kod drugih pod oštrim, pravim, tupim ili opruženim uglom. Period sazrevanja semena je različit. Kod sekcije *Rubra* seme sazreva vrlo rano (krajem proleća i početkom leta) i odmah klija, dok kod sekcije *Trifoliata* zahteva dve do tri godine stratifikacije pre klijanja. Klijanje je epigeično kod skoro svih vrsta, osim kod *Acer saccharinum* L. i *Acer truncatum* Bunge, gde kotiledoni ostaju u zemlji, a pojavljuju se posle prvih listova (Тахтаджян *et al.*, 1981; Walters 1988; van Gelderen *et al.* 1994; le Hardy de Beaulieu 2003).

Drvo kod vrsta roda *Acer* L. je bakuljavo, svetle boje. Prstenovi prirasta su jasno uočljivi. Po veličini traheja javori spadaju u difuzno porozne vrste. Traheje su ravnomerno raspoređene unutar prstena prirasta, nisu brojne, odlikuju se spiralnim zadebljanjima na radijalnim zidovima, a poprečni zidovi su potpuno resorbovani-jednostavna resorpcija. Drvni parenhim je slabo zastupljen, a nalazi se između vlakana osnovnog tkiva (apotrahealan-difuzan) i na granici goda (apotrahealan-marginalan), čine ga vlaknaste parenhimatične ćelije. Trake lignuma su homocelularne građe. Od mehaničkih vlakana su zastupljeni libriform i vlaknaste traheide (Horvat 1983; Schweingruber 1990; Vilotić 2000).

Najstariji fosili javora su nađeni na Aljasci i potiču iz gornje krede, pre oko 100 miliona godina. Smatra se da je centar rasprostranjenja ovog roda u centralnoj, zapadnoj i jugozapadnoj Kini, na prostoru današnjih provincija Hubei, Sečuan i Junan. Odatle su se vrste širile u tri kraka. Prvi je išao ka zapadu preko Himalaja, srednje Azije do Evrope,

drugi je išao južno u Indokinu, Filipine i Indoneziju, a treći severoistočno preko istočnog Sibira do Severne Amerike. U miocenu (5-25 miliona godina pre naše ere) javori su imali najšire rasprostranjenje i bili prisutni i u današnjim polarnim predelima, da bi se u pliocenu (pre 1,7-5 miliona godina), usled zahlađenja klime, povukli iz polarnih predela do predela umerene klime koje sada naseljavaju. Najstarija fosilna vrsta u Evropi je *Acer haselbachensis* sa prelaza Eocena u Oligocen (pre oko 38 miliona godina) (van Gelderen *et al.* 1994). Iz neogenih sedimenata na Balkanu su poznate vrste: *Acer integrilobatum*, *A. decipiens*, *A. subcampestre*, a naročito je zastupljena vrsta *Acer trilobatum*, koja verovatno odgovara savremenoj veoma polimorfnoj vrsti *Acer rubrum* L. sa istoka Severne Amerike (Pantić 1960).

Rod *Acer* je na teritoriji Srbije vrlo bogat vrstama. Jovanović (1973) i Gajić (1980) navode prisustvo devet autohtonih vrsta: *Acer campestre* L, koji pripada srednjeevropskom flornom elementu, *Acer marsicum* Guss. (istočno submediteranski florni element), *Acer monspessulanum* L. (submediteranski florni element), *Acer obtusatum* Wald & Kit. (ilirsko-apeninski florni element), *Acer platanoides* L. (srednjeevropsko-kavkaski florni element), *Acer pseudoplatanus* L. (srednjeevropski florni element), *Acer tataricum* L. (dinarsko-balkansko-anatolijsko-kavkasko-pontsko-južnosibirski florni element) i dva endemita Balkanskog poluostrva, *Acer heldreichii* Orph. i *Acer intermedium* Pančić, koji oba pripadaju dinarsko-balkanskom flornom elementu. U novijim izvorima (van Gelderen *et al.* 1994; [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org) (The plant list 2010)) je promenjena nomenklatura nekih vrsta pa se *Acer marsicum* Guss tretira kao *A. campestre* subsp. *marsicum* (Guss.) Hayek, *Acer obtusatum* Waldst&Kit. kao *Acer opalus* subsp. *obtusatum* (Waldst & Kit.) Gams, a *Acer intermedium* Pančić kao *A. hyrcanum* subsp. *intermedium* (Pančić) Born.

Osim navedenih vrsta, u Evropi je autohtono još četiri vrste ovog roda. To su *Acer lobelii* Ten, endemit Apeninskog poluostrva, *Acer sempervirens* L, endemit Grčke, *Acer granatense* Boiss, koji u Evropi raste na jugu Španije i *Acer stevenii* Pojark, koji raste na Krimu (Букштынов 1982; Walters 1988). Po novijoj sistematici (van Gelderen *et al.* 1994; [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org) (The plant list 2010)) *Acer lobelii* Ten se tretira kao *A. cappadocicum* subsp. *lobelii* (Ten.) Murray, *Acer granatense* Boiss. kao *A. opalus* subsp.

*granatense* (Boiss.) Font Quer & Roth, a *Acer stevenii* Pojark. kao *A. hyrcanum* subsp. *stevenii* (Pojark.) Murray.

U sistematskom pogledu rod *Acer* L. je podeljen na 16 sekcija (van Gelderen *et al.* 1994): *Parviflora* Koidzumi, *Palmata* Pax, *Wardiana* de Jong, *Macrantha* Pax, *Glabra* Pax, *Negundo* (Boehmer) Maximowicz, *Indivisa* Pax, *Acer*, *Pentaphylla* Hu&Cheng, *Trifoliata* Pax, *Lithocarpa* Pax, *Platanoidea* Pax, *Pubescentia* (Pojarkova) Ogata, *Ginnala* Nakai, *Rubra* Pax i *Hyptiocarpa* Fang. Naše autohtone vrste javora su raspoređene u tri sekcije: *Acer*, *Platanoides* i *Ginnala*. Sistematski opis autohtonih sekcija i serija je dat po Krüssman (1984) i van Gelderen *et al.* (1994) (autohtone vrste su prikazane masnim slovima):

#### I Sekcija *Acer*

Listopadno drveće i žbunje, nekad zimzeleno (*Acer sempervirens* L.); listovi tro- do petorežnjeviti, po obodu najčešće nazubljeni, nekad celi; ljuspe pupoljaka sa 5-13 pari, sivo-smeđe; cvetovi u gronjama, vršnim ili bočnim; cvetovi petočlani, perijant žutozelen; prašnika obično 8, muški cvetovi sa produženim filamentima, diskus ekstrastaminalan; seme jajasto, nekad grbičasto, tendencija ka partenokarpiji jaka do umerena; klijavci sa uskoeliptičnim listovima, vrh zaobljen ili ravan. Rastu u Evropi, zapadnoj Aziji, Kini (jedna vrsta) i severnoj Americi.

#### A Serija *Acer*

Listopadno drveće, mlade grančice i pupoljci prilično debeli; listovi obično petorežnjeviti, tanki, obod grubo testerast, ljuspe pupoljaka u 5-10 pari; cvasti krupne sa 25-150 cvetova; plod sa jajastom semenkom, ponekad delimično grbičast, sa umerenom tendencijom ka partenokarpiji. U evropskoj flori ova sekcija zastupljena je vrstama *Acer pseudoplatanus* i *A. heldreichii*

B Serija *Monspessulana* Porjark.

Drveće ili žbunje, listopadno ili ponekad zimzeleno; listovi obično trorežnjeviti, nekad petorežnjeviti, retko bez režnjeva, obično kožasti, obod ceo ili grubo nazubljen; ljuspe pupoljaka u 8-12 pari; cvasti sa 10-50 cvetova, obično na dugoj visećoj peteljci; plod sa grbičasto-konveksnom semenkom, sa snažnom tendencijom ka partenokarpiji. U Evropi su predstavnici ove serije: *Acer monspessulanum*, *A. intermedium* (syn. *hyrcanum* ssp. *intermedium*), *A. obtusatum* (syn. *opalus* ssp. *obtusatum*), *A. opalus* i *A. sempervirens*.

II Sekcija *Platanoidea* Pax

Listopadno drveće i žbunje. Listovi tro- do petorežnjeviti (ponekad sedmorežnjeviti ili bez režnjeva), tanki ili nekad kožasti, obod ceo ili retko nazubljen, peteljke sa mlečnim sokom. Ljuspe pupoljaka od 5-8 ili 8-10 pari. Cvetovi u gronjama, vršnim ili bočnim; cvetovi petočlani, prašnika 5-8, disk amfistaminalan; plod sa pljosnatom semenkom, umerena tendencija ka partenokarpiji; klijanci sa velikim, uskoeliptičnim kotiledonima. U Evropi je ova sekcija zastupljena sa tri vrste (*Acer campestre*, *A. platanooides*, *A. lobelii*), dok je najveći broj vrsta rasprostranjen od Male Azije do Kine i Japana. Centar rasprostranjenja sekcije nalazi se u Kini.

III Sekcija *Ginnala* Nakai

Listopadno žbunje ili nisko drveće. Listovi bez režnjeva ili trorežnjeviti, tanki, obod nazubljen; ljuspe pupoljaka od 5-10 pari, sivosmeđe; cvasti u vršnim ili bočnim gronjama, sa izraženim braktejama, cvetovi petočlani, perijant zelenkasto-beo, za vreme cvetanja delimično savijen ka unutra; prašnika 8, disk ekstrastaminalan; vreme cvetanja odmah po listanju; plod sa prilično pljosnatom semenkom, eliptičnom, sa karakterističnom nervaturom; klijavci sa malim, eliptičnim kotiledonima. Ova sekcija sadrži samo jednu kompleksnu vrstu *Acer tataricum*.

#### 4.4. *Acer heldreichii* Orph.

##### 4.4.1. Morfološki opis vrste *Acer heldreichii* Orph.

*Acer heldreichii* Orph. 1856. in Boiss. Diagn. 2. ser. 5:71; Hayek 1925. Prodr. Fl. Pen. Balc. 1:602 (Syn. *Acer heldreichii* Orph. Orph et Boiss. (1856) ssp. *heldreichii*) - planinski javor, mlječac

Planinski javor raste kao drvo prvog reda, ponekad visoko preko 30 metara, prečnika debla preko 1 metar, pravog stabla i široke, okrugle, razgranate krošnje, grana usmerenih nagore. Kora je tanka, debljine oko 1 cm, u mladosti glatka, tamnosiva, kasnije crvenosmeđa, ispucala u široke, nepravilne, tanke ljuspe koje postepeno opadaju. Koren je srcast, jako razvijen. Po habitusu i kori je sličan gorskom javoru. Od njega se razlikuje horološki (rasprostranjenjem), ekološki (staništem), lišćem i cvastima.

Izbojci su crvenkastosmeđi, goli, glatki, sa mnogo lenticela eliptičnog oblika. Pupoljci jajasti, na vrhu zašiljeni, crvenkastosmeđi, su dugački oko 5 mm, pokriveni sa većim brojem crvenkastih, golih ljuspi.

Listovi su tro- do petorežnjevit, sa gotovo do peteljke odvojenim bočnim režnjevima i širim, pri osnovi klinasto suženim srednjim režnjem, dugački 4-15 cm, široki 5-17 cm, sa peteljkom do 15 cm dužine, crvenkastom. Tri glavna režnja su često urezana do osnove. Svaki režanj je po obodu dvostruko urezan. Listovi su sa lica tamnozeleni i sjajni, sa naličja sivozeleni, goli ili sa pramenovima rđastih dlačica između lisnih nerava. U jesen su zlatnožuti ili sjajno crvenkasti. Lisne peteljke su duge skoro koliko i liska, crvenkaste boje.

Cvetovi su žuti, sitni, u uspravnim, vršnim grozdovima, dvopolni. Cvet se sastoji od 5 kruničnih listića, 5 čašičnih listića, 8 prašnika i tučka koji se sastoji iz dve karpela. Nalaze se u dugim grozdovima, u početku uspravnim, a kasnije visećim, golim. Cveta krajem maja ili u junu, za vreme ili posle listanja, zavisno od nadmorske visine. Oprašuje

se entomofilno, mada ne treba isključiti anemofiliju kao jedan vid oprašivanja. Vrsta je jednodoma.

Plod su dve krilate orašice, gole ili malo dlakave, krila su pod ošrim uglom ili se često preklapaju. Plod je dugačak do 5-6 cm, širok do 1,5 cm, sa krilima pri vrhu proširenim, razmaknutim ili ukrštenim, gnezdima semena spolja golim ili oretko dlakavim, u vreme sazrevanja semena crvenkastim. Plodonosi svake ili svake druge godine. Seme je zrelo u septembru ili oktobru tekuće godine u odnosu na cvetanje. Klijavost zadržava jednu do dve godine. Ima jaku izdanačku sposobnost (Jovanović 1973, 2007; Граматиков 1974; Mitchell 1979; Šilić 1990; Alexandrov, Pandeva 2003). Izbojci planinskog javora su kraći i nešto tanji od onih kod gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L). Ožiljak otpalog lista je polumesečasto razvučen, sa jasno ušiljenim krajevima i tri uočljiva traga sprovodnih snopića. Dva nasuprotna ožiljka se ne dodiruju krajevima (Fukarek 1965).

Filogenetski najbliža vrsta *Acer heldreichii* Orph. je *Acer trautvetteri* Medv, koja raste u subalpijskom pojasu severne Male Azije i Kavkaza. Murray (1982) je ovu vrstu tretirao kao podvrstu planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph. subsp. *trautvetteri* (Medv.) Murray) što su prihvatili mnogi autori (npr. van Gelderen *et al.* 1994; le Hardy de Beaulieu 2003; [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org) (The plant list 2010); [www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?410502](http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?410502) (USDA, ARS, National Genetic Resources Program. (*Germplasm Resources Information Network - (GRIN)* [Online Database] 2012)). U ruskim i nekadašnjim sovjetskim izvorima Trautveterov javor se uvek tretira kao posebna vrsta-*Acer trautvetteri* Medw (Богданов 1974; Колесников 1974; Букштынов 1982; Shulkina 2004 itd). *Acer trautvetterii* Medvedev (*Acer heldreichii* Orph. ssp. *trautvetteri* (Medvedev) Murray, kavkaski javor ili javor sa crvenim pupoljcima je visoko drvo koje raste na planinskom masivu Kavkaz, severoistočnoj Turskoj i severnom Iranu do 2500 metara nadmorske visine. Od tipičnog *Acer heldreichii* Orph. se razlikuje po tamnijim, crnim pupoljcima, manje urezanim listovima i krupnijim, intenzivno crvenim plodovima (van Gelderen *et al.* 1994; le Hardy de Beaulieu 2003). Raste na nadmorskim visinama 1700-2300 metara, uglavnom na zasenjenim padinama, u subalpijskim bukovim šumama, ali nekad obrazuje i čiste sastojine. Drvo je dobrog kvaliteta, slično drvetu gorskog javora. Dostiže visinu 20 m i prečnik 70 cm, dobro podnosi senku, osetljiv je prema vlazi



vazduha i zemljišta. Na teritoriji Rusije izmrzava (Махатзе 1970; Букштынов 1982). Цицин *et al.* (1959) navode da Trautvetterov javor jako izmrzava u toku surovih zima na području Moskve. Međutim, primerak prenesen sa visine 1800 m se pokazao potpuno zimootporan u Lenjingradu (Качалов 1970).

Planinski javor je takođe srodan sa gorskim javorom (*Acer pseudoplatanus* L.) (van Gelderen *et al.* 1994; Alexandrov, Pandeva 2003; le Hardy de Beaulieu 2003). Od njega se razlikuje krvavocrvenim palistićima i duboko urezanim listovima. Lista i cveta 8-10 dana posle gorskog javora (Fukarek 1983). Fukarek, Čeljo (1959) su opisali hibride između gorskog i planinskog javora, koje su nazvali *Acer x pseudo-heldreichii*. Te hibride su zabeležili na lokalitetima Šuplja stijena (Ljubišnja planina), prašuma Perućica na Magliću, Kragujevac na planini Treskavica i Bistrica na planini Jahorina. Svi lokaliteti nalaze se u Bosni i Hercegovini.

Po svojim makroskopskim osobinama drvo planinskog javora se ni po čemu ne razlikuje u odnosu na ostale evropske vrste ovog roda (Begemann 1981). Po mikroskopskim osobinama je veoma sličan gorskom javoru (*Acer pseudoplatanus* L.) i u većini slučajeva se ne može jasno razlikovati od njega; delimično se može razlikovati od javora mleča (*Acer platanoides* L.) po obično nešto širim i višim trakama lignuma, dok se na osnovu istih karakteristika može jasno razlikovati od klena (*Acer campestre* L.) (Perović 2007a).

#### 4.4.2. Ekologija vrste *Acer heldreichii* Orph.

Na planinama Balkanskog poluostrva *Acer heldreichii* Orph. raste u visinskoj zoni 900-2100 m, pojedinačno zalazi iznad gornje granice šumskog drveća. Doživi starost do 400 godina i dostiže visine do 30 m, a prečnike do 100 cm (Alexandrov, Pandeva 2003).

Lakušić, R. (1989) navodi da planinski javor raste u uslovima kontinentalne planinske klime Jugoistočne Evrope. Srednje godišnje temperature na njegovim staništima su između 2 i 7° C, a srednja godišnja relativna vlažnost vazduha između 65% i 80%. Apsolutne minimalne temperature se spuštaju do -35 °C (-40)°C, a apsolutne

maksimalne idu iznad 30°C. To je najfrigorifilnija autohtona vrsta roda *Acer* L. Prilagođen je na tamošnje hladne i vlažne klimatske uslove i uglavnom se pojavljuje na severnim ekspozicijama, kao i na dubokim, vlažnim zemljištima, bogatim hranjivim materijama. Na nižim nadmorskim visinama je osetljiv na visoke letnje temperature, nisku vlažnost vazduha, kao i na suvo zemljište. Planinski javor ima veoma široku ekološku valencu u odnosu na geološku podlogu i zemljište. Raste na svim tipovima stena, na krečnjačkim i silikatnim masivima, ali je na silikatima njegova brojnost i pokrovnost nešto veća. Rasprostranjen je na različitim tipovima zemljišta, od organomineralnih rendzina do kiselih smeđih zemljišta i podzola. Na njegovim staništima pH vrednost zemljišta varira između 4 i 7,5, a procentualno učešće humusa iznosi i preko 25% (Lakušić, R. 1989).

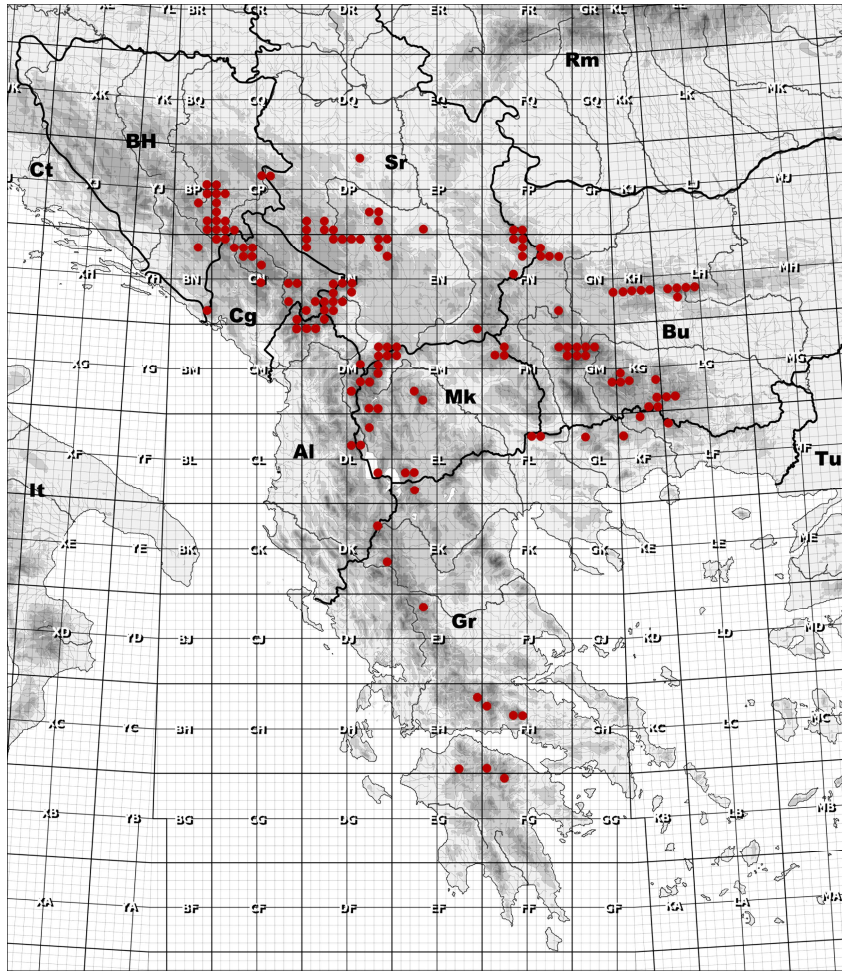
Planinski javor je značajan za stabiliziranje gornje granice šuma. Rasprostranjen je u subalpijskim bukovim šumama stablimično ili grupimično, retko sa učešćem u smesi 5-10%. Osim toga, planinski javor je i edifikator šumskih zajednica, prvenstveno sa bukvom (*Fagus sylvatica* L. i *Fagus moesiaca* /Domin, Maly/Czeczott). Kasne prolećne mrazeve podnosi bolje od subalpijske bukve, što mu omogućuje da se diže na veće visine nego ona i da na nekim planinama izgrađuje uzak pojas iznad pojasa subalpijske šume bukve, odnosno da se javlja u čistim sastojinama na najhladnijim staništima u pojasa subalpijskih bukovih šuma. U severnim delovima njegovog areala u tim zajednicama se javljaju i *Acer pseudoplatanus* L, *Acer platanoides* L, *Sorbus aucuparia* L, *Pinus peuce* Grieseb. i *Abies alba* Mill. Iznad pojasa subalpijskih šuma se planinski javor u obliku niskog žbuna javlja u zajednici sa klečicom i borovnicom, čime dokazuje vitalnost i otpornost prema apsolutnim minimalnim temperaturama. Usled toga što su vrlo hladni klimatski uslovi u kojima raste nepovoljni za razviće insekata i patogenih gljiva, na planinskom javoru se ne javljaju značajnije bolesti ni štetočine (Alexandrov, Pandeva 2003). Planinski javor je jedna od vrsta koje najbolje diferenciraju subalpsku od planinske bukove šume (Mišić 1997). Otporan je na hladnoću i vetar (Prpić *et al.* 1986). Vezan je za hladnu i vlažnu klimu. Kada se gaji u ravnicama, strada od visokih letnjih temperatura i suvoće vazduha i zemljišta (Делков 1984). Na prostoru bivšeg Sovjetskog saveza planinski javor je bio otporan na mraz u Lipeckoj oblasti, dok je u Estoniji jako izmrzavao (Качалов 1970). Dobro podnosi klimatske uslove Srednje Evrope (Schütt *et*

al. 2002). U ekološkom pogledu u odnosu prema vlažnosti je submezofit (preferira umereno vlažna staništa, ali se može naći i u kserofilnijim zajednicama), prema kiselosti zemljišta neutrofil i nalazi se na neutralnom do slabo kiselom zemljištu, prema zahtevima za obezbeđenošću zemljišta mineralnim materijama mezotrof, prema zahtevima za svetlošću je na prelazu između sciofita i polusciofita, a prema temperaturnim zahtevima mezoterman i spada u vrste koje su u južnoj Evropi rasprostranjene u montanim oblastima (Kojić *et al.* 1994, 1997).

Planinski javor je značajan jer daje građevno drvo, u mešovitim šumskim zajednicama deluje vrlo korisno na zemljište, stvarajući blagi humus. Na većim nadmorskim visinama zamenjuje gorski javor, a delom i bukvu. Veoma je dekorativna vrsta, naročito zbog veličine i oblika lišća i njihove jesenje raskošne boje - od zelene, preko žute i narandžaste do crvene i mrke. Plodovi su takođe dekorativni zbog raznih nijansi crvene boje (Vukićević 1996). Drvo mu ima vrlo slične osobine kao drvo gorskog javora. Zapremina drveta u sirovom stanju je 811-938 kg/m<sup>3</sup>, prosečno 873 kg/m<sup>3</sup>; u prosušenom stanju 613-696 kg/m<sup>3</sup>, prosečno 646 kg/m<sup>3</sup>. Zapreminsko utezanje je 13.6 %. Drvo se koristi za muzičke instrumente, usled ograničenog rasprostranjenja retko se koristi kao građevinsko drvo (Alexandov, Pandeva 2003).

## 5. RASPROSTRANJENJE PLANINSKOG JAVORA

Planinski javor je endemit Balkanskog poluostrva, a pripada dinarsko-balkansko-mezijskom flornom elementu (Tomović 2007). Raste u sledećim zemljama: Srbiji, Crnoj Gori, Bosni i Hercegovini, Makedoniji, Bugarskoj, Grčkoj i Albaniji. Zapadna granica rasprostranjenja planinskog javora nalazi se na planini Bjelasnici kod Gacka u Bosni i Hercegovini (Fukarek, Stefanović 1952), na jugu dopire do severnog Peloponeza u Grčkoj, na istok do srednjeg dela Stare planine u Bugarskoj, a severna granica areala je na planini Rudnik u Srbiji (Lakušić, R. 1964).



Karta 4: Rasprostranjenje vrste *Acer heldreichii*, prema Stevanović, V. 2013 (iz elektronske kartografske baze podataka o endemičnoj flori Balkanskog poluostrva na Katedri za ekologiju i geografiju biljaka Biološkog fakulteta u Beogradu)

### 5.1. Rasprostranjenje planinskog javora u Srbiji

Planinski javor je u Srbiji do sada registrovan na sledećim lokalitetima:

-Rudnik: Mali Šturac iznad sela Rudnik, na visini oko 900 m, u šumi brdske bukve (Gajić 1955). U pitanju su grupe stabala. Ekspozicija je severna i severozapadna, a nagib 10-25° (Gajić 1959, 1961b). Planinski javor na Rudniku gradi sa planinskom

bukvom zajednicu *Aceri heldreichii-Fagetum* subas. *carpinetosum betuli* u kojoj je diferencijalna vrsta grab (*Carpinus betulus* L.) na znatno nižim nadmorskim visinama nego u drugim zajednicama bukve i planinskog javora i u više mezofilnim uslovima (Perović 2007a; Perović, Cvjetičanin 2009). To je najsevernije nalazište ove vrste.

-Goč: najviše je rasprostranjen na području Savinog laza, odnosno Crnog vrha (1543 m), najvišeg vrha Goča. Zauzima pretežno severne ekspozicije sa nagibom 10 do 35°, ali tereni mogu biti i ravni. Podmladak planinskog javora se zapaža na visini od 1170 m, a sastojine sa planinskim javorom (*Aceri heldreichii-Fagetum*) se pojavljuju od 1300 m do samog Crnog vrha (Jovanović 1957, 1959; Perović 2007a). Ovde planinski javor obrazuje tip šume bukve i planinskog javora na humusnom kiselom smeđem zemljištu na granodioritu. Proizvodni potencijal je visok, šuma je nešto razređenog sklopa, ali edifikatori imaju pravilan habitus i znatne visine (Tomić, Jović 2000).

-Željini: na grebenu Javorštica (1475 m nadmorske visine) grupa od 20 individua različite starosti, na opodzoljenom kiselom smeđem zemljištu, na severnoj ekspoziciji (Slavković 1977).

-Kopaonik: čest u subalpijskim bukovim šumama (*Fagetum subalpinum*) Bećirovca, Metoda i Šatorice (Mišić, Popović 1954; Lakušić, D. 1995). Raste i kao primešana vrsta u smrčevim (*Piceetum excelasae serbicum* Rudski) i bukovo-jelovim (*Ericeto-Abieti-Piceetum* Miš. et Pop.) šumama (Mišić, Popović 1960; Janković, Tatić 1985). Najznačajnije nalazište mu je rezervat „Metode“ koji se nalazi u okviru G.J. „Brzečka reka“.

-Čemerno: planinski javor je pronađen 2008. godine u 44. i 45. odeljenju GJ „Čemerno“, koje se nalazi u okviru ŠG „Stolovi“-Kraljevo. Pronašli smo jedno starije i nekoliko mlađih stabala, a primetili smo i prisustvo podmlatka ove vrste (Perović ined.)

-Golija: uglavnom u subalpijskoj bukvoj šumi, a ređe po rubovima i progalama smrčeve šume, u predelu Golijske reke, između 1400 i 1700 metara nadmorske visine. Ekspozicije su severne, istočne i severoistočne, nagibi 10-20°, a zemljište kiselo smeđe na silikatu, srednje duboko do plitko, prožeto bogatim skeletnim materijalom (Gajić 1989a).

-Javor: raste u subalpijskoj bukvoj šumi (*Fagetum subalpinum*) i na rubovima i progalama u smrčevoj šumi (Pančić, prema Glišiću 1956).

-Tara: Dobra livada (Gajić 1989b).

-Javorje: iznad sela Podjavorja kod Priboja na 1400 m i silikatnoj podlozi (Petrović 1934). Detaljniji opis nalazišta nije naveden.

-Sjениčko-pešterska visoravan: manje grupe ili pojedinačna stabla planinskog javora, pre svega na livadama ili u šikarama. Prisutan je na sledećim lokalitetima: nekoliko usamljenih stabala na jednoj livadi u naselju Blato kod Kladnice; više grupa malih stabala severoistočno od sela Dunišića, na mestu zvanom Beli kamen, na južnoj ekspoziciji, na nadmorskoj visini 1400 m; na Crnom vrhu kod Sjenice, na severnoj ekspoziciji na 1250 m nadmorske visine, zajedno sa bukvom i jasikom; više grupa manjih stabala na Mačkovcu iznad Jasikovca kod Giljeve planine; na lokalitetu Krlje, u zajednici sa bukvom, smrčom i gorskim javorom (Tošić 1977; Rakonjac 2002).

-Ozren kod Prijepolja: istočno od Brodareva, na severnoj strani brda Litica, u podnožju Revuše, na nadmorskoj visini 1400-1410 m. Nagib terena je 10-25°, geološka podloga je dijabaz-rožnačka formacija, a zemljište eutrični kambisol. Ovde raste zajedno sa smrčom i bukvom, na severnim i severozapadnim ekspozicijama, na uskom pojasu sa silikatnom podlogom, koji je umetnut između krečnjačkih masiva Jadovnika i ostalih masiva Ozrena u čijem se sastavu i nalazi, a koji u celini izgrađuje serpentinit (Matović *et al.* 1993; Rakonjac 2002; Rakonjac *et al.* 2005).

-Jastrebac: gradi zajednicu sa bukvom (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov.) na nadmorskim visinama 1350-1458 m, gde završava vertikalno zoniranje vegetacije na ovoj planini. U spratu drveća se nalaze *Acer heldreichii* Orph. i *Fagus moesiaca* /Domin, Maly/Czeczott. Osim toga planinski javor se pojavljuje sporadično i u gornjem delu pojasa subalpijske bukove šume (*Fagetum subalpinum* Grebenščikov), koja se na Jastrepku postire na nadmorskim visinama 1200-1350 m (Gajić *et al.* 1992; Perović 2007a).

-Stara planina: severne strane Belana i Rišora i istočna strana Babinog zuba, zatim iznad Dojkinačke reke u donjem delu Arbinja, na severnim stranama Visa (Grebenščikov 1950a; Čolić 1960). U slivu Dojkinačke reke planinski javor se mestimično javlja u malom broju primeraka primešan u zajednicama subalpskih bukovih šuma, kao i čistih bukovih šuma razvijenih na staništu nekadašnjih bukovo-jelovih šuma (Glišić 1975b). Zabeležen je i pojedinačnim niskim primercima u zajednici zelene jove i šleske vrbe

(*Saliceto-Alnetum viridis* Čolić, Mišić et Popović 1963) na lokalitetima „Popova vunija“ u slivu Dojkinačke reke, na nadmorskim visinama 1650-1700 m i u slivu Toplodolske reke ispod vrha Vražja glava na oko 1800 m nadmorske visine (Čolić *et al.* 1963). Najznačajnije nalazište planinskog javora na Staroj planini je rezervat „Vražja glava“. Ovaj rezervat se nalazi unutar Š.G. Pirot, G.J. „Stara planina-Topli dol“, na površini 17,4 ha. Zaštićena površina predstavlja zajednicu planinskog javora i bukve (*Aceri heldreichii-Fagetum* Jov. 1957) u kojoj dominira bukva, a planinski javor se pojavljuje primešano pojedinačno, ređe u manjim grupama. Zajednica je na nadmorskoj visini 1700 m, na hladnim i vlažnim, severnim i severoistočnim ekspozicijama, na dobro razvijenom humusnom kiselom smeđem zemljištu (Ostojić 2001).

-Koprivnik: prisustvo planinskog javora navodi Fukarek na osnovu materijala koji je sakupio Soška (Fukarek 1948). Prisustvo planinskog javora na ovom lokalitetu navodi i Janković (1998).

-Mokra planina: u bukovim šumama oko Vrelskog potoka, na Visu (1560 m nadmorske visine), na Maja gat u bukovoj šumi, u starim bukovim šumama na jugoistočnoj strani Visa (1723 m nadmorske visine), na Jerebinju i na južnoj strani Radopolja (Rudski 1949).

-Žljeb (Suva planina): Postoji više nalazišta: 1. Savine vode - u mešovitoj bukovoj šumi iznad 1000 m; 2. Stubice - u retkoj mešovitoj šumi munike, bukve, običnog graba i gorskog javora; 3. Maja Rosulija - u mešovitoj šumi jele, smrče, munike, moliike, krivulja, bukve, običnog graba, jasike, breze, ive i raznih vrsta javora iznad 1500 m nadmorske visine, 4. Ločanski stanovi - na čistinama, 1500 m nadmorske visine; 5. Maja gat - u bukovoj šumi sa lipom, raznim javorima, crnim grabom i brestom, na 1600 m nadmorske visine; 6. Krš Bogotija - u mešovitoj šumi raznih javora, oraha, belog jasena i crnog graba na 1000 m nadmorske visine; 7. Vrelski Potok - u mešovitoj šumi bukve, raznih javora, krupnolisne lipe i belog jasena na 900-1200 m nadmorske visine; 8. Žabarska Klisura - u mešovitoj šumi belog jasena, raznih javora, jasike, breze, ive, bresta i bele jove, na oko 1000 m nadmorske visine (Rudski 1949); 9. iznad Vojinog dola, na Zelenkovom kamenu (Petrović prema Fukareku 1948); 10. Kožnjari-na strmim padinama leve obale Kožnjarske bistrice, na visini 1200-1700 m, na nagibu 45-55°. Planinski javor se ovde pojavljuje manjim brojem primeraka (Broz, Popović 1959).

-Dečanska planina: lokalitet Babalođ (Lakušić, R. 1964).

-Paštrik: kod sela Vraništa, kraj same albanske granice u Borskom čestaku (Petrović 1934).

-Šarplanina: na većem broju lokaliteta, kako na glavnom masivu, tako i na severnim ograncima, Ošljaku i Kodža-Balkanu. Nije česta vrsta i retko obrazuje veće šumske komplekse (Janković, Stevanović 1983). U zoni subalpijskih bukovih šuma (sveza *Fagenion moesiaca subalpinum* B. Jov. 1976), planinski javor može da se javi kao edifikator šumske zajednice sa subalpijskom bukvom i molikom (*Acereto-Fagetum moesiaca subalpinum* Janković et Stevanović 1983), koja se pojavljuje u nekoliko cirkova glavnog silikatnog grebena, na severnoj strani Šar planine, na padinama ispod vrha Piribeg, severozapadno od Stojkove kolibe. Osim toga, planinski javor se pojavljuje i kao primešana vrsta u šumama bukve i jele (sveza *Abieti-Fagenion moesiaca* B. Jov. 1976) i šumama molike (sveza *Pinion peucis* Horvat 1950) (Janković 1993-94; Tomanić et al. 1998; Amidžić, Ostojić 2006).

Osim navedenih lokaliteta na kojima raste planinski javor u Srbiji, u literaturnim izvorima se spominju i lokaliteti u kojima prisustvo planinskog javora nije moglo biti potvrđeno. To su:

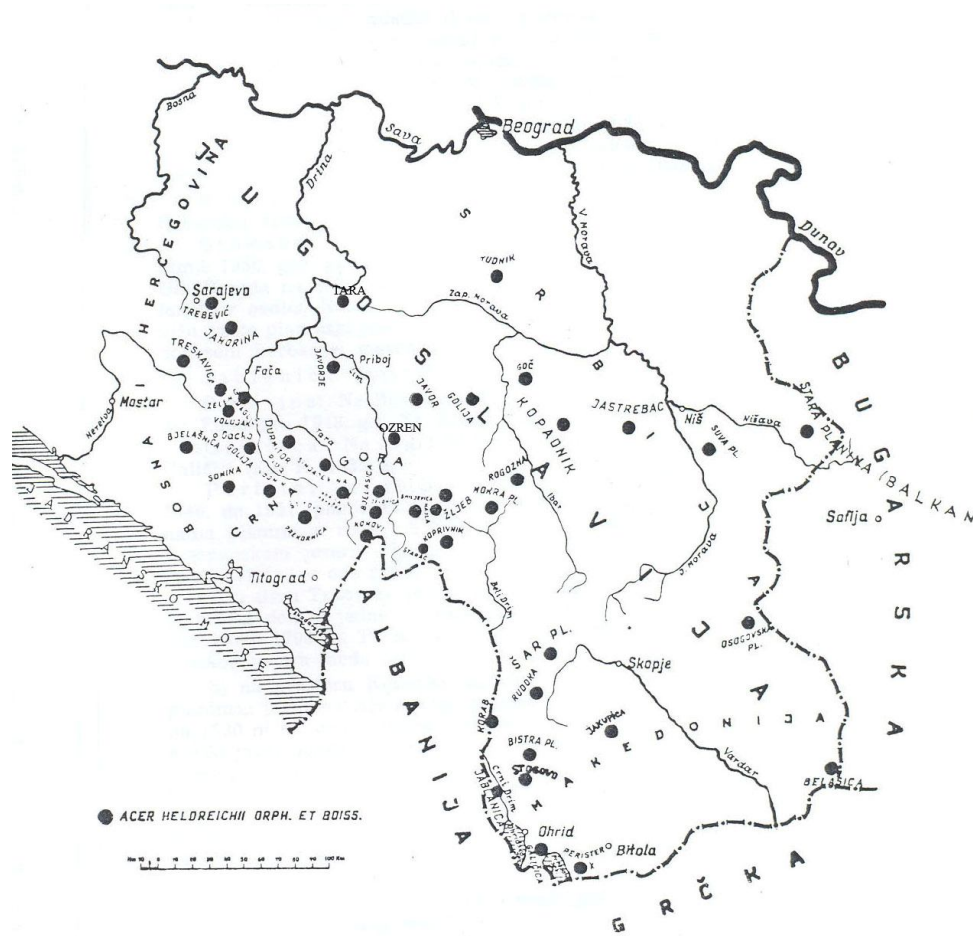
-Sićevačka klisura: Grebenščikov (1950b) navodi ovu vrstu u fitocenološkoj tabeli u sklopu asocijacije belograbića sa jorgovanom (*Carpinetum orientalis syringosum*), na oko 1000 m nadmorske visine u klisuri kod Svete Petke. Prisustvo planinskog javora se ovde navodi u samo jednom fitocenološkom snimku, pojedinačnim nalazom (ocena brojnosti i pokrovnosti +). Prisustvo planinskog javora na ovom lokalitetu spominje i Mišić (1970), pozivajući se na Grebenščikovljev rad. Međutim, nijedno kasnije fitocenološko proučavanje u ovom području nije potvrdilo ovaj nalaz. Najverovatnije je u pitanju pogrešna identifikacija, naročito ako se uzme u obzir da je stanište submediteranske zajednice belograbića i jorgovana potpuno neodgovarajuće za planinski javor, koji u ovoj zajednici nigde nije zabeležen.

-Rogozna kod Novog Pazara: prisustvo planinskog javora spominje Fukarek, na osnovu materijala koji je sakupio Soška, bez navođenja bližih detalja (Fukarek 1948). U toku 2009. godine smo rekognoscirali lokalitete i potencijalna staništa planinskog javora



na Rogozni, popevši se do najvišeg vrha planine-Crnog vrha (1504 m). Na terenu nismo pronašli nijedno stablo planinskog javora, ali smo primetili brojna stabla gorskog javora, tako da zaključujemo da se i ovde najverovatnije radi o pogrešnoj identifikaciji, izazvanoj vrlo sličnim narodnim nazivima ove dve vrste.

-Mokra gora kod Tutina: Glišić (1956) navodi da se: “od požarišta kod sela Drage prema istoku do sela Mojstira i dalje do krševitog predela zvanog Ponor često sretaju lepa stabla planinskog javora“, bez navođenja ostalih detalja. U toku 2008. godine, mi smo rekognoscirali spomenute lokalitete, ali nismo pronašli nijedno stablo planinskog javora. Kao i na Rogozni, našli smo veći broj starih stabala gorskog javora, tako da pretpostavljamo da se i ovde radi o pogrešnoj identifikaciji. Međutim, ako se uzme u obzir da je Mokra gora visoka planina (najviši vrh Pogled je na 2154 m nadmorske visine), da je floristički slabo istraživana, a da planinski javor raste na visokim planinama u okruženju (Kopaonik, Prokletije), nije isključena mogućnost da se planinski javor može pronaći i na nekim delovima ovog planinskog masiva.



Karta 5: Nalazišta planinskog javora na prostoru bivše Jugoslavije (Lakušić, R., 1964; emend. Perović 2007a)

## 5.2. Rasprostranjenje planinskog javora izvan Srbije

### 5.2.1. Rasprostranjenje planinskog javora u Crnoj Gori

Planinski javor je zabeležen na sledećim lokalitetima:

-Božur: prisustvo planinskog javora i to subsp. *macropterum* prvi navodi Rohlena (1912). Nalazi se primešan u subalpijskoj bukovoj šumi, na oko 1600 m nadmorske

visine, gradi zajednicu sa subalpijskom bukvom. Pri vrhu planine je najbrojnije zastupljen, javlja se u vidu šiba (Blečić 1958).

-Ledenica: gradi šumsku zajednicu sa subalpijskom bukvom površine 7 ha na lokalitetu Iniča gora (1750 m nadmorske visine). Planinski javor dominira u sastojini (Blečić 1958).

-Somina: na Stojkovcu-oko 1650 m nadmorske visine (Fukarek, Stefanović 1953).

-Vojnik: na Živi (Fukarek, Stefanović 1953; Blečić 1958).

-Golija: prisustvo planinskog javora navode Fukarek, Stefanović (1953) i Blečić (1958).

-Durmitor: zapadne obale Crnog jezera (Rajevski 1940, prema Lakušiću, R. 1964), Tušina iznad Šavnika (Rohlena 1942, prema Lakušiću, R. 1964), na Dragaljevu gradi zajednicu sa subalpskom bukvom na 1450-1600 m nadmorske visine; ispod Buručkovca i Škrka primešan u subalpijskoj bukvoj šumi (Blečić 1958).

-Prekornica: šume munike na Štitovu, na nadmorskoj visini oko 1400 m (Lakušić, R. 1964); iznad Gornjeg Morakova, između Prekornice i Maganika (Pulević 1966).

-Sinjajevina: Korita rovačka, oko 1700 m (Rohlena 1942, prema Lakušiću, R. 1964).

-Bjelasica: u četinarskim i subalpijskim šumama Bjelasice - u Tustoj, oko Vranjaka, na Kordelju, oko katuna Riva, oko katuna Goleša, na severozapadnim ekspozicijama Troglava u subalpijskoj bukvoj šumi, na severoistočnim padinama Zekove Glave oko Pešića jezera, u klekovini kao šib na severnim ekspozicijama Crne glave, na Ostrovici, na Ogoreloj glavi, na Bendovcu i dr. U zoni između 1200 i 1900 m nadmorske visine (Lakušić, R. 1964); na Kljaču i Lisi (Rohlena 1942, prema Lakušiću, R. 1964); oko Biogradskog jezera. Planinski javor se nalazi primešan u zajednicama sa bukvom i jelom, a skoro čiste sastojine planinskog javora se nalaze na grebenu Crvene stene, iznad Biogradskog jezera, ispod katuna Goleš, na nadmorskoj visini 1500-1600 m, na strmom nagibu (45°) (Černjavski 1937); osim toga, ima ga i u donjem regionu klekovine bora na Cmoj glavi (Muravjov, prema Lakušiću, R. 1964). U subalpijskom pojasu vegetacije, na nadmorskim visinama 1500-1800 m, zajedno sa bukvom gradi asocijaciju *Fageto-Aceretum visianii* Bleč. et Lkšć. Ova zajednica je najbolje razvijena u

širokim uvalama, na severnim ekspozicijama, na krečnjaku. Nagibi su pretežno 15-20°, a retko do 30° (Blečić, Lakušić 1970).

-Jelovica: u dolini reke Jelovice ispod Bjelasice (Rohlena, 1942, prema Lakušiću, R. 1964), na Zmijincu u subalpijskoj bukovoj šumi, na Jelenku u zoni između 1600 i 1800 m, niz Konjsku rijeku do 1200 m nadmorske visine (Lakušić, R. 1964).

-Komovi: Margarita planina ispod planine Kom Vasojevički, Suvi Vrh na planini Kom (Rohlena 1942, prema Lakušiću, R. 1964).

-Treskavica: u četinarskim šumama i na Kopiljači u zoni bukve (Lakušić, R. 1964).

-Starac: na severnim ekspozicijama pored reke Bjeluhe, u zoni četinarskih šuma, oko 1300 m nadmorske visine (Lakušić, R. 1964).

-Smiljevica: blizu Ćafe Murgaš na putu prema Grofmaloj iznad sela Boge u mešovitoj šumi smrče i bukve, oko 1800 m nadmorske visine (Lakušić, R. 1964).

-Hajla: na Maja Dramodol i u livadama iznad sela Boge, u vidu pojedinačnih stabala ili manjih grmova i šibova, na 1700 m nadmorske visine (Lakušić, R. 1964).

-Njogoš: u predelu Kijaci, primešano u sastojini subalpske bukove šume (Fukarek 1969b).

-Ključ (Pulević 1966).

-Orjen-Bjela gora (Cikovac, P. in litt. 2009)

### 5.2.2. Rasprostranjenje planinskog javora u Bosni i Hercegovini

Planinski javor je zabeležen na sledećim lokalitetima:

-Jahorina: prisustvo planinskog javora prvi navodi Maly, gde ova vrsta: „raste na severnim padinama Jahorine i Ravne planine. Zastupljen je od Kasidola-Dvorišta, preko Ravne planine do pod greben Kleka kod Prače“ (Maly 1938). Pojavljuje se vrlo često u zoni bukovih i bukovo-jelovih šuma (Ravna planina, Klek, Borovac). Najviše se nalazi na severnim i istočnim ekspozicijama, na nadmorskim visinama 1400-1700 m. Najčešće obrazuje zajednicu *Aceri visianii-Fagetum* Stef. 1969, koja obuhvata visinski pojas širine

100 do 200 m. Na severnim stranama planine, od Šatora do Pogledine i delimično severoistočnim padinama reke Prače, planinski javor raste u subalpskim smrčevim šumama, gde sa smrčom mestimično gradi i šumsku asocijaciju (*Aceri visianii-Piceetum subalpinum*) (Stefanović 1970). Na glavnom masivu Jahorine se javlja na potezu od stene Hladilo do kote Klek. Glavna nalazišta su grupisana u predelu ispod Sjeništa, na Vardi i u predelu ispod Borovca. Raste u rasponu nadmorskih visina 1120-1850 m, a najveće učešće mu je u sastojinama subalpske bukve ispod Borovca i Kleka na nadmorskoj visini 1500-1700 m, gde sa gorskim javorom učestvuje u smeši sa 0,2 (Ćurić 1960). Lakušić, R. (1964) navodi sledeće lokalitete na Jahorini gde se nalazi planinski javor: „Gnjile bare i Poljca na 1400-1460 m, Drenilo vrelo iznad Poljica na 1530 m; Ravna planina- na oko 1300 m, Ubojište 1380 m iznad Paljanske stijene na oko 1290 m, Veliki javor na 1500 m, Javorova kosa 1490 m; Jahorina-1700 m, Trgle na oko 1450 m; Kasidol- 1400-1500 m, dvorište iznad Kasidola 1340 m, Crni vrh iznad Kasidola 1520 m; Bistrica; iznad Vukeline vode na 1690 m; Mali Javor 1460 m; od Bistrice do gornje granice šume na Jahorini se dosta često sreće“.

-Trebević: jedno stablo u uvali, između Draguljca i grebena Trebevića, na 1090 m nadmorske visine (Maly 1938). Kasnije Stefanović (1964) vrši detaljnu analizu vegetacije Trebevića u kojoj nije spomenuto prisustvo planinskog javora.

-Klek: na Kleku kod Prače, Husedu i Ravnoj gori kod Jelaća (Fiala prema Fukareku 1948; Lakušić, R. 1964).

-Kmur kod Foče: (Muravjov prema Fukareku 1948; Lakušić, R. 1964).

-Treskavica: ispod visa Kragujevac, na 1300 m nadmorske visine, kao i iznad visa Kragujevac do padine Lupoča u manjim grupama i pojedinačno u subalpijskim bukovim i bukovo-jelovim šumama (Fukarek, Stefanović 1953).

-Zelengora: široko rasprostranjen po svim šumama u višim predelima. Najbrojniji je oko Gornjih bara, Boščije glave i Kotač potoka. Takođe, dolazi u šumama iznad Nabojne, Siljevica, Treskavca, Ozrena i Pleće, a najzanimljivije je njegovo brojno učešće u šumama između Tisovog brda i Pleća. Na Tisovom brdu postoji oko 30 ha velika površina obrasla pretežno stablima planinskog i gorskog javora i bresta, sa manjom primesom bukve (Fukarek 1948). Na padinama oko Hrčavke, ispod Tmave i Košute, u Carevoj glavi i na Ozrenu gradi, zajedno sa bukvom, jelom, gorskim javorom i drugim

vrstama zajednice u kojima se bujno podmlađuje. Zajedno sa subalpskom bukvom obrazuje asocijaciju *Aceri visianii-Fagetum* Fuk. (Fukarek 1969a; Fukarek 1969b).

-Radomišlje: južno od Jeleča brojna, pretežno mlađa stabla, većinom na otvorenim šumskim progalama, ali i u sastojinama jele i bukve (Fukarek, Stefanović 1953). Raste blizu nalazišta Pančičeve omorike i u predelima oko sliva potoka Govza (Fukarek 1969a).

-Volujak: samo u jednoj manjoj grupi iznad Poljane (Fukarek 1948). Obilan u šumama ispod Vratnica (Fukarek 1969a).

-Maglić: prisustvo planinskog javora prvi navodi Rohlena (1912). Naročito je raširen u gornjem toku potoka Perućice, u prašumskom rezervatu. Tu redovno raste primešan u planinskoj bukvoj šumi, nije redak ni u subalpskoj bukvoj šumi ispod Crvenih Prljaga. U sklopu Sniježnice i Sučeva, iznad doline reke Sutjeske, takođe ima većih grupa planinskog javora i to oko klanca Ždrijela i ispod Pogledala (Fukarek 1948). Široko je rasprostranjen, pretežno u subalpskim šumama nacionalnog parka „Sutjeska“. U prašumi Perućica je vrlo rasprostranjen, na visoravni i severnim padinama Sniježnice i Vučeva, na padinama oko Sušičkog potoka (Fukarek 1969a). U prašumi Perućica gradi šumsku zajednicu *Aceri-Fagetum* Fuk. Et Stef. 1958. zajedno sa subalpskom bukvom i gorskim javorom. Ova zajednica se nalazi u manjim sastojinama na rubu prašume spram grebena Sniježnice, zatim u uskom pojasu ispod Crvenih prljaga i na grebenu zapadno od Prijevora (Makaze). Matični supstrat je krečnjak, a zemljišta rendzine na krečnjaku. Zajedno sa subalpskom bukvom obrazuje asocijaciju *Aceri visianii-Fagetum* Fuk. (Fukarek 1969b). Osim toga, planinski javor je primešan u bukovo-jelovo-smrčevim šumama (*Abieti-Fagetum piceetosum*) i šumama gorskog javora i belog jasena (*Aceri-Fraxinetum* Horvat) (Fukarek, Stefanović 1958; Fukarek 1970).

-Bjelasnica kod Gacka: predstavlja najzapadnije nalazište planinskog javora (Murbeck prema Fukareku 1948; Lakušić, R., 1964).

### 5.2.3. Rasprostranjenje planinskog javora u Makedoniji

Planinski javor se sreće na svim većim planinama između 1400 i 2000 m nadmorske visine, najčešće kao ostatak nedadašnje šume (ЦЕКОВ 1987). Pojedinačna stabla se nalaze do 2200 m nadmorske visine (Nikolovski 1970). Poznata su sledeća nalazišta:

-Osogovske Planine: (Velenovski *et al*, prema Fukareku 1948).

-Šar-planina: na Tearačkoj bistrici ispod Bistre, na južnoj ekspoziciji i silikatnoj podlozi, između 1600 m i 1700 m, ali i niže (Petrović 1934).

-Rudoka: u slivu Gornje Radike (Grebenščikov prema Fukareku 1948); na Mazdrači iznad Gostivara, u bukovoju sastojini na 1750-1800 m nadmorske visine gde se pojavljuje kao primešana vrsta (Em 1953).

-Korab: na visini 1900 m u bukovoju šumi; ispod Gabrova (Grebenščikov prema Lakušiću, R. 1964); na Bogovu (Soška, prema Fukareku 1948); u mešanim šumama bukve i jele u slivu Gornje Radike između 1200 i 1600 m nadmorske visine (Rauš 1987).

-Bistra: (Lakušić, R. 1964).

-Jakupica: na istočnim padinama, u izvornom području Kadine reke, grupa stabala na 2010 m nadmorske visine, na silikatnoj podlozi (Em 1953).

-Stogovo: iznad bačila Brazda, na krečnjačkom kamenjaru na 1800 m nadmorske visine, zajedno sa *Fagus moesiaca*, *Sorbus aria*, *Amelanchier ovalis*, *Rhamnus fallax*. Nedaleko od ovog mesta, a nešto niže, raste planinski javor na rubu bukove šume (Šimić, prema Emu 1953).

-Jablanica: iznad Struge (Soška prema Fukareku 1948).

-Belasica: (Velenovski *et al*. prema Fukareku 1948).

-Galičica: (Soška prema Fukareku 1948).

-Pelister: na mnogo mesta po severnim padinama, a ređe i u jugozapadnom delu, okrenutom ka Prespanskom jezeru. Geološka podloga je svugde silikatna, a poznata su sledeća nalazišta: a) u slivu Tmrovske rečice, između mesta Kopanki i Jorgov kamen, na visini 1700 m; manja stabla; b) na prostoru Kopanki-Široka u slivu Rotinske rečice između 1500 i 1700 m, u spratu šiblja; c) po vrletnim i kamenitim padinama Kozjeg kamena u slivu Caparske rečice, među ostacima šume složenog sastava iz molike, bukve,

jele, gorskog javora, mukiñje, gde u spratu šiblja planinski javor raste do 1800 m nadmorske visine; d) po kamenjaru vrha Gura u jugozapadnom delu na visinama iznad 1900 m (Em 1953).

#### 5.2.4. Rasprostranjenje planinskog javora u Bugarskoj

Sreće se kao pojedinačno stablo skoro po svim visokim planinama. Prvenstveno je rasprostranjen u mezofilnim bukovim i mešovitim šumama na bogatim i dubokim zemljištima (Делков 1984). Pretežno raste na nadmorskim visinama 1200-1900 m, retko se spušta ispod 1200 m nadmorske visine (Alexandrov, Pandeva 2003). Samo u retkim slučajevima učestvuje sa više od 5-10% u zapremini subalpijskih bukovih šuma (Власев, Рафаилов 1984). Raste na Rili, Vitoši, Osogovskim planinama, Znepolskom rejonu (Konjavskoj planini), Lozenskoj planini, Belasici, zapadnom i centralnom Balkanu (Stara planina), Srednoj gori i Rodopima do njihovog istočnog dela (Gyumzurjdinski snejnik). (Паламарев 1979; Делков 1984; Alexandrov, Pandeva 2003). Na Vitoši je planinski javor redak, predstavljen je pojedinačnim stablima ili malim grupama na lokalitetima: Zeleni vrh, Černata skala, Balabana, Vladajski černi vrh, Belčova skala, Kazana i Bistriškija rezervet, u rasponu nadmorskih visina 1380-1760 m (Китанов, Пенев 1963).



Karta 6: Rasprostranjenje planinskog javora u Bugarskoj (Желев, П.-ined.)



#### 5.2.5. Rasprostranjenje planinskog javora u Grčkoj

Veoma je redak, raste na planinama u unutrašnjosti zemlje i na Peloponezu (Αθανασιαδη 1986). Nalazi se na visokim planinama, zabeležen je na masivima Pindos i Pajkon, od Epira i Egejske Makedonije na severu, do severnog Peloponeza na jugu, što je i njegova najjužnija tačka rasprostranjenja (Lakušić, R. 1964). Zauzima visinski raspon između 1000 m i 2000 m nadmorske visine (Alexandrov, Pandeva 2003). Poznata nalazišta u Grčkoj su planinski masivi: Peloponez-Killini, Chelmos, Erimanthos; Centralna Grčka-Parnassos, Giona, Vardousia; Pindos-Trapos, Smolikas, Pilion; Egejska Makedonija-Ossa, Varnous; Rodopi-Kalo Nero, Vronodous, Likolakka, Kartal Dagh (Alden 1989; Boratinsky *et al.* 1992). Na nalazištima Varnous u Egejskoj Makedoniji i Kalo Nero u Rodopima planinski javor raste do 2150 m nadmorske visine, što predstavlja i njegova najviša nalazišta uopšte. Raste u jelovim ili mešovitim planinskim šumama, ponekad i u alpijskom pojasu vegetacije (Alexandrov, Pandeva 2003). Na Rodopima se pojavljuje u bukovim šumama kao veoma retka vrsta na nadmorskim visinama 910-1710 m na lokalitetima: Elatia, Fracto, Stamna, Drymos i Papikio (Tsiripidis, Athanasiadis 2003).

#### 5.2.6. Rasprostranjenje planinskog javora u Albaniji

Planinski javor je prvenstveno rasprostranjen u regionu Prokletija i Dešata, kao i na planini Jablanici (Alexandrov, Pandeva 2003).

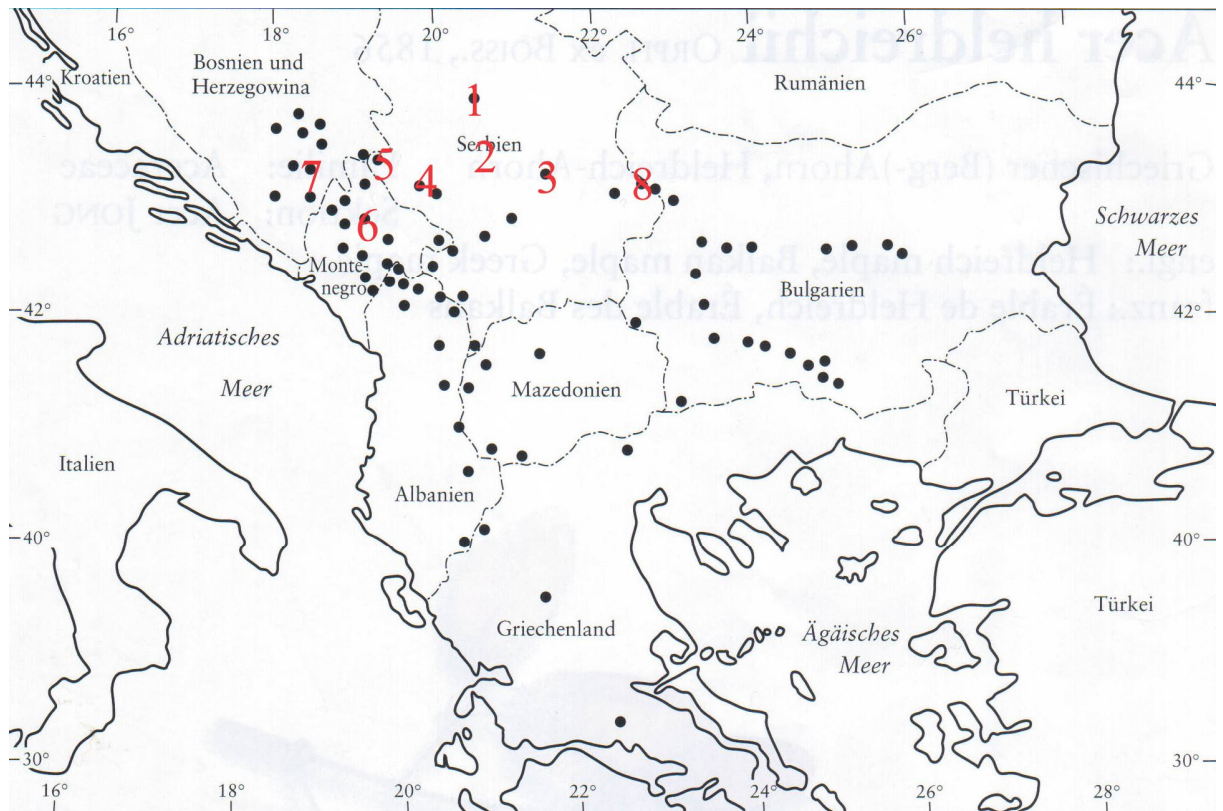
### 6. OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Proučavanja su vršena na osam lokaliteta na kojima se nalaze populacije planinskog javora. Šest lokaliteta se nalazi u Srbiji, to su planinski masivi Rudnik, Goč,

Jastrebac, Stara planina, Golija i Javorje, a po jedan lokalitet se nalazi u Bosni i Hercegovini (prašuma „Perućica“ u nacionalnom parku „Sutjeska“) i Crnoj Gori (prašuma „Biogradska gora“ u istoimenom nacionalnom parku). Geografski položaj i nadmorske visine proučavanih populacija su navedeni u tabeli 1.

Tabela 1: Geografske koordinate i nadmorske visine proučavanih populacija

Lokalitet	Geografske koordinate	Nadmorska visina (m)
Rudnik	44° 08' s.š; 20° 32' i.d.	1000-1100
Golija	43°21' s.š; 20°16' i.d.	1400-1700
Goč	43°32' s.š; 20°47' i.d.	1400-1550
Jastrebac	43°24' s.š; 21°26' i.d.	1350-1450
Javorje	43°33' s.š; 19°19' e.l	1300-1400
Stara planina	43°20' n.l; 22°47' i.d.	1500-1600
N.P. “Biogradska gora”	42°53' s.š; 19°36' i.d.	1600-1700
N. P. “Sutjeska”	43°18' s.š; 18°43' i.d.	1400-1650



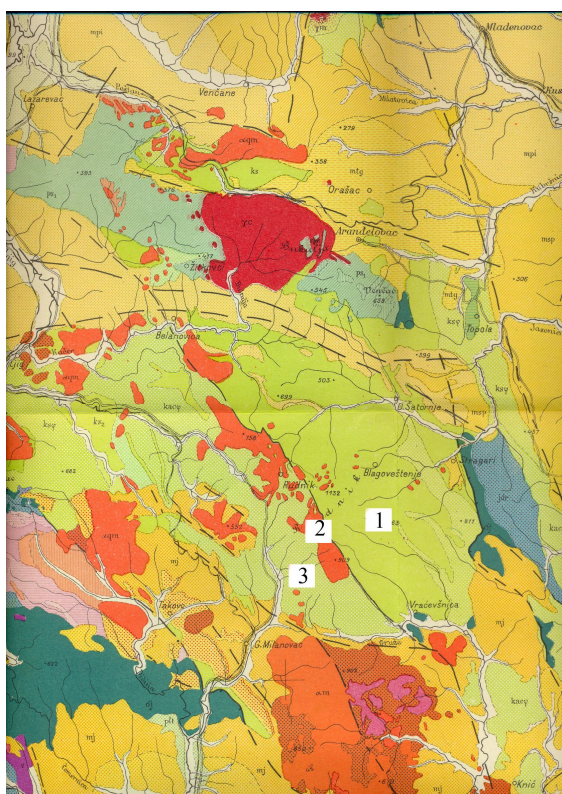
Karta 7: Rasprostranjenje planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) (Alexandrov, Pandeva 2003, izmenjeno) sa približnim lokacijama analiziranih populacija: 1. Rudnik; 2. Goč; 3. Jastrebac; 4. Golija; 5. Javorje; 6. Biogradska gora; 7. Perućica; 8. Stara planina

### 6.1. Geografski položaj i stanišni uslovi Rudnika

Planina Rudnik se nalazi u središnjem delu Šumadije. Najveći vrh je Veliki Šturac (Cvijićev vrh) sa 1132 m nadmorske visine. Pored njega postoji još nekoliko vrhova viših od 1000 m. Masiv Rudnika se pruža u više pravaca. Pravci pružanja prema istoku, jugoistoku, jugu i severozapadu su jasno izraženi i postepeno prelaze u pobrđa, dok su prema zapadu i severu nejasni i gube se u mnogobrojnim niskim ograncima. Najveći vrhovi su u centralnom delu masiva i dobrim delom zadržavaju vazdušne struje koje dolaze sa zapada. Usled toga su najveće padavine na zapadnom delu masiva, a zatim se sve više smanjuju prema istoku. Masiv Rudnika je prilično ispresecan potocima i

rečicama, ali većina presušuje u donjim tokovima za vreme leta, dok sledeće rečice uopšte ne presušuju: Despotovica, Jasenica i Gruža (Gajić 1981).

U pogledu geološke podloge Rudnika, sedimenti flišne facije izgrađuju najveći deo masiva, a takođe su na istraživanom području rasprostranjeni i sedimenti golt-cenomana i senona. Javljaju se i sedimenti otriva-barema, barema-apta, zatim sedimenti urgonske facije, pešcarsko-rožnačke serije, tercijara itd. Peovlađujuće sedimentne stene su peščari, laporci, konglomerati, glinci i dijabazi. Osim sedimentnih stena, na proučavanom području su zastupljene i vulkanske stene, najčešće dacitsko-andezitske (Andelković 1957).



Karta 8: Geološka podloga Rudnika (R 1:200 000) (Milovanović, Ćirić 1968)

Legenda 1. neraščlanjeni senon; 2. daciti, rioliti; 3. fliš golt-cenomana i turon-senona



Slike 3, 4, 5, 6: Sastojine planinskog javora na lokalitetima Mali i Srednji Šturac na Rudniku

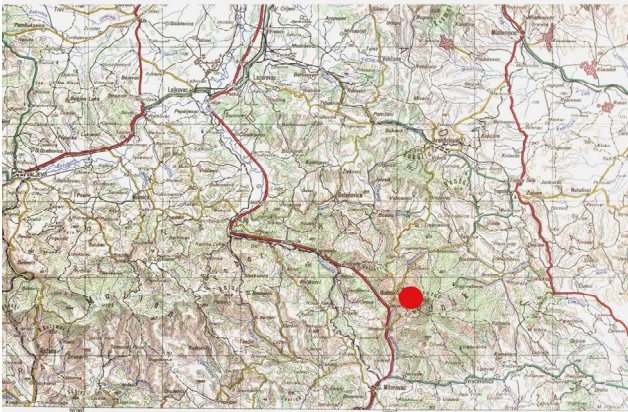
Proučavanja su vršena u odelenjima 51, 52, 65. i 66. gazdinske jedinice „Rudnik II“, Šumska uprava Gornji Milanovac, Šumsko gazdinstvo Kragujevac, na području Malog i Srednjeg Šturca. Nadmorska visina proučavanih populacija je 1000-1100 m, ekspozicija severna i severozapadna, a nagibi 15-25°.

Vegetacija istraživanog područja je najčešće predstavljena visokom jednodobnom šumom planinske bukve (*Fagetum montanum* B. Jov. 1953), u okviru koje se planinski

javor pojavljuje pojedinačno ili grupimično. Mestimično planinski javor obrazuje i mešovite zajednice sa bukvom (*Aceri heldreichii-Fagetum*), ali je tu njegovo zapreminsko učešće malo i ne prelazi 0,2. Stabla planinskog javora u ovim sastojinama su prosečne visine 16-24 m, a prosečnog prečnika 26-43 cm (Posebna osnova gazdovanja šumama za Gazdinsku jedinicu "Rudnik II" 2007).



Karta 9: Topografska karta Rudnika (sekcija Arandelovac 3), sa označenim područjem istraživanja (R 1: 50 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1952)



Karta 10: Topografska karta Rudnika (sekcija Beograd) sa označenim područjem istraživanja (R 1: 300 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1964)

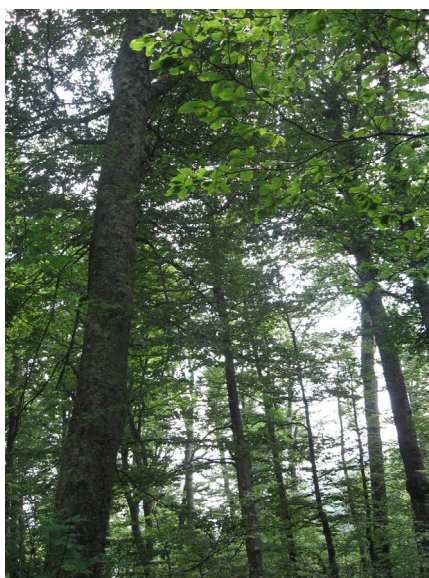
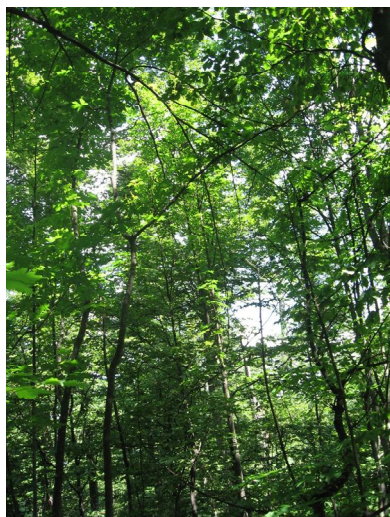
## 6.2. Geografski položaj i stanišni uslovi Goča

Planinski masiv Goča zauzima centralni položaj u srednjem delu Centralne Srbije između  $43^{\circ} 30'$  i  $43^{\circ} 35'$  severne geografske širine i između  $20^{\circ} 35'$  i  $21^{\circ} 00'$  istočne geografske dužine. Prostire se između reke Ibra i planine Stolova na zapadu, Studene i Ravne planine na jugu, Zapadne Morave na istoku i severu. Šumsko ogledno dobro Šumarskog fakulteta Goč-Gvozdac se proteže od  $43^{\circ} 30'$  do  $43^{\circ} 35'$  severne geografske širine i od  $18^{\circ} 15'$  do  $18^{\circ} 40'$  istočne geografske dužine. Obuhvata skoro ceo sliv Gvozdačke reke, koja se u donjem toku zove Brezanska reka. Pripada dvema opštinama, Kraljevo i Vrnjačka Banja. Severna granica ide grebenom Čukara, od ušća reke Šošanice u Brezansku reku do najvišeg vrha u tom delu Čukara. Od Čukara silazi manjim grebenom u Kameničku reku do kolskog puta. Dalje severna granica ide prema istoku grebenom Mihajlovac-Lisice-Gojići-Brezjak-Dobra Voda, do iznad izvora Prerovske reke. Istočna granica ide grebenom počev iznad izvora Prerovske reke preko visova Vukovo brdo i Savin laz do Malog crnog vrha. Južna granica počinje od Malog Crnog vrha, ide Ravnom planinom, grebenom prema Velikoj livadi, Stojancu i Kavgaliji, do Cvetalice. Onda skreće na sporedni greben obuhvatajući i sliv potoka Drenjak, a zatim

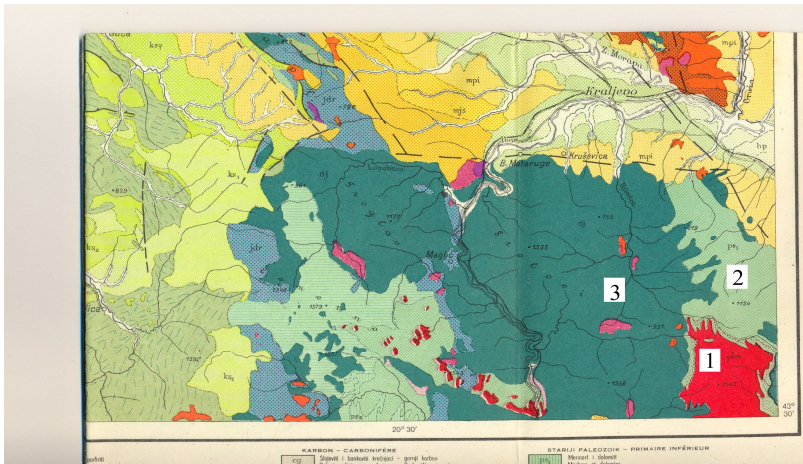
granica ide do ušća u Brezansku reku. Zapadna granica je Brezanska reka na delu između ušća Drenjaka i Šošanice u nju. Reljef je jako izražen. Na južnoj strani su visoki planinski grebeni: Vukovo brdo, Savin laz, Ravna planina, Crni vrh, Velike livade, Kavgalija sa nadmorskom visinom 1200-1500 m. Na severnoj strani je greben prema reci Sokolji koji je znatno niži. To je greben Dobra Voda-Brezjak-Lisice-Vušnjice-Čukar sa nadmorskom visinom 800-1000 m. Teren sliva Gvozdačke reke izgleda kao korito jako nagnuto prema severu, pa je južna vododelnica viša za 300-400 m. Šuma je veoma bogata vodom, naročito istočna strana. Škriljci i granodioriti svojim pukotinama i naprslinama doprinose raspoređivanju atmosferskih taloga u dublje delove, do vododrživog horizonta. Od vodotoka ovde se nalaze Prerovska reka, Bela reka, Gajovača, Čelavi potok, Kobasički potok, Rosinac, Bukovac, Rakovac, Trivunački potok, Jelače i drugi, koji se svi ulivaju u Gvozdačku reku. U zapadnom delu kompleksa, gde je serpentinska podloga, ima dosta potoka, ali oni najčešće presušuju preko leta. Serpentin je uglavnom nepropustljiv za vodu i vododržljivi horizont je blizu površine pa veći deo atmosferskih taloga brzo otiče i nema uslova za obrazovanje izvora (Gajić 1984a).

Geološku podlogu Goča čine stene mezozojske i kenozojske starosti. Mezozojske stene su predstavljene filitima, sericitsko-hloritskim škriljcima, albit-hloritskim škriljcima, kalkšistima, metadijabazima, aktinolitskim škriljcima, kornitima, amfibolitima, mermerima, peridotitima, serpentinisanim peridotitima i serpentinitima. Stene kenozojske starosti su: daciti, andeziti, granodioriti, kvarcdioriti, pegmatiti i apliti. Na području Crnog vrha preovlađujuće stene su graniti (Milovanović, Ćirić 1968; Gajić 1984b).





Slike 7, 8, 9, 10: Sastojine planinskog javora na lokalitetu Crni vrh na Goču

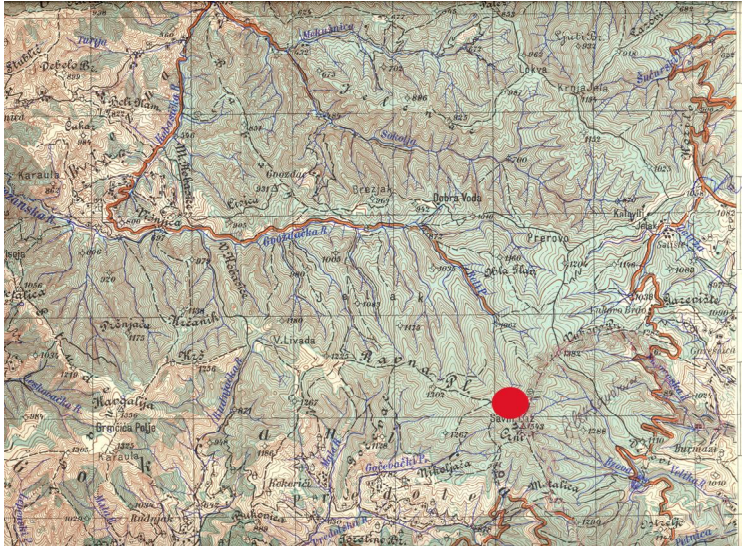


Karta 11: Geološka podloga Goča (R 1:200 000) (Milovanović, Ćirić, B., 1968)

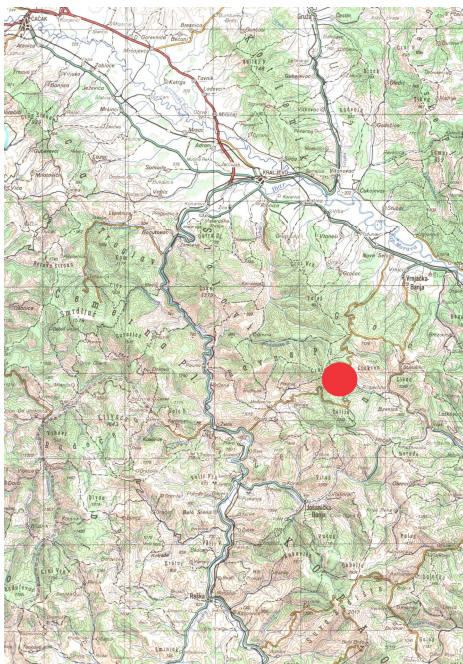
Legenda 1. granodioriti; 2. filiti i sericitski škriljci; 3. serpentiniti

Proučavanja su vršena na području Crnog vrha, najvišeg vrha Goča, u 29/I odelenju Gazdinske jedinice „Goč-Gvozdac A“, Nastavno-naučne baze Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i u 135. odelenju Gazdinske jedinice "Željnj", Šumska uprava „Aleksandrovac“, Šumsko gazdinstvo „Kruševac“. Nadmorska visina proučavanih sastojina je 1400-1550 m, ekspozicija je severna, severozapadna, zapadna, istočna ili su tereni potpuno ravni, nagib se kreće od 0° do 15°.

Vegetacija istraživanog područja je pretežno predstavljena visokim raznodobnim šumama subalpijske bukve (*Fagetum moesiaca subalpinum typicum* Greb. 1950) i mešovitim visokim raznodobnim šumama bukve i planinskog javora (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957). U mešovitim sastojinama uglavnom preovlađuje bukva, a učešće planinskog javora u smesi se kreće od 0,1 do 0,3. Prosečna visina stabala planinskog javora je 17-20 m, a prosečan prečnik 27-29 cm (Posebna osnova gazdovanja šumama gazdinske jedinice "Goč Gvozdac-A" 1999; Posebna osnova gazdovanja šumama gazdinske jedinice "Željnj" 2001).

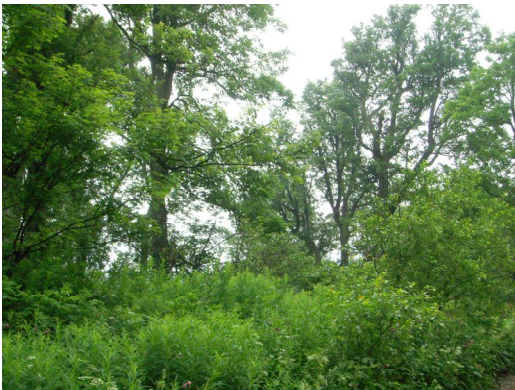


Karta 12: Topografska karta Goča (sekcija Čačak 4), sa označenim područjem istraživanja (R 1:50000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1958)



Karta 13: Topografska karta Goča (sekcija Kraljevo), sa označenim područjem istraživanja (R 1:300 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1961)

### 6.3. Geografski položaj i stanišni uslovi JastrePCA

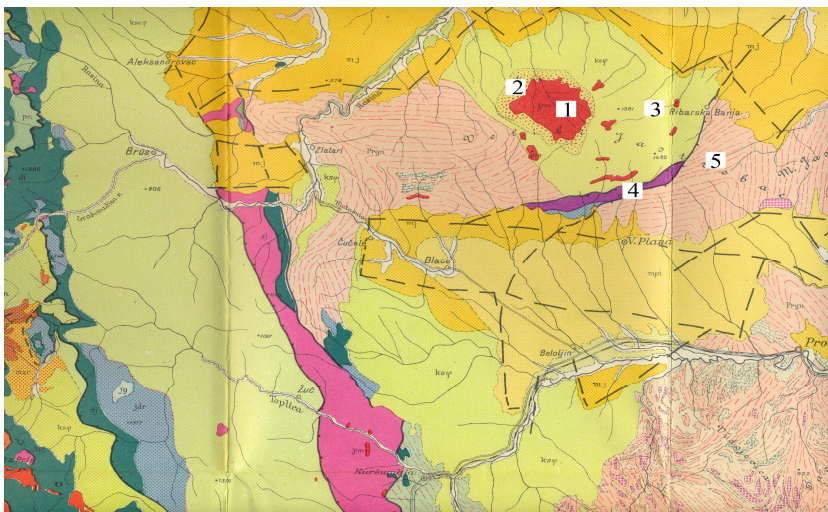


Slike 11, 12, 13, 14: Sastojine planinskog javora na lokalitetu Velika Đulica na Jastrepcu

Jastrebac pripada Rodopskom planinskom sistemu. Masiv se deli na Veliki i Mali Jastrebac. Najviši vrh Velikog JastrePCA je Velika Đulica sa 1494 m nadmorske visine. Slede Pogled (1481 m), Mala Đulica (1429 m), Stracimir (1394 m), Zmajevac (1381 m) i

dr. Sa istočne strane se nadovezuje Mali Jastrebac, odvojen od Velikog Jastrepa prevojem Grebac, sa najvišim vrhom Kupinjak (946 m). Greben Jastrepa je dugačak 42 km (Delibašić 2004). Planinski masiv je izgrađen od silikatnih stena, od kojih prevlađuju granit, granodiorit, diorit, mikašist i gnajs. Geološku podlogu Jastrepa čine:

1. kristalasti škriljci visokog stepena metamorfizma, pretežno biotitski i liskunski škriljci;
2. filitoidni kompleks, koji je rasprostranjen pretežno na centralnim i južnim delovima planine i sastavljen uglavnom od kalkšista, sericitskih škriljaca, zelenih škriljaca, talkšista, aktinolitskih škriljaca, hloritskih škriljaca i velikih masa gabrova;
3. psamitsko-psefitsko-pelitska serija, najviše izražena u Lomničkoj reci, Petinskoj bistrici, oko Zmajevca, Stracimira, i drugim mestima na severnim i severoistočnim padinama.
4. Izgrađena je od konglomerata, crnih filita i peščara;
5. granodioriti koji se pojavljuju na Ravništu (Rakić *et al.* 1972).



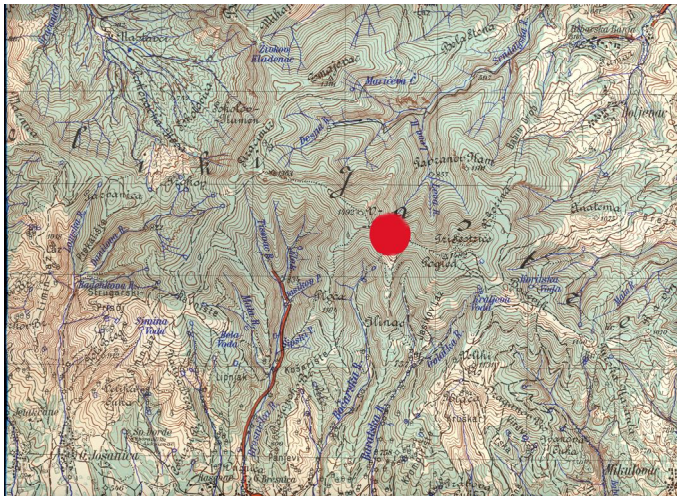
Karta 14: Geološka podloga Jastrepa (R 1:200 000) (Milovanović, Ćirić 1968)

Legenda 1. granit; 2. kontaktno-metamorfne stene; 3. gornjokredni fliš; 4. gabro; 5. gnajs

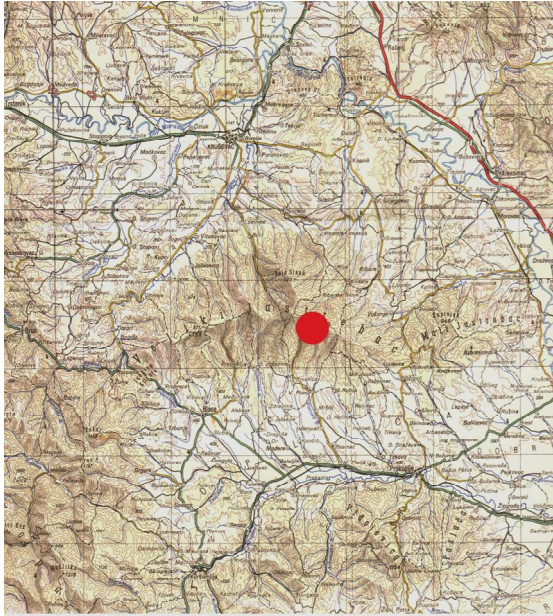
Proučavanja su vršena u 36, 37, 63. i 64. odeljenju Gazdinske jedinice "Jastrebač-Prokupački", Šumska uprava Prokuplje, Šumsko gazdinstvo Kuršumlija, nedaleko od najvišeg vrha Jastrepa-Velike Đulice. Nadmorska visina proučavanih lokaliteta je 1350-

1450 m, ekspozicije su severozapadna, zapadna, jugozapadna i istočna, sa nagibima 5°-25°.

Vegetacija istraživnog područja je pretežno predstavljena visokim jednodobnim sastojinama bukve i planinskog javora (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957). Učešće planinskog javora u smeši se kreće u rasponu od 0,1 do 0,8. Prosečna visina stabala planinskog javora je varijabilna i kreće se od 9 do 27 m, a srednji prečnici su u rasponu od 12 do 65 cm (Posebna osnova gazdovanja šumama gazdinske jedinice "Jastrebac-Prokupački" 2002).



Karta 15: Topografska karta JastrePCA (sekcija Prokuplje 1), sa označenim područjem istraživanja (R 1:50 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1958)



Karta 16: Topografska karta Jastrepca (sekcija Niš), sa označenim područjem istraživanja (R 1:300 000) (Geografski institut JNA, Beograd 1961)

#### 6.4. Geografski položaj i stanišni uslovi Golije

Planinski masiv Golije se nalazi u jugozapadnoj Srbiji. Pripada dinarskom planinskom sistemu i zajedno sa planinom Javorom čini prirodnu celinu, od kojeg je odvojena rekom Moravicom. Golija je na severu okružena planinom Jelicom, na zapadu Javorom, na istoku Kopaonikom, Čemernim i Radočelom, a na jugu Zlatarom, Jadovnikom i visoravni Pešter. Južna strana masiva je znatno kraća u odnosu na severnu. Severne padine su sa visokim stepenom šumovitosti, a južne uočljivo obešumljene. Planinski masiv Golije se pruža dužinom od 32 km u obliku položenog latiničnog slova „S“. Najviši vrh je Jankov kamen (1834 m nadmorske visine), a ističu se još i Crni vrh (1796 m), Radulovac (1785 m), Bojevo brdo (1748 m), Odsedalica (1731 m), Pašina česma (1725 m) itd. Golija spada u planine bogate vodom, ima veliki broj izvora (blizu 100), reka i potoka. Posebno sa severne strane je ispresecana brojnim vodotocima koji su usekli klisuraste doline. Najveća reka je Moravica, dužine je 60 km, izvire ispod Kozje

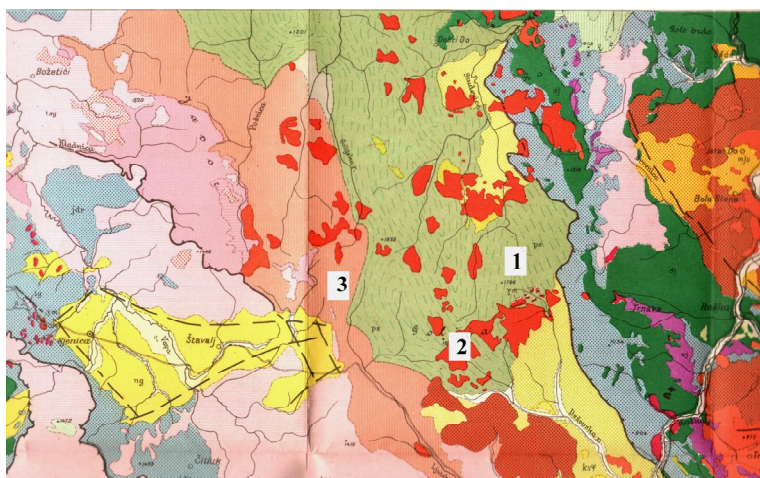
stene, na mestu gde se dodiruju Golija i Javor. Njene veće pritoke su Golijska reka, Nošnica, Grabovica, Budoželjska reka i Lučka reka. U istočnom delu Golije najveća reka je Studenica, koja je druga po veličini. Na planini raste oko 1100 biljnih vrsta (Gajić 1989a; Amižić *et al.* 2007).



Slike 15, 16, 17, 18: Sastojine planinskog javora na lokalitetu Golijska reka na Goliji



Geološku podlogu Golije u zoni Golijske reke čine uglavnom paleozojske i trijaskie naslage, a u manjoj meri gomjokretacijske, neogene, kvartarne, metamorfne i eruptivne tvorevine. Najveće rasprostranjenje ima paleozojska, a potom trijaska grupa. Paleozojsku grupu sačinjavaju karbonske i permske tvorevine. Karbonu pripadaju filiti i argilošisti, a permu peščari i konglomerati. Trijaskie formacije su najrasprostranjenije u zapadnim delovima sliva. Donji trijas je predstavljen škriljasto-peščarskim i škriljasto-laporovitim stenama, a u najvišem delu krečnjačkim. U bazi su ili paleozojski škriljci, konglomerati gornjeg perma ili donjeg trijasa. Od svih trijaskih tvorevina najzastupljeniji su u gornjem toku Lučke reke dijabaz-rožnačke formacije, koja je predstavljena kvarcnim peščarima, serijom glinovitih peščara i peskovitih glinaca. U severoistočnom delu sliva Golijske reke je rasprostranjen pojas krečnjačke krede. Eruptivne stene su relativno česte i predstavljene su pretežno dacitima i dacitskim tufovima (Gajić 1989a).



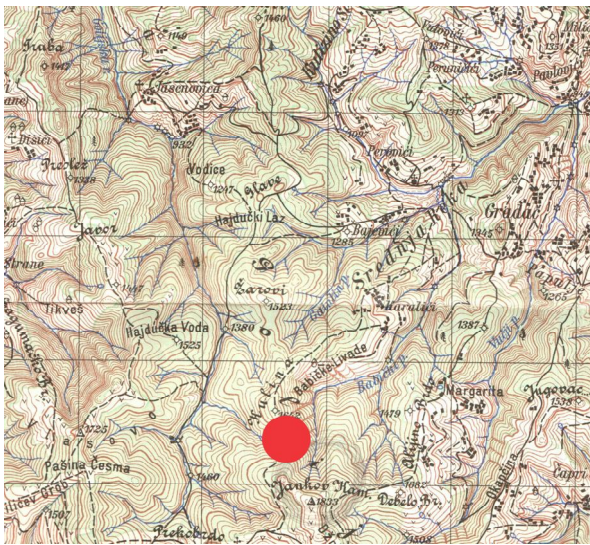
Karta 17: Geološka podloga Golije (R 1:200 000) (Milovanović, Ćirić 1968)

Legenda: 1. stariji paleozoik bliže neraščlanjen; 2. daciti, rioliti; 3. argilošisti, peščari i konglomerati

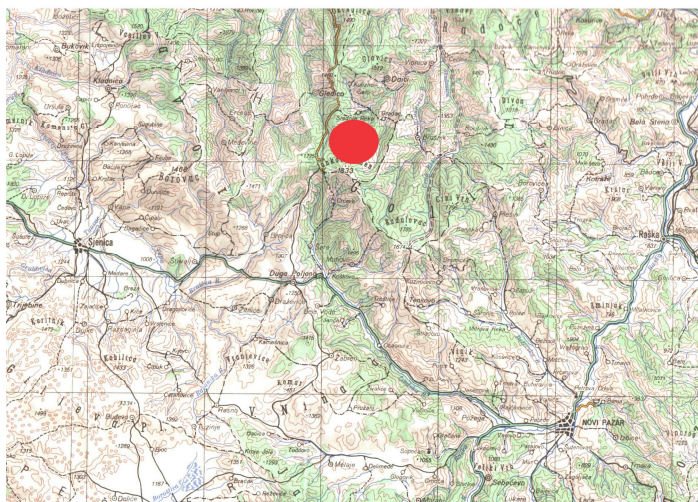
Proučavanja su vršena u 49. i 50. odeljenju Gazdinske jedinice „Golija“, Šumska uprava Golijska reka, Šumsko gazdinstvo Golija. Nadmorske visine proučavanih

populacija su 1400-1700 m, ekspozicije su severna, severozapadna, severoistočna i istočna, a nagibi 20-30°.

Vegetacija istraživnog područja je pretežno predstavljena visokim šumama bukve i planinskog javora ili visokim šumama bukve i smrče. Učešće planinskog javora u smesi se kreće od 0,1 do 0,5. Stabla planinskog javora imaju srednju visinu 13-24 m, a srednji prečnik 19-39 cm (Posebna osnova gazdovanja šumama gazdinske jedinice „Golija“ 2009).



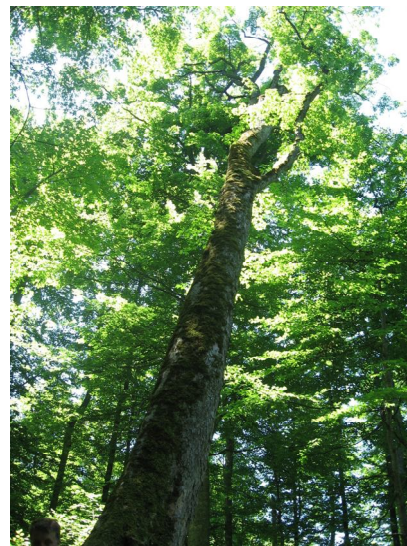
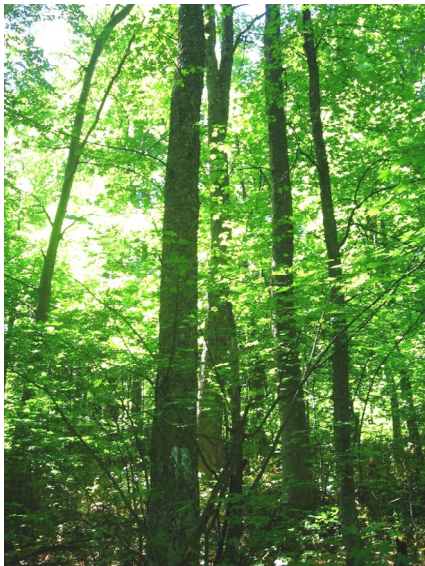
Karta 18: Topografska karta Golije (sekcija Sjenica 2), sa označenim područjem istraživanja (R 1:50 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1956)



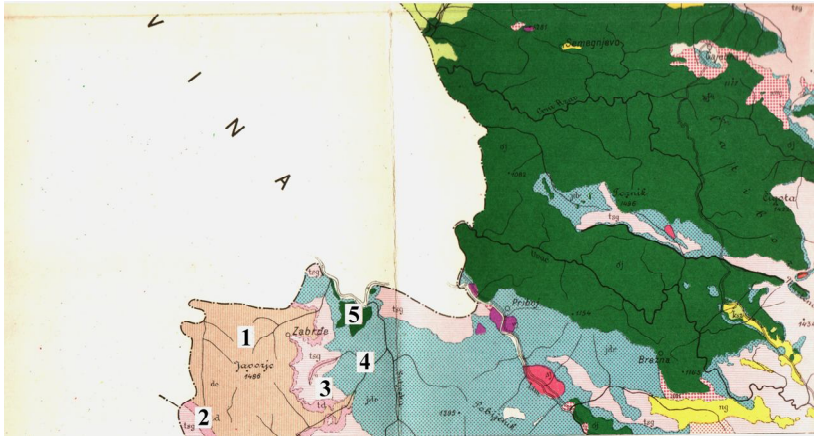
Karta 19: Topografska karta Golije (sekcija Kraljevo), sa označenim područjem istraživanja (R 1:300 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1961)

### 6.5. Geografski položaj i stanišni uslovi Javorja

U geološkom pogledu najveći deo severne strane planinskog masiva Javorje je predstavljen devonskim škriljcima, pešcarima i konglomeratima, kao i dijabaz-rožnačkom formacijom. Znatno deo centralnog planinskog masiva čine i krečnjaci i dolomiti, dok se na severnom obodu u maloj meri javljaju serpentiniti i serpentinisani peridotiti (Milovanović, Ćirić 1968).



Slike 19, 20, 21, 22: Sastojine planinskog javora na lokalitetu Prokosi-Javorići na Javorju

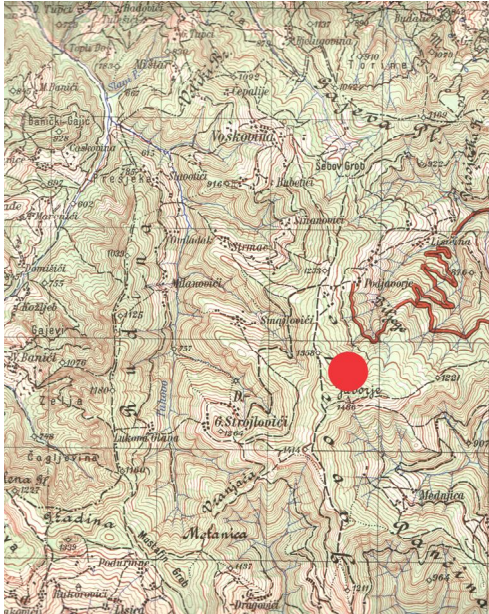


Karta 20: Geološka podloga Javorja (R 1:200 000) (Milovanović, Ćirić 1968)

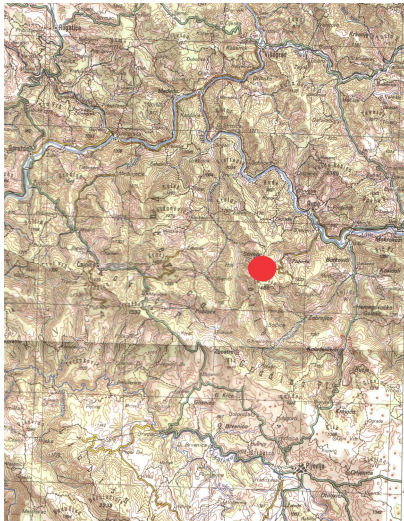
Legenda: 1. devonski škriljci, peščari, konglomerati; 2. trijaski peščari i glinci; 3. krečnjaci i dolomiti; 4. dijabaz-rožnačka formacija; 5. serpentiniti i serpentinisani peridotiti

Proučavanja su vršena na lokalitetu Prokosi-Javorići, u 13. i 18. odelenju gazdinske jedinice „Javorje“, Šumska uprava Priboj, Šumsko gazdinstvo Prijepolje. Nadmorske visine proučavanih populacija su 1300-1400 m, ekspozicije severna, severozapadna, jugozapadna i istočna, a nagibi 5-10°.

Vegetacija istraživanog područja je pretežno predstavljena visokim šumama bukve ili mešovitim visokim šumama bukve i planinskog javora, u kojima dominira bukva, a učešće planinskog javora u smeši je malo i kreće se oko 0,1. Srednja visina stabala planinskog javora je 22-23 m, a srednji prečnik 29-37 cm (Posebna osnova gazdovanja šumama gazdinske jedinice „Javorje“ 2009).



Karta 21: Topografska karta Javorja (sekcija Višegrad 4), sa označenim područjem istraživanja (R 1:50 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1953)



Karta 22: Topografska karta Javorja (sekcija Sarajevo), sa označenim područjem istraživanja (R 1:300 000) (Geografski institut JNA, Beograd 1961)

### 6.6. Geografski položaj i stanišni uslovi Stare planine

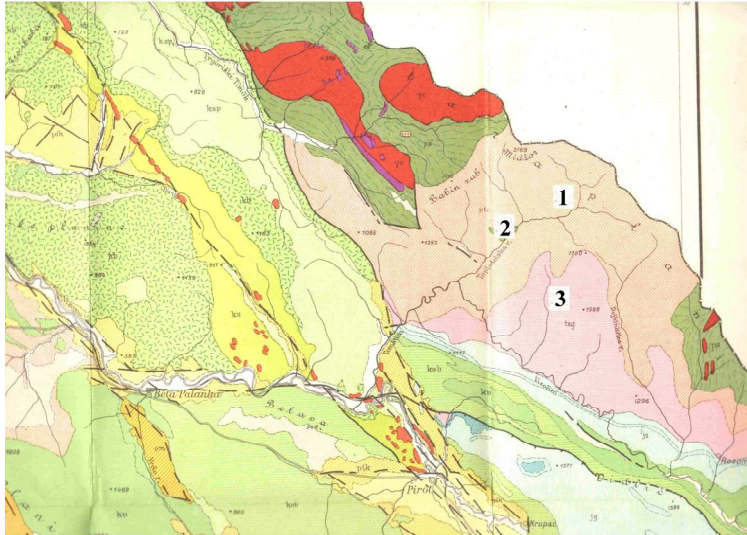


Slike 23, 24, 25, 26: Sastojine planinskog javora na lokalitetu Belega na Staroj planini

Stara planina se nalazi u istočnoj Srbiji, na granici sa Bugarskom i čini krajnji zapadni deo Balkanskog planinskog sistema. Planinu izgrađuje prostrani venac koji počinje od obronaka Vrške čuke iznad Zaječara, zatim se pruža prema jugoistoku, odakle se naglo uzdiže iznad Knjaževca i prelazi u visoki planinski masiv koji se lučno pruža pravcem severozapad-jugoistok, dostižući najveću visinu na vrhu Midžor (2168 m nadmorske visine), a u Srbiji se završava kod Dimitrovgrada. U odnosu na visinski gradijent (300-2168 m nadmorske visine), Stara planina je naš najveći planinski masiv. Osim Midžora, veći vrhovi su: Tri čuke (1937 m), Srebrna glava (1933 m), Babin zub (1758 m), Tupanar (1727 m) itd. Reljef je izuzetno raznovrsan i razuden, sa oštro usećenim i dubokim rečnim dolinama. Razvijeni su razni oblici reljefa: tektonski, erozivni, fluvijalni, kraški, padinski itd. Prisutni su ponori, vrela, pećine, kanjoni, uklješteni meandri, litice, stenjaci itd. Planina je bogata vodom zahvaljujući značajnim količinama atmosferskih padavina. Značajne su reke Temštica, Visočica, Toplodolska, Dojkinačka, Jelovička, Belska, Kaluđerska, Javorska, Rakitska reka itd. Najjači izvor je Jelovičko vrelo (Mišić *et al.* 1978; Mijović 2006; Amidžić *et al.* 2007). U florističkom i vegetacijskom pogledu, Stara planina je jedan od centara florodiverziteta, ne samo Srbije već i Balkanskog poluostrva. Na njoj je zabeleženo 1195 biljnih vrsta, grupisanih u 33 familije i 455 rodova, a 147 biljnih vrsta je endemično ili ugroženo (Randelović *et al.* 2002, po Obratov-Petković *et al.* 2006). Najveći deo ovog planinskog masiva se nalazi u granicama zaštićenog prirodnog dobra „Park prirode Stara planina“ (Amidžić *et al.* 2007).

Na Staroj planini su zastupljene različite geološke formacije, počevši od paleozoika, pa do najmlađih tvorevina. U seriju starijeg paleozoika spadaju kristalasti škriljci: gnajs, amfiboliti, filiti, kvarciti i argiliošisti. Iz mlađeg paleozoika se mogu izdvojiti karbonske i permske tvorevine. Permske tvorevine imaju veće prostranstvo od svih drugih formacija. Ovi slojevi su predstavljeni facijom crvenog peščara i konglomerata. Slojevi trijaske formacije su predstavljeni verfenskim škriljcima i krečnjacima. Rasprostranjeni su jurski slojevi čiju podinu čine trijaski krečnjaci. Ima pojava i eruptivnih stena: granita, diorita, gabra, andezita i dacita. U slojeve tercijera ulaze stene različitog geološkog sastava, kao: gline, laporci, peščari i konglomerati (Vidanović 1995, 1998).





Karta 23: Geološka podloga Stare planine (R 1:200 000) (Milovanović, Ćirić 1968)

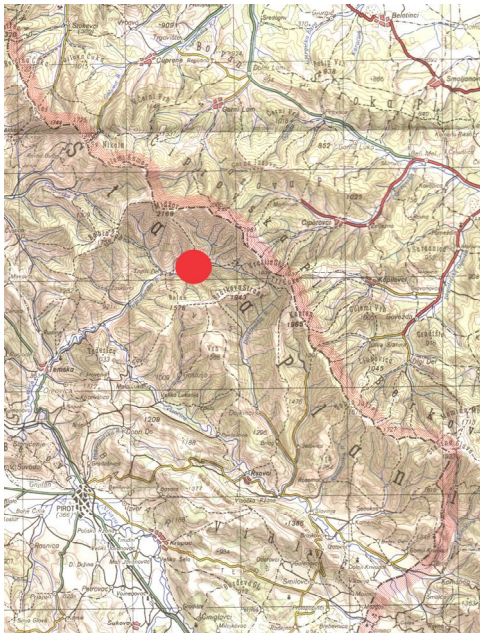
Legenda 1. crveni peščari; 2. dijabaz-filitoidna formacija; 3. krečnjaci i dolomiti

Proučavanja su vršena u 59, 60 i 61. odelenju Gazdinske jedinice „Topli dol“, Šumska uprava Pirot, Šumsko gazdinstvo Pirot. Nadmorska visina proučavanih populacija je 1500-1600 m, ekspozicije su severna, severozapadna i severoistočna, a nagibi 20-40°.

Vegetacija istraživanog područja je pretežno predstavljena visokim šumama bukve i planinskog javora ili mešovitim bukovo-jelovo-smrčevim šumama u kojima je planinski javor stablimično primešan. U šumi bukve i planinskog javora dominira bukva, a planinski javor je mnogo manje zastupljen u smeši sa učešćem 0,2. Stabla planinskog javora su malih dimenzija, srednja visina je 13 m, a srednji prečnik 19 cm (Posebna osnova gazdovanja šumama gazdinske jedinice „Topli dol“ 2002).



Karta 24: Topografska karta Stare planine (sekcija Pirot 2), sa označenim područjem istraživanja (R 1:50 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1956)



Karta 25: Topografska karta Stare planine (sekcija Vidin), sa označenim područjem istraživanja (R 1:300 000) (Geografski institut JNA, Beograd 1961)

### **6.7. Geografski položaj i stanišni uslovi Bjelasice i Nacionalnog parka „Biogradska gora“**

Kompleks planine Bjelasice obuhvata područje oko 630 km<sup>2</sup>, a prostire se na području opština Mojkovac, Kolašin, Bijelo polje, Berane i Andrijevica. Masiv je ograničen rekama: sa istoka i jugoistoka Limom, sa severa Lepešnicom, sa zapada Tarom, sa juga Drckom i planinskim prevojem Trešnjevikom koji ga odvaja od planinskog kompleksa Komova. Najviši vrh je Crna glava (2139 m), a za njim slede: Strmenica (2122 m), Zekova glava (2117 m) i Razvršje (2033 m). Bjelasica se razlikuje od većine crnogorskih planina po tome što je izgrađena pretežno od silikatnih stena, a ne od krečnjaka (Vučković, Cvijetić 1984).

Posebnu vrednost planine Bjelasice predstavlja nacionalni park „Biogradska gora“. Nalazi se u centralnom delu planinskog masiva između reka Tare i Lima, zauzima površinu od 5650 ha od čega na šume otpada 4258 ha, a površina zaštitne zone iznosi 14400 ha. Ima pet glacijalnih jezera, među kojima se ističe Biogradsko jezero. Nalazi se na 1094 m nadmorske visine, dužine je 1100 m, a prosečne širine 400 m. Prosečna dubina jezera je 4,5 m, a maksimalna 12,1 m. Najveća vrednost nacionalnog parka je prašuma Biogradska gora, koja zahvata površinu od 1600 ha. (Blečić 1960; Vučković, Cvijetić 1984). Nacionalni park se nalazi u rasponu nadmorskih visina od 832 do 2139 m (Crna glava) (Popović, Obradović 1994).

Hidrografska mreža je dobro razvijena. Nju čine stalni i povremeni vodotoci i glečerska jezera, među kojima su najznačajnija: Biogradsko, Pešića, Ursulovačko i Šiško jezero. Najznačajniji vodotok je Biogradska rijeka, dužine 8 km, koja sa obe strane prima stalne i privremene vodotoke do svog ušća u Biogradsko jezero, koje rekom Jezeršticom otiče u Taru. Osim Biogradske rijeke značajniji vodotoci su i Jezerštica, Lalev potok, kao i veći broj izdani (Čurović 2010).

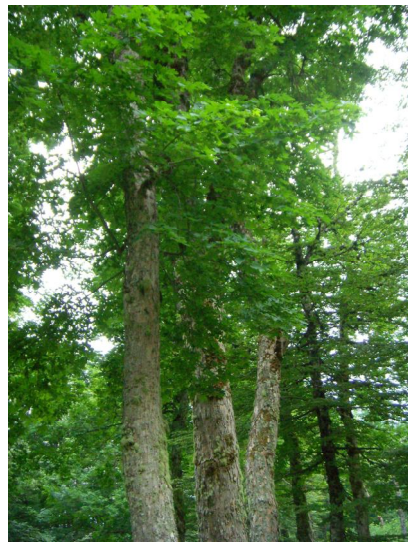
Geološku podlogu NP „Biogradska gora“ izgrađuju sedimentne stene mlađeg paleozoika (karbona i perma) i starijeg mezozoika, eruptivne stene starijeg mezozoika, kao i sedimenti kenozoika. Mlađi paleozoik je predstavljen karbonskim pešćarima, filitima i krečnjacima, permskim filitima, agrofilitima, metapešćarima, a javljaju se sočiva konglomerata koji prelaze u krupnozrne pešćare. Mezozoik je predstavljen sedimentnim stenama donjeg trijasa i sedimentnim i eruptivnim stenama srednjeg trijasa. Donji trijas čine tankoslojeviti, pločasti i slojeviti laporci, laporoviti i peskoviti krečnjaci, ređe čistije partije krečnjaka i laporoviti i liskunoviti pešćari. Srednji trijas predstavljaju stratifikovani i masivni krečnjaci, ređe silifikovani, zatim keratofiri, kvarckeratofiri, rioliti i njihovi tufovi, kao i pločasti rožnaci, tufiti, tufovi i laporci. Kenozoik predstavljaju glacijalni, glaciofluvijalni, fluvijalni, jezerski, aluvijalni i deluvijalni sedimenti (Radulović 1994). U geološkom sastavu preovlađuju eruptivne i sedimentne stene srednjeg trijasa. Od eruptivnih stena su najviše zastupljeni keratofiri, kvarckeratofiri, rioliti i njihovi tufovi. Ove stene su manje ili više škriljave. Prisutni su andeziti, daciti i dijabazi, a mnogo ređe serpentiniti, spiliti i druge stene. Znatno su prisutni i pločasti rožnaci i laporci. Od sedimentnih stena najviše su zastupljeni krečnjaci (Čurović 2010).

Od tipova zemljišta, u nacionalnom parku su zastupljeni: smeđe zemljište na bazičnim eruptivima, smeđe zemljište na karbonatno-silikatnoj podlozi, humusno-silikatno zemljište na pešćarima, rendzina na jedrim krečnjacima i kiselo smeđe zemljište na škriljcima (Popović, Obradović 1994).

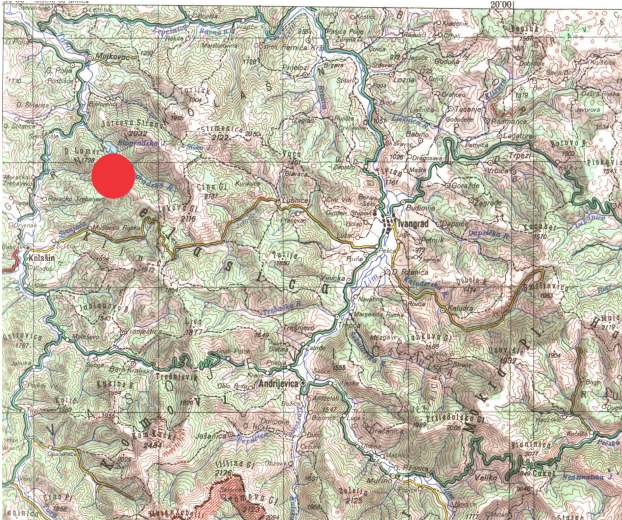
Proučavanja su vršena na južnoj granici nacionalnog parka „Biogradska gora“ neposredno iznad Katuna Goleš, na lokalitetima Ravni Jeljak i Crvena greda uz granicu sa Gazdinskom jedinicom „Bukovi potok-Sušac“, Kolašin.

Nadmorska visina proučavanih populacija je 1600-1700 m, ekspozicija je severna, a nagibi 5-10°.

Vegetacija istraživanog područja je pretežno predstavljena mešovitim šumama bukve i planinskog javora, u kojima dominira bukva, a učešće planinskog javora u smeši se kreće od 0,1 do 0,2 (Posebna osnova gazdovanja šumama gazdinske jedinice „Bukovi potok-Sušac“ 2009).



Slike 27, 28, 29, 30: Sastojine planinskog javora na Bjelasici, na lokalitetu Ravni Jeljak, u prašumi Biogradska gora



Karta 26: Topografska karta Bjelasice (sekcija Prizren), sa označenim područjem istraživanja (R 1:300 000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1961)

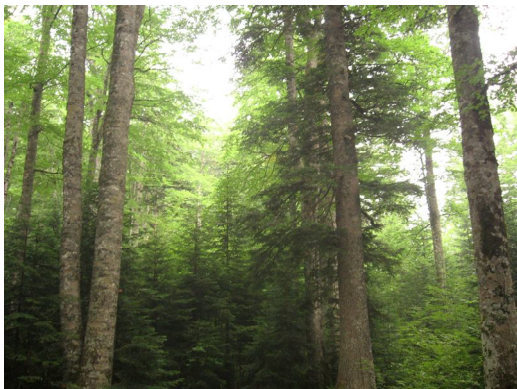
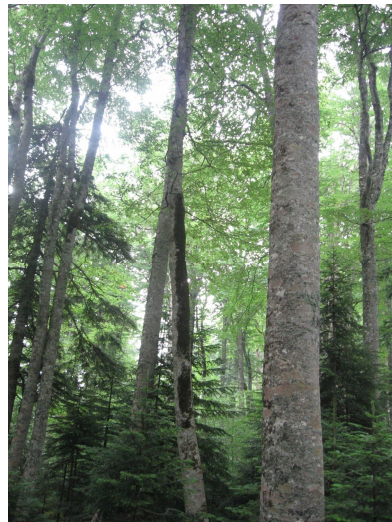
#### 6.8. Geografski položaj i stanišni uslovi Maglića i Nacionalnog parka „Sutjeska“

Nacionalni park „Sutjeska“ je osnovan 1965. godine. Obuhvata 17250 ha, od čega je 8263 ha visokih šuma, 150 ha niskih šuma, 577 ha šumskih čistina, 61 ha ostalih čistina, 487 ha palika, 155 ha kamenjara koji mogu da se pošume, 627 ha kamenjara-goleti i 6790 ha planinskih pašnjaka. Visinska razlika u parku je od 420 do 2386 m nadmorske visine. Najveća vrednost parka je prašuma „Perućica“, koja obuhvata 1434 ha, a u njoj se nalazi vegetacija raznih visinskih pojaseva, od hrastova do bora krivulja (Stajić 1972). Raspon nadmorskih visina u prašumi „Perućica“ se kreće od 800 do 2374 m (Pintarić 1978).

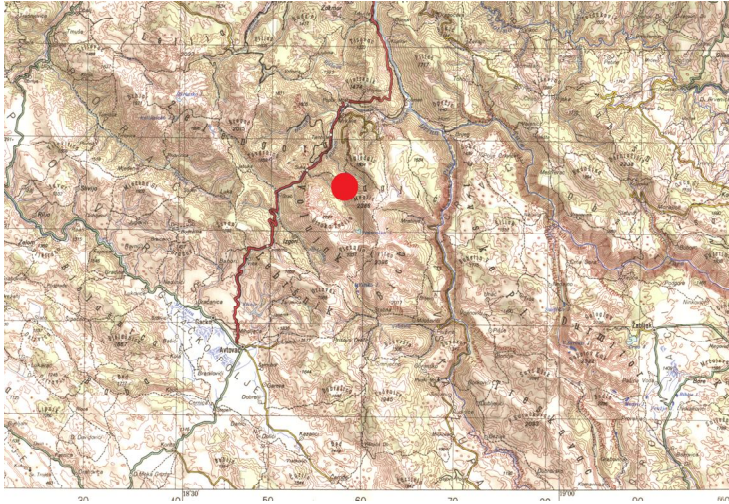
Na području Nacionalnog parka „Sutjeska“ geološku podlogu čine pretežno sedimentne stene klastičnog i karbonatnog tipa, predstavljene krečnjacima, dolomitima, laporcima, glincima, rožnacima, pešćarima, konglomeratima, kao i tufogenim sedimentima. Osim sedimentnih, obilno su prisutne i magmatske stene, koje predstavljaju dijabazi, spiliti, andeziti, keratofiri, kao i vulkanski tufovi (Trubelja, Milašinović 1969; Pintarić 1978).

Proučavanja su vršena u Nacionalnom parku „Sutjeska“, na planini Maglić, u prašumi Perućica, na lokalitetima Tunjemir, Prijedor i Crvene Prljage. Nadmorske visine proučavanih populacija su u rasponu nadmorskih visina 1400-1650 m, ekspozicije su severna i severoistočna, a nagibi 5-20°.

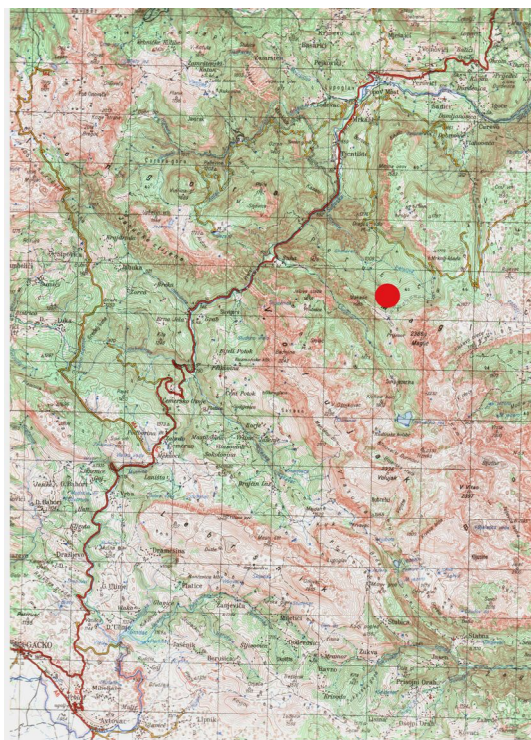
Vegetacija istraživanog područja je pretežno predstavljena subalpskim bukovim šumama ili mešovitim šumama bukve i planinskog javora u kojima dominira bukva, a učešće planinskog javora je malo i iznosi oko 0,1 (Šumskoprivredna osnova za područje Nacionalnog parka „Sutjeska“ 2005).



Slike 31, 32, 33, 34: Sastojine laninskog javora na lokalitetima Prijedor i Crvene Prljage, Maglić, prašuma Perućica



Karta 27: Topografska karta Maglića (sekcija Sarajevo), sa označenim područjem istraživanja (R 1:300 000) (Geografski institut JNA, Beograd 1961)



Karta 28: Topografska karta Sutjeske (sekcija Gacko) sa označenim područjem istraživanja (R 1:100000) (Vojnogeografski institut, Beograd 1971)



## 7. MATERIJAL I METOD RADA

U toku rada na postavljenim zadacima naučna istraživanja su vršena u dva pravca. Sa jedne strane je istraživana intraspecijiski varijabilitet planinskog javora zasnovan na karakteristikama morfoloških i molekularnih markera, kao i komparacija rezultata dobijenih na osnovu tih markera, a sa druge strane su proučavane ekološke karakteristike populacija planinskog javora, koje su uključivale klimatske, orografske, edafske (geološke i pedološke), kao i fitocenološke karakteristike.

### 7.1. Klimatske karakteristike proučavanih lokaliteta

Klimatski podaci su izračunati korišćenjem klimatskih normala za period 1981-2010. sa sinoptičkih stanica koje se nalaze najbliže proučavanim lokalitetima. Za lokalitete koji se nalaze u Srbiji, podaci su preuzeti sa sajta Hidrometeorološkog zavoda Republike Srbije ([www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija\\_srednjaci.php](http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_srednjaci.php) 2012), a za lokalitete u prašumama „Biogradska gora“ i „Perućica“ podaci su dobijeni od Hidrometeorološkog zavoda Crne Gore za isti vremenski period. S obzirom da se svi posmatrani lokaliteti nalaze na znatno većim nadmorskim visinama nego što su one na kojima se nalaze meteorološke stanice za posmatrane lokalitete, vrednosti su morale biti aproksimirane. Temperaturne vrednosti su aproksimirane metodom termičkih gradijenata, pri čemu je uzeto da za svakih 100 m povećanja nadmorske visine temperatura u letnjim mesecima opada za 0,75°C, u zimskim mesecima 0,30°C, dok je u za prolećne i jesenje mesece uzeta srednja godišnja vrednost termičkog gradijenta od 0,56°C na svakih 100 m povećanja nadmorske visine (Kolić 1988). Promena količine padavina je aproksimirana po formuli Schreiber-a, gde se uzima linearna međuzavisnost povećanja količine padavina sa povećanjem nadmorske visine, tj. da se godišnja količina padavina povećava za 54 mm na svakih 100 m povećanja nadmorske visine (Milosavljević 1988). Računanje povećanja količine padavina u pojedinim mesecima je izvršeno na osnovu sledeće proporcije:

količina padavina izmerena na meteorološkoj stanici/količina padavina dobijena na osnovu Schreiber-ove fomule=količina padavina u određenom mesecu izmerena na meteorološkoj stanici/količina padavina u određenom mesecu izmerena na osnovu Schreiber-ove formule.

Za lokalitet Rudnik su korišćeni podaci sinoptičke stanice Kragujevac (185 m nadmorske visine), preračunati za 1050 m nadmorske visine. Za lokalitet Goč su korišćeni podaci sa stanice Kraljevo (215 m nadmorske visine), preračunati na 1450 m nadmorske visine, za lokalitet Jastrebac podaci sinoptičke stanice Kruševac (166 m nadmorske visine) preračunati na 1400 m nadmorske visine, za Staru planinu sa sinoptičke stanice Dimitrovgrad (450 m nadmorske visine), preračunati na 1550 m nadmorske visine, za Goliju sa stanice Sjenica (1038 m nadmorske visine), preračunati na 1550 m nadmorske visine, za Javorje sa stanice Zlatibor (1028 m nadmorske visine), preračunati na 1350 m nadmorske visine, za lokalitet Biogradska gora sa stanice Kolašin (944 m nadmorske visine) i za lokalitet Perućica sa sinoptičke stanice Žabljak (1450 m nadmorske visine).

Na osnovu analize klimatskih elemenata izvršena je bioklimatska klasifikacija po Lang-u, Keppen-u, utvrđen hidrični bilans po Thorntwhite-u, određen Kernerov stepen kontinentalnosti, De Martonov indeks suše, utvrđena pluviometrijska agresivnost klime po metodi Furnije-a i izrađeni ombrotemni dijagrami (klimadijagrami) po Gausen-u i Walter-u.

## **7.2. Orografske karakteristike proučavanih lokaliteta**

Proučavane orografske karakteristike su nadmorske visine, ekspozicije i nagib terena na proučavanim lokalitetima. Ovi parametri su određivani uz pomoć GPS uređaja GARMIN Vista HCX i komparacijom sa podacima iz odgovarajućih šumskih osnova za proučavana odeljenja.

### 7.3. Edafske karakteristike proučavanih lokaliteta

Proučavane edafske karakteristike lokaliteta obuhvataju determinisanje tipova geoloških podloga i zemljišta, kao i određivanje fizičkih i hemijskih karakteristika zemljišta. Rezultati ovih istraživanja se zasnivaju na 19 iskopanih i proučenih pedoloških profila (4 na Jastrepcu, 3 na Goču i po 2 profila na svim ostalim lokalitetima). Uzorci matičnih supstrata su uzeti iz svih profila i determinisani u laboratoriji Univerziteta u Beogradu-Šumarskog fakulteta.

Analiza kataakteristika zemljišta je obuhvatila terenske i laboratorijske metode proučavanja prihvaćene i definisane od strane Srpskog društva za proučavanje zemljišta (priručnici: Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrada pedoloških karata (1967), Hemijske metode ispitivanja zemljišta (1966) i Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta (1997)). Na otvorenim pedološkim profilima su izvršena detaljna morfo-genetska proučavanja zemljišta i opis uslova sredine. Takođe, uzeti su i uzorci u narušenom stanju za određivanje standardnih fizičkih i hemijskih osobina zemljišta. Laboratorijska istraživanja su izvršena u Laboratorijama za fizička i hemijska svojstva zemljišta Univerziteta u Beogradu-Šumarskog fakulteta. Ova istraživanja obuhvatila su set sledećih standardnih fizičkih i hemijskih analiza:

1. Određen je sadržaj higroskopske vode sušenjem u sušnici na temperaturi od 105°C u trajanju 6 do 8 časova;
2. Granulometrijski sastav određen je tretiranjem uzoraka natrijum-pirofosfatom. Frakcionisanje zemljišta izvršeno je kombinovanjem pipet metode i metode elutracije pomoću sita po Attenberg-u uz određivanje procentualnog sadržaja frakcija od: 2-0,2 mm, 0,2-0,06 mm, 0,06-0,02 mm, 0,02-0,006 mm, 0,006-0,002 mm i manjih od 0,002 mm;
3. Za određivanje teksturnih klasa zemljišta korišćen je trougao američkog pedološkog društva;
4. Aktivna kiselost (pH u H<sub>2</sub>O) određena je elektrometrijski pomoću aparata pH-metra;

5. Supstituciona kiselost (pH u 0,01M CaCl<sub>2</sub>) određena je elektrometrijskim putem pomoću aparata pH-metra;
6. Hidrolitička kiselost određena je po metodu Kappen-a;
7. Suma adsorbovanih baznih katjona (S u cmol\*kg<sup>-1</sup>) određena je po metodu Kappen-a;
8. Totalni kapacitet adsorpcije za katjone (T u cmol\*kg<sup>-1</sup>) određen je računskim putem;
9. Suma kiselih katjona (T-S u cmol\*k<sup>-1</sup>) određena je računskim putem preko hidrolitičke kiselosti;
10. Step en zasićenosti zemljišta bazama izračunat je po Hissink-u (%);
11. Ukupn azot u zemljištu određen je po metodu Kjeldahl-a (%);
12. Odnos ugljenika prema azotu (C:N) određen je računskim putem;
13. Lakopristupačni P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O (mg/100 g zemljišta) određeni su Al metodom;

Određivanje klasifikacione pripadnosti proučavanih zemljišta izvršeno je prema principima važeće „Klasifikacije zemljišta Jugoslavije“ (Škorić *et al.* 1985).

#### 7.4. Fitocenološke karakteristike proučavanih populacija

Fitocenološka proučavanja su izvršena standardnom metodom Braun Blanke-a (Braun Blanquet 1964). Na svim proučavanim lokalitetima u populacijama planinskog javora je prikupljeno ukupno 56 fitocenoloških snimaka i to: po 10 snimaka na lokalitetima Jastrebac, Goč i Goliya, šest snimaka u nacionalnom parku „Biogradska gora“ i po pet fitocenoloških snimaka na lokalitetima Rudnik, Javorje, Stara planina i prašuma „Perućica“. Determinacija biljnih vrsta je vršena na osnovu sledećih dela: „Flora Srbije I-X (Josifović *et al.* 1972-1977; Sarić *et al.* 1986, 1992; Stevanović *et al.* 2012), „Flora Europaea“ (Tutin *et al.* 1964-1980.) i „Ikonographie der Flora des südöstlichen Mitteleuropa“ (Javorka, Csapody 1979). Na osnovu prikupljenih fitocenoloških snimaka su napravljene fitocenološke tabele i izvojene asocijacije i subasocijacije. Nazivi asocijacija su dati na osnovu najnovijeg „Međunarodnog kodeksa fitocenološke

nomenklature“ (Weber *et al.* 2006) i „Pregleda sintaksona drvenaste i žbunaste vegetacije Srbije“ (Tomić 2006; Tomić, Rakonjac 2011). Za proučene zajednice su određeni spektri životnih oblika, ekoloških karakteristika, koje uključuju odnos biljaka prema vlažnosti, kiselosti zemljišta, količini azota u zemljištu, svetlosti i temperaturi, kao i horološki spektar. Spektri životnih oblika i ekoloških karakteristika su urađeni prema Kojić *et al.* (1994, 1997) i Ellenbeg (1974), a horološki spektar prema Stevanović (in litt).

## **7.5. Intraspecijska varijabilnost planinskog javora**

Za potrebe analize varijabilnosti planinskog javora na osnovu morfoloških i molekularnih markera, sa svakog istraživanog lokaliteta je odabrano po 30 zdravih, normalno razvijenih stabala, sa kojih su uzimani sveži, normalno razvijeni listovi. Kod izbora stabala za analizu vođeno je računa da najmanje rastojanje između njih bude 30 m, kako bi se smanjila mogućnost uzimanja uzoraka između bliskih srodnika (Young, Merriam 1994; Vornam *et al.* 2004; Neophytou *et al.*, 2010; Bilela *et al.*; 2012).

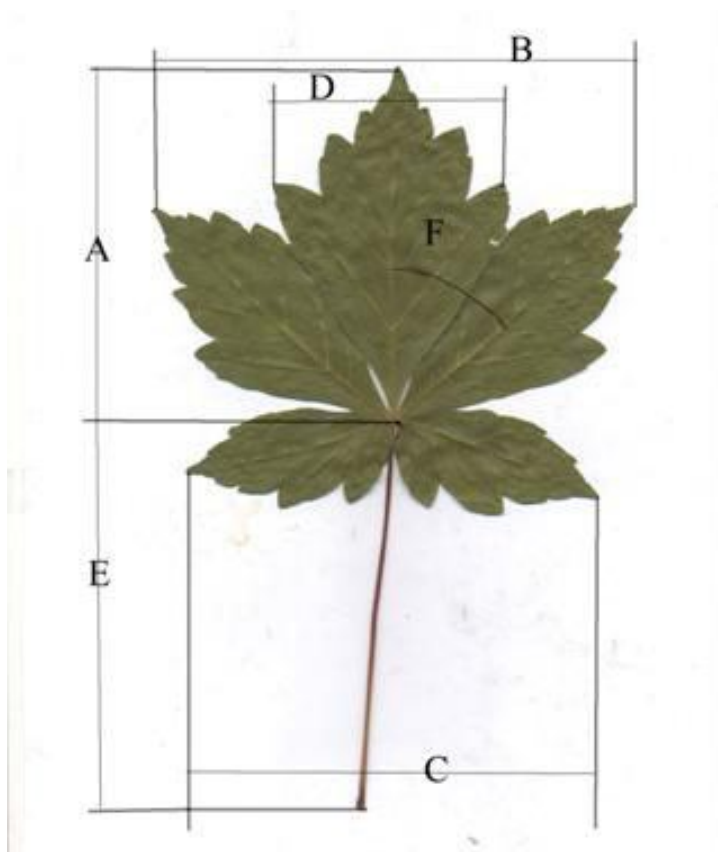
### **7.5.1. Utvrđivanje varijabilnosti planinskog javora na osnovu morfoloških markera**

Metod morfoloških markera se tradicionalno koristi u definisanju biljnih genotipova. Pošto su u pitanju osobine čije se karakteristike menjaju pod uticajem spoljašnje sredine i epistatičnih i plejotropskih interakcija, često nije moguće identifikovati sve genotipove pomoću morfoloških markera. To ograničenje se prevazilazi upotrebom molekularno-genetičkih markera (Lučić 2007).

Za potrebe analize morfološkog varijabiliteta planinskog javora, sa svakog odabranog stabla je uzeto po 30 normalno razvijenih listova za analizu. Ukupno je analizom obuhvaćeno 7200 listova sa 240 stabala. Materijal je herbarizovan i deponovan u Herbarijumu katedre ekologije šuma Univerziteta u Beogradu-Šumarskog fakulteta, a potom je izvršena analiza morfoloških parametara. Ova analiza je obuhvatila merenje sledećih parametara: dužine lisne ploče, širine bočnog lisnog režnja, širine bazalnog

lisnog reznja, širine srednjeg lisnog reznja, dužine lisne peteljke, ugla između srednjeg i bočnog lisnog reznja, površine lista, obima lista (Slika 35), kao i računanje međuodnosa merenih parametara (dužina lista/širina bočnog reznja, dužina lista/širina bazalnog reznja, dužina lista/širina srednjeg lisnog reznja, dužina lista/dužina lisne peteljke, dužina lista/površina lista, dužina lista/obim lista, širina bočnog lisnog reznja/širina bazalnog lisnog reznja, širina bočnog lisnog reznja/širina srednjeg lisnog reznja, širina bočnog lisnog reznja/dužina lisne peteljke, širina bočnog lisnog reznja/površina lista, širina bočnog lisnog reznja/obim lista, širina bazalnog lisnog reznja/širina srednjeg lisnog reznja, širina bazalnog lisnog reznja/dužina lisne peteljke, širina bazalnog lisnog reznja/površina lista, širina bazalnog lisnog reznja/obim lista, širina srednjeg lisnog reznja/dužina lisne peteljke, širina srednjeg lisnog reznja/površina lista, širina srednjeg lisnog reznja/obim lista, dužina lisne peteljke/površina lista, dužina lisne peteljke/obim lista i površina lista/obim lista). Ukupno je analizom obuhvaćeno 8 merenih i 21 izvedeno obeležje (međuodnosi merenih parametara).

Morfološka analiza listova je izvršena uz pomoć softverskog paketa IMAGE.TOOL ver 3.0 (Wilcox *et al.* 2002). Rezultati ove analize su statistički obrađeni upotrebom korelacione analize, analize varijanse i klaster analize. Korelaciona analiza i analiza varijanse su izvršene u statističkom softverskom paketu SPSS ver. 17.0 (IBM Inc. 2008), a klaster analiza u statističkom softverskom paketu STATISTICA Ver. 9 (Statsoft 2008). Kod produkovanja klaster dijagrama kao mera distance je korišćeno kvadratno euklidsko odstojanje, a kao mera povezivanja je korišćen metod pojedinačnog povezivanja (metod najbližeg suseda) (Statsoft 2008). Na osnovu analize morfoloških markera i njihovih karakteristika, izdvojeni su varijeteti i forme registrovani u proučenim populacijama planinskog javora. Za svaki varijetet i formu su naknadno izračunate vrednosti svih merenih i izvedenih morfoloških obeležja.



Slika 35: Analizirane morfometrijske karakteristike listova

Legenda: A-dužina lisne ploče, B-širina bočnog lisnog režnja, C-širina bazalnog lisnog režnja, D-širina srednjeg lisnog režnja, E-dužina lisne peteljke, F-ugao između srednjeg i bočnog lisnog režnja

### 7.5.2. Utvrđivanje varijabilnosti planinskog javora na osnovu molekularnih markera

Proučavanje genetičke varijabilnosti je izvršeno analizom hloroplastnih miksrosatelita (SSRs-Single Sequence Repeats) Za analizu je korišćen materijal sa sedam lokaliteta. Iz tehničkih razloga u analizu genetičkih markera nije bilo moguće uključiti populacije sa lokaliteta Stara planina. Sa svakog lokaliteta je odabrano po 30 stabala za analizu, sa kojih je takođe i uzet materijal za analizu morfoloških markera,

ukupno 210 stabala. Sa svakog analiziranog stabla je sakupljen po jedan normalno razvijen svež list, koji je odmah potom stavljen u papirne vrećice i konzervisan silika-gelom, a zatim deponovan u Herbarijumu Univerziteta u Beogradu-Šumarskog fakulteta. Laboratorijska istraživanja su obavljena u laboratorijama Katedre za šumarsku genetiku i oplemenjivanje biljaka Šumarskog fakulteta Georg-August Univerziteta u Göttingenu, Nemačka, čiji je rukovodilac profesor Reiner Finkeldey. Tu je izvršena ekstrakcija ukupne gDNK i SSRs analize za sve prikupljene uzorke.

### 7.5.2.1. Izolacija DNK

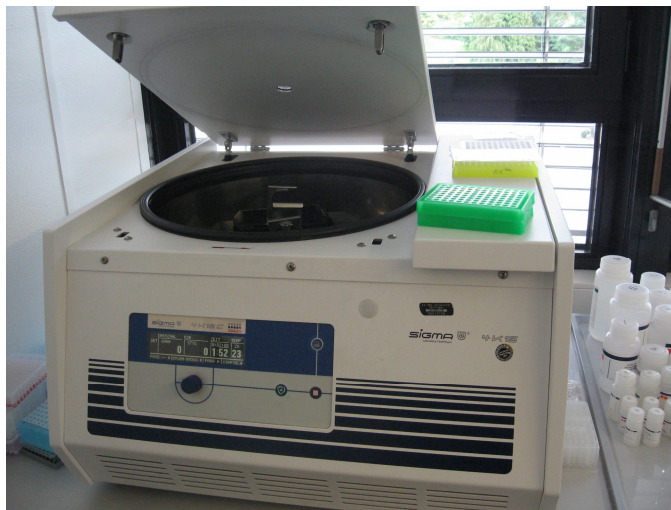
Za potrebe izolacije gDNK uzorkovano je po 10 mg lisnog tkiva sa svake jedinke i zamrznuto u trajanju 24 časa. Ekstrahovana je ukupna gDNK korišćenjem DNeasy 96 Plant Minikit po sledećem protokolu za izdvajanje totalne DNK iz zamrznutog ili liofilizovanog tkiva (Qiagen, Hilden; Germany 2006):

1. Aplikacija biljnog materijala (<10 mg liofilizovanog biljnog tkiva) u mikroeprovete na dve pločice nosače (svaka pločica sadrži po 96 mikroeproveta, što čini ukupno 192 mikroeprovete)
2. Stavljanje kuglica od tungsten karbida u epruvetu. Zatvaranje epruveta
3. Hlađenje posude sa epruvetama u tečnom azotu u trajanju 5 minuta
4. Stavljanje poklopca na posudice sa biljnim materijalom i njihova inverzija 5 puta da bi se omogućilo svim kuglicama od tungsten karbida da se slobodno kreću po epruvetama
5. Kačenje pločice sa epruveticama između adapter ploča i njihovo učvršćivanje Tissuelyser držačima
6. Mlevenje uzoraka u trajanju od 1 min na 20Hz
7. Ponovno hlađenje pločice sa epruvetama u tečnom azotu. Ponovna inverzija pločice sa epruvetama 5 puta da bi se omogućilo kuglicama od tungsten karbida da se slobodno kreću kroz epruvete
8. Kačenje pločice sa epruveticama između adapter ploča i njihovo učvršćivanje Tissuelyser držačima



9. Homogenizacija uzoraka 1 min na 20Hz
10. Uklanjanje pločica sa mikroeprevetama sa Tissuelyser držača i udaranje njima 5 puta o podlogu da bi se osiguralo da ne ostane prah tkiva na poklopcima
11. Pravljenje DNeasy 96 Plant Minikit rastvora za dezintegaciju ćelija kombinovanjem bufera AP 1, Rnaze A i Reagent-a DX u sledećim količinama: Buffer AP 1 (prethodno zagrejan na 80°C) 400 µl po uzorku, ukupno 90 ml; Rnaza A (100 mg/l) 1 µl po uzorku, ukupno 225 µl; Reagent DX 1 µl po uzorku, ukupno 225 µl. Sipanje 400 µl rastvora u svaku mikroeprevetetu
12. Zatvaranje mikroeprevete novim poklopcima. Protresanje pločice sa mikroeprevetama u trajanju 15 s na vortex-u. U cilju sakupljanja kompletne tečnosti sa poklopaca, vrši se centrifugiranje mikroeprevete dok se ne dostigne 3000 rpm, a zatim se centrifuga zaustavlja
13. Uklonjanje poklopca i dodavanje 130 µl bufera AP 2 u svaku mikroeprevetetu
14. Zatvaranje mikroeprevete novim poklopcima. Protresanje pločice sa mikroeprevetama u trajanju 15 s na vortex-u. U cilju prikupljanja kompletne tečnosti sa poklopaca, vrši se centrifugiranje mikroeprevete dok se ne dostigne 3000 rpm, a zatim se centrifuga zaustavlja
15. Hlađenje pločice sa mikroeprevetama na temperaturu -20°C u trajanju 10 min
16. Centrifugiranje pločice sa mikroeprevetama na 6000 rpm u trajanju 5 min
17. Uklanjanje poklopaca. Prebacivanje 400 µl tečne faze pri vrhu iz svake mikroeprevete u nove mikroeprevete.
18. Dodavanje 600 µl bufera AP3/E u svaku mikroeprevetetu
19. Stavljanje novih poklopaca na mikroeprevete. Protresanje pločice sa mikroeprevetama u trajanju 15 s na vortex-u. U cilju prikupljanja kompletne tečnosti sa poklopaca, vrši se centrifugiranje mikroeprevete dok se ne dostigne 3000 rpm, a zatim se centrifuga zaustavlja
20. Stavljanje dve Dneasy 96 pločice na vrhove S-blokova.
21. Prebacivanje 1 µl iz svakog uzorka na Dneasy 96 pločice
22. Zatvaranje Dneasy 96 pločica sa AirPore samolepljivom trakom. Centrifugiranje 4 min na 6000 rpm
23. Uklanjanje samolepljive trake. Dodavanje 800 µl bufera AW u svaki uzorak

24. Centrifugiranje 15 min na 6000 rpm da bi se osušile Dneasy membrane
25. U cilju ekstrakovanja DNK, stavljanje Dneasy 96 pločice na novu pločicu Elution mikroeproveta, dodavanje 100  $\mu$ l bufera AE u svaki uzorak i zatvaranje Dneasy 96 pločice sa AirPore samolepljivom trakom. Ostavljanje pločice 1 min na sobnoj temperaturi (15-25°C). Centrifugiranje 2 min na 6000 rpm
26. Ponavljanje prethodnog postupka sa novih 100  $\mu$ l bufera AE



Slika 36: Laboratorijska centrifuga SIGMA u laboratoriji Katedre za šumarsku genetiku Šumarskog fakulteta u Getingenu, Nemačka

#### 7.5.2.2. SSR protokol

Proces izolacije SSR markera iz ekstrahovane DNK uzoraka sastojao se iz sledećih koraka: PCR umnožavanje SSR markera prethodno razvijenih za *Acer pseudoplatanus* L, testiranje produkata amplifikacije na agaroznom gelu, kapilarna elektroforeza i interpretacija podataka dobijenih kapilarnom elektroforezom.

### 7.5.2.2.1. PCR reakcija

Nakon izolacije DNK se pristupilo izolovanju mikrosatelita na proučavanom materijalu. U tu svrhu je korišćeno osam kombinacija SSR prajmera (MAP 2, MAP 9, MAP 10, MAP 12, MAP 33, MAP 34, MAP 40 i MAP 46) prethodno razvijenih za *Acer pseudoplatanus* L. (Pandey *et al.* 2004). Amplifikacija SSR markera je zasnovana na metodu PCR (Polymerase Chain Reaction).

PCR reakcija omogućuje produkciju velike količine specifičnih DNK sekvenci, počevši od vrlo male količine početnih sekvenci. To se postiže oligonukleotidnim prajmerima koji umnožavaju željeni DNK region dok se ne dobije dovoljna količina DNK za kasniju upotrebu. Prajmeri su kratki, jednolančani molekuli DNK, koji su komplementarni sekvencama krajeva DNK koje hoćemo da umnožimo. Proces se sastoji iz tri osnovna koraka: 1. denaturacija početne DNK dvostrukog lanca, 2. hibridizacija para prajmera na fragment koji treba da se amplifikuje i 3. amplifikacija korišćenjem DNK polimeraze otporne na visoke temperature, koja se zove Taq polimeraza (originalno izolovana iz bakterije *Thermus aquaticus*). DNK polimeraza je enzim koji katališe sintezu dugačkih polinukleotidnih lanaca od monomernih dezoksinukleozidtrifosfata, koristeći originalne roditeljske lance kao početni materijal za sintezu novih komplementarnih lanaca (Newton, Graham 2000). Prednosti PCR analize su sledeće: mala količina potrebne DNK i veoma širok opseg taksonomskih i filogenetskih nivoa na kojima se ova analiza može koristiti (Marin 2003).

PCR amplifikacija je izvedena za svaki SSR prajmer posebno u PCR mašini sa ukupnom reakcionom smešom zapremine 15  $\mu$ l, koja je sadržala:

- 2  $\mu$ l DNK uzorka
- 1,5  $\mu$ l PCR bufera (10x),
- 1,5  $\mu$ l MgCl<sub>2</sub> (25 mM),
- 1  $\mu$ l dNTP (2,5 mM),
- 1  $\mu$ l specifičnog prajmera (forward) (5 pmol),
- 1  $\mu$ l specifičnog prajmera (reverse) (5 pmol),
- 6,8  $\mu$ l H<sub>2</sub>O,
- 0,2  $\mu$ l Taq polimeraze (5 U/ $\mu$ L. Hot Fire Pol Solis BioDyne).

Prilikom amplifikacije je korišćen sledeći PCR program:

-inicijalna denaturacija na 95°C u trajanju 15 min

-35 ciklusa koji su uključivali:

denaturacija na 94° u trajanju 45 s,

hibridizacija na 56°C do 66°C u trajanju 1 min.,

izduživanje na 72°C u trajanju 45 sec i

finalno izduživanje na 72°C u trajanju 8 min.

Temperatura hibridizacije za marker MAP 34 je promenjena sa 64°C (preporuka Pandey et al. (2004)) na 65°C (Tabela 2).

Tabela 2: Temperature hibridizacije i veličina dobijenih fragmenata za osam SSR prajmera testiranih na *Acer pseudoplatanus* L. (Pandey et al. 2004)

Naziv prajmera	MAP2	MAP9	MAP10	MAP12	MAP33	MAP34	MAP40	MAP46
Temperatura hibridizacije (°C)	56	56	56	64	64	66	64	64
Veličina fragmenata (bp)	144-198	96-108	92-110	142-178	146-182	120-162	238-246	152-194



Slika 37: PCR uređaj MJ RESEARCH u laboratoriji Katedre za šumarsku genetiku Šumarskog fakulteta u Getingenu, Nemačka

#### 7.5.2.2.2. Elektroforeza

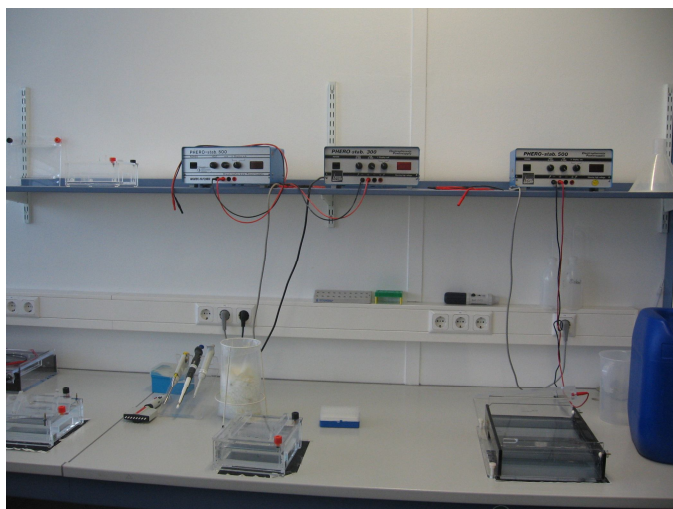
Proces elektroforeze se sastoji u razdvajanju ciljanih jedinica (molekula) na osnovu njihovog kretanja kroz električno polje. Molekuli moraju imati ili pozitivno ili negativno naelektrisanje. Pozitivno naelektrisani molekuli se kreću ka katodi, a negativno ka anodi. Oni bez naelektrisanja se ne kreću u električnom polju (Andrews 1986; Melvin 1987). U ovim istraživanjima je korišćena elektroforeza na agaroznom gelu i kapilarna elektroforeza.

##### 7.5.2.2.2.1. Elektroforeza na agaroznom gelu

Da bi se proverio kvalitet i kvantitet izolovane DNK, kao i da bi se testirao prinos PCR produkta namenjenog sekvenciranju na automatskom sekvenceru (ABI 3100

Genetic Analyzer, Applied Biosystems), vršena je elektroforeza na agaroznom gelu u trajanju 20 min (1,5% agarozni gel obojen etidium bromidom). Prilikom elektroforeze na agaroznom gelu molekuli se kreću kroz medijum u kome se nalazi neutralna mreža čvrste supstance (gel), koja ne stupa u reakciju sa molekulima. Kada se molekul kreće kroz gel, suočava se sa otporom agarozne mreže koji zavisi od njegove veličine, tako da gel ima filtrirajući efekat na molekule. Agarozni gel je vrlo pogodan za elektroforetsku separaciju velikih molekula, usled toga što ima relativno velike pore zbog čega je u tu svrhu bolji od poliakrilamidnih gelova. Agaroz je linearni polimer D-galaktoze i 3,6-anhidrogalaktoze, koja sadrži oko 0,4% sulfatnih jona, a dobija se iz različitih algi. Tečnost služi kao sprovodni medijum za električnu struju koja se propušta kroz sistem. Kod svih nukleotida i polinukleotida fosfatna grupa formira negativno naelektrisanu osnovu molekula i zbog disocijacije te grupe je i naelektrisanje nukleinskih kiselina negativno, tako da migriraju ka anodi. Što je veći pH medijuma, to se brže odvija elektroforeza (Andrews 1986; Melvin 1987).

Podloga za elektroforezu je dobijena na taj način što je 1,2 g Biozym LE agaroze i 80 g TAE bufera (0,5 l) zagrevano do tačke ključanja, zatim je u rastvor dodato 0,3  $\mu$ l etidium bromida (fluorescentne boje koja se introdukuje između lanaca DNK) i 3  $\mu$ l standarda 100 za bojenje. U bunarčice na agaroznom gelu se zatim aplicirala mešavina od 5  $\mu$ l PCR produkta i 2  $\mu$ l brom fenola plave boje, koji u isto vreme obezbeđuje vidljivost migracionog fronta PCR produkata i daje dodatnu težinu produktu, čime omogućuje njegovu introdukciju i ravnomerno kretanje u agaroznom gelu. Nakon obavljene elektroforeze uzorci su vizualizovani na gelu fotografisanjem digitalnim fotoaparatom pod ultraljubičastim osvetljenjem.



Slika 38: Uređaji za horizontalnu elektroforezu na agaroznom gelu PHERO-STAB. u laboratoriji Katedre za Šumarsku genetiku Šumarskog fakulteta u Getingenu, Nemačka



Slika 39: Uređaj za vizuelizaciju produkata elektroforeze na agaroznom gelu ultraljubičastim osvetljenjem u laboratoriji Katedre za Šumarsku genetiku Šumarskog fakulteta u Getingenu, Nemačka

#### 7.5.2.2.2. Kapilarna elektroforeza

Kapilarna elektroforeza obuhvata grupu separacionih tehnika koje omogućavaju razdvajanje raznih vrsta analiziranih objekata na osnovu njihove pokretljivosti u elektromagnetnom polju. U ovom istraživanju kapilarna elektroforeza je vršena u cilju identifikovanja SSR fragmenata dobijenih PCR reakcijom. Dobijeni fragmenti su analizirani kapilarnom elektroforezom na automatskom sekvenceru ABI PRISM 3100 Genetic Analyser (Applied Biosystems/Hitachi) u skladu sa preporukom Pandey *et al.* (2004). Smeša za razdvajanje PCR fragmenata automatskim sekvencerom je napravljena po sledećem protokolu:

1. mešanje 1  $\mu$ l PCR produkta i 99  $\mu$ l H<sub>2</sub>O
2. dodavanje 12  $\mu$ l HiPi formida i 1,6  $\mu$ l standarda-crvene boje
3. centrifugiranje
4. denaturacija u PCR uređaju 2 minuta na temperaturi 90 °C
5. aplikacija 2  $\mu$ l produkta na pločice za GENESCAN 3100 GENETIC ANALYZER



Slika 40: Genetic Analyser-uređaj za kapilarnu elektroforezu ABI PRISM 3100 u laboratoriji Katedre za Šumarsku genetiku Šumarskog fakulteta u Getingenu, Nemačka



### 7.5.2.2.3. Interpretacija podataka dobijenih kapilarnom elektroforezom

Nakon razdvajanja PCR fragmenata na automatskom sekvenceru ABI PRISM 3100 Genetic Analyser (Applied Biosystems/Hitachi) za interpretaciju prisustva i karakteristika dobijenih mikrosatelitnih markera upotrebljeni su kompjuterski softverski paketi GENESCAN 3.7 i GENOTYPER 3.7 (oba iz Applied Biosystems).

### 7.5.2.3. Statistička obrada podataka dobijenih na osnovu molekularnih analiza

Mikrosateliti su po svojim osobinama kodominantni molekularni markeri, tj. oni koji omogućuju da se identifikuju svi aleli prisutni na jednom lokusu (Freeland 2008). Međutim, kod analize rezultata istraživanja genetičke varijabilnosti *Acer heldreichii* Orph. se pojavila teškoća izazvana poliploidnim osobinama genotipa ove vrste. Planinski javor je autotetraploidna vrsta (Siljak-Yakovlev *et al.* 2010), slično kao i blisko srodna vrsta gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.) (Pandey 2005). Usled toga su mikrosatelitski markeri korišćeni u ovim istraživanjima morali biti tretirani kao dominantni markeri, tj. mogli su biti prikazani samo pojedinačni dominantni aleli.

Genetički varijabilitet unutar populacija je određen računanjem totalnog broja zabeleženih alela i prosečnog broja alela po lokusu po populaciji uz pomoć kompjuterskog programa GenAEx Ver. 6 (Peakall, Smouse 2005). U istom softveru je izračunat i broj alela koji se pojavljuju samo u pojedinačnim populacijama (specifični aleli). Ovaj broj je izračunat za svaku populaciju, a takođe i broj populacija u kojim se svi registrovani aleli pojavljuju. S obzirom da je *Acer heldreichii* Orph. tetraploidna vrsta, u statističkoj obradi rezultata molekularne analize, korišćen je i softverski paket ATETRA Ver. 1.0 (van Puyvelde *et al.* 2010), namenski dizajniran sa rad sa tetraploidnim vrstama. U ovom softveru su kalkulirani očekivana heterozigotnost, Shannon-Wiener indeks diverziteta u okviru svake populacije, oba korigovana u odnosu na veličinu uzorka, kao i Nei-eva genetička distanca. Kod analiza izvršenih ATETRA softverom, iterativne supstitucije su korišćene da bi se kreirali tetraploidni genotipovi u slučaju parcijalnih

heterozigota na taj način što su održavali broj svih homozigota i punih heterozigota konstantnim. Tako su sve moguće kombinacije kopija alela uzete u obzir, za svaki lokus i svaku populaciju.

Očekivana heterozigotnost je verovatnoća da će se bilo koja dva alela slučajno uzeta iz populacije razlikovati, pa je ekvivalentna heterozigotnosti računatoj po Hardy-Vajnbegovom zakonu. Izračunata je po sledećem obrascu:  $H_{e,c} = 4n / (4n - 1(1 - \sum p_i^2))$ , gde n predstavlja veličinu uzorka, a  $p_i$  frekvenciju  $i^{\text{th}}$  alela na određenom lokusu.

Shannon-Wiener indeks diverziteta je izračunat po obrascu:  $H_c = -\sum C \log(C p_i) / (1 - C p_i)^n$ , gde n predstavlja veličinu uzorka,  $p_i$  frekvenciju  $i^{\text{th}}$  alela na određenom lokusu, a  $C = 1 - u/n$ , pri čemu u predstavlja broj genotipa koji se pojavljuju samo jednom. Kalkulacije u ATETRA su izračunate korišćenjem Montecarlo simulacija. Ova procedura je zasnovana na analizi uzoraka slučajno odabranih kombinacija od svih mogućih kombinacija alela (van Puyvelde *et al.* 2010). Što je veći broj analiziranih kombinacija, to će Montecarlo simulacija biti preciznija (Hein *et al.* 2005). U ovom istraživanju je kalkulirano 10,000 slučajno odabranih simulacija za proučavane populacije.

Za analizu genetičkih distanci između populacija na osnovu rezultata analize molekularnih markera korišćeni su sledeći metodi:

#### 1. Nei-eva genetička distanca (Nei 1972, 1978)

Genetička distanca predstavlja količinu diferencijacije frekvencije alela između populacija.

Izračunava se po sledećoj formuli:  $D = \frac{-\ln J_x J_y}{\sqrt{J_x J_y}}$

gde je  $J_x$  - verovatnoća podudarnosti dva slučajno izabrana gena u populaciji x,  $J_y$  - verovatnoća podudarnosti dva slučajno izabrana gena u populaciji y, a  $J_x J_y$  - verovatnoća podudarnosti gena populacija x i y.

Nei-eva genetička distanca je najviše korišćena metoda kalkulacije genetičkih distanci. Računa se za svaki lokus posebno, pa se preračunava za sve lokuse. Ako populacije imaju identične frekvencije alela onda je  $D=0$ , ako nemaju nijedan zajednički alel,  $D$  nema gornju granicu. Vrednost Nei-eve genetičke distance predstavlja prosečan broj alelnih razlika po lokusu, npr.  $D=0,05$  je jedna razlika u alelima po lokusu, za svaki par merenih 20 gameta iz dve populacije (White *et al.* 2009).

Genetička varijacija između populacija kalkulisana kao Nei-jeva genetička distanca između parova populacija je izračunata uz pomoć kompjuterskog paketa ATETRA.

## 2. Žakardov (Jaccard) koeficijent sličnosti

Koeficijenti sličnosti su komplementarni genetičkim distancama. Često korišćeni koeficijenti su Jaccard-ov i Dice-ov koji daju veoma slične rezultate (Weising *et al.* 2005).

Jaccard-ov koeficijent sličnosti se izračunava po sledećoj formuli (Chao *et al.* 2006):

$$S_j = a/a+b+c,$$

gde je  $a$  – broj prisutnih fragmenata u obe populacije,  $b$  – broj prisutnih fragmenata samo u prvoj populaciji,  $c$  – broj prisutnih fragmenata samo u drugoj populaciji.

Recipročna vrednost mere sličnosti daje meru Žakardove genetičke distance:

$$D_j = 1 - S_j$$

Žakardov koeficijent sličnosti je pogodan za istraživanje genetičke distance tetraploidnih vrsta, usled toga što je odgovarajući za dominantne markere, jer se oslanja samo na prisustvo zajedničkih traka (Ivetić 2010). Žakardov koeficijent sličnosti je izračunat korišćenjem kompjuterskog programa PAST (Hammer, Harper 2012).

Rezultati analize Nei-jeve genetičke distance i Jaccard-ovog koeficijenta sličnosti su ilustrovani klaster dijagramima uz pomoć softverskog paketa STATISTICA Ver. 9 (Statsoft 2008). Kod produkovanja klaster dijagrama za kalkulaciju distance između klastera je korišćeno kvadratno euklidsko odstojanje, a za kalkulaciju mere povezivanja je korišćen metod pojedinačnog povezivanja (najbližeg suseda) (Statsoft 2008).

#### **7.5.2.3.1. Korelacija genetičkog diverziteta i prostornog rasporeda populacija**

Korelacija između prostornog rasporeda istraživanih populacija kalkulisanog preko njihovih geografskih koordinata i njihovog genetičkog diverziteta je analizirana uz primenu sledećih metoda: Mantelov test, Interpolacija genetičkog reljefa i Razgraničenje regiona primenom Monmorionijerovog algoritma najvećih razlika. Ove analize su izvršene uz pomoć softverskog paketa ALLELES IN SPACE (Miller 2005).

##### **7.5.2.3.1.1. Mantelov test**

Mantelov test je uobičajen metod za određivanje korelacije između matrica sličnosti ili razlika. Ovaj test predstavlja regresivni metod koji je najviše korišćen pristup za otkrivanje odnosa između genetičkih podataka i geografskih parametara. Test zahteva dve matrice: 1. matricu genetičke distance i 2. matricu euklidskih distanci, koja računa distancu između bilo koje dve eksperimentalne jedinice, od populacija do individua. Nulta hipoteza je da ne postoji signifikantan odnos između dve matrice. Kada je ova hipoteza tačna, očekuje se da zabeležena vrednost Mantelove statistike bude bliža sredini referentne distribucije. Kada postoji signifikantni odnos između dve matrice, zabeležena vrednost Mantelove statistike treba da bude viša ili niža od referentnih vrednosti distribucije.

Mantelova statistika se računa preko izraza:

$$r = \frac{\sum \sigma_{std} A_{ij} B_{ij}}{n-1}$$

gde je  $A_{ij}$  matrica genetičke distance, a  $B_{ij}$  matrica geografske distance

Ova standardizovana jednačina omogućava ispitivanje odnosa promenljivih sa različitim mernim jedinicama, prevodeći Mantelovu statistiku na nivo konvencionalnog koeficijenta korelacije (-1 do +1) (Miller 2005; Ivetić 2010). Kod primene ovog testa, 1000 permutacija je napravljeno da se testira značaj rezultata.

#### 7.5.2.3.1.2. Interpolacija genetičkog reljefa

Ovaj metod daje trodimenzionalni prikaz površine, sa geografskim koordinatama kao osama  $x$  i  $y$ , a genetičkim distancama kao visinama reljefa (osa  $z$ ). Proces se sastoji iz nekoliko faza. Prva faza je konstruisanje mreže veza između svih lokacija uzoraka u skupu podataka. Ona može biti izgrađena korišćenjem svih parova lokacija ili na osnovu Delaunay triangulacije. Druga faza je pozicioniranje genetičkih distanci na sredinu između uzoraka povezanih u mrežu. Treća faza je postavljanje rešetke preko mreže veza između uzoraka, a četvrta faza predstavlja interpolaciju genetičkih distanci za sve čvorove rešetke pomoću jednostavne IDW (Inverse Distance Weighted) procedure interpolacije. Rezultat procesa interpolacije genetičkog reljefa je trodimenzionalni prikaz površine, sa geografskim koordinatama predstavljenim osama  $x$  i  $y$  i genetičkim distancama predstavljenim visinom reljefa (osa  $z$ ) (Miller 2005; Ivetić 2010). S obzirom da se Delaunay triangulacija koristi za veliki broj uzoraka, dok se za manji broj uzoraka preporučuje matrica veze na osnovu svih parova (Ivetić *et al.* 2008), u ovom istraživanju se za mrežu veza između lokacija koristio metod matrice veza između svih parova, a visina pikova na grafikonu je određivana upotrebom sirovih genetskih distanci, prethodno dobijenih kao Nei-eve genetske distance u softveru ATETRA.

Na osnovu analize prethodnih rezultata dobijenih korišćenjem ove metode (Ivetić *et al.* 2008) prihvaćeno je da se kod postavljanja rešetke preko mreže veza između uzoraka, postavi rešetka 50 x 50. Veća rezolucija pokazuje veći broj polja u rešeci, ali bez značajnog poboljšanja vizuelizacije rezultata (Ivetić 2010).

#### **7.5.2.3.1.3. Razgraničenje regiona primenom Monmonijerovog algoritma najvećih razlika**

Ovaj metod je značajan zbog toga što identifikuje položaj genetičkih barijera između populacija, za razliku od prethodno spomenutih metoda određivanja prostorne i genetičke korelacije. Metod se sastoji iz sledećih faza:

1. lociranje uzoraka na karti u skladu sa njihovim geografskim koordinatama
2. Delaunay triangulacija u cilju povezivanja izdvojenih geografskih pozicija uzoraka na karti, čime se stvara mreža koja povezuje sve uzorke
3. računanje genetičkih distanci između susednih uzoraka koji se dodaju svakoj ivici koja odgovara susednom uzorku na mreži
4. korišćenje Monmonijerovog algoritma maksimalnih razlika za identifikaciju granica na sledeći način:

-bira se ivica mreže sa najvećom dodeljenom distancom i koristi se za početak izvlačenja granice upravno na granicu mreže

-ivica koja je direktno povezana sa rastućom granicom sa najvećom genetičkom distancom se bira za nastavak granice

-dva prethodna koraka se ponavljaju dok se rastuća granica ne sretne sa drugom granicom ili granicom oblasti koja se istražuje

(Miller 2005; Ivetić 2010).

U ovom radu, usled relativne homogenosti i malih genetičkih distanci između populacija planinskog javora, za konstruisanje Monmonijerovog algoritma nije bilo potrebe za određivanjem većeg broja genetičkih barijera, koje bi dovele do pogrešnih

zaključaka o postojanju značajnih razlika između genetički vrlo bliskih populacija. Prethodnim testiranjem je utvrđeno da se najbolja vizuelizacija rezultata postiže korišćenjem jedne i dve genetičke barijere.

#### 7.5.2.3.2. Korelacija klimatskih parametara i genetičkih distanci

Da bi se izračunala korelacija između klimatskih i genetičkih parametara, bilo je potrebno izračunati klimarske distance i uporediti ih sa genetičkim. Klimatske distance su kalkulisane po sledećoj formuli (Post *et al.* 2003; Ivetić 2010):

$$d_{ij}=0,5(1-r_{ij})+0,5|(x_i-x_j)|/md_{ij}$$

gde je:

$d_{ij}$ =klimatska distanca

$r_{ij}$ =korelacija između oblasti  $i$  i  $j$

$x_i$ =srednja vrednost temperatura oblasti  $i$

$x_j$ =srednja vrednost temperatura oblasti  $j$

$md_{ij}$ =maksimalna srednja razlika temperatura oblasti  $i$  i  $j$  (maksimalna mesečna razlika između dva lokaliteta)

$i$ =oblast koja se posmatra

$j$ =oblast kojom se upoređuje

Računanje klimatske korelacije između oblasti, kao i korelacije klimatskih i genetičkih distanci izvršeno je preko Pirsonovog koeficijenta u kompjuterskom softverskom paketu STATISTICA Ver. 9 (Statsoft 2008).

### **7.5.3. Korelacija varijabilnosti planinskog javora zasnovanih na osnovu morfoloških i molekularnih markera**

Utvrđivanje korelativne veze između varijabilnosti jedinki i populacija planinskog javora na osnovu morfoloških i molekularnih markera je izračunata na taj način što su prvo izdvojeni varijeteti na osnovu morfoloških karakteristika, a zatim je testirano da li postoji statistički značajna korelacija između jedinki koje pripadaju određenom varijetetu i broju pronađenih alela dobijenih analizom mikrosatelita za svaki uspešno amplifikovani prajmer pojedinačno. Korelaciona veza je testirana  $\chi^2$  testom u softverskom paketu STATISTICA Ver. 9 (Statsoft 2008).

## **8. REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

### **8.1. Klimatske karakteristike**

Rezultati aproksimiranih vrednosti temperatura i padavina na svim proučavanim lokalitetima, prikazani su u tabelama 3 i 4. Srednja godišnja temperatura na proučavanim lokalitetima se kreće od 3,7°C na Biogradskoj gori do 7,0°C na Rudniku, gde su i populacije koje se nalaze na najmanjim nadmorskim visinama. Najtopliji mesec na skoro svim lokalitetima je jul, osim na lokalitetu Javorje gde je to avgust. Temperature najtoplijeg meseca se kreću od 11,5°C (Biogradska gora) do 15,8°C (Rudnik). Najhladniji mesec na svim lokalitetima je januar, a srednje temperature u tom mesecu se kreću od -5,1°C na Goliji do -1,6°C na Rudniku. Prosečne temperature u vegetacionom periodu (april-septembar) su u rasponu od 8,4°C na Biogradskoj gori do 12,7°C na Rudniku. Srednja godišnja količina padavina se kreće od 1026,0 mm na Goliji do 2486,3 mm na Biogradskoj gori. Najvlažniji mesec je na većini lokaliteta jun, osim na lokalitetima Biogradska gora i Perućica, gde je to novembar. Količina padavina u toku najvlažnijeg meseca se kreće od 108,3 mm na Goliji do 354,6 mm na Biogradskoj gori. Najsuvlji period kod većine lokaliteta je u toku zime. To je uglavnom februar (na



lokalitetima Rudnik, Goč, Jastrebac i Stara planina) ili januar (na lokalitetima Golija i Javorje). Izuzetak su lokaliteti Biogradska gora i Perućica gde je najsušniji period leto, a najsušniji mesec jul. Odstupanje u pluviometrijskom režimu lokaliteta Biogradska gora i Perućica u odnosu na lokalitete u Srbiji je posledica blizine Jadranskog mora i njim uslovljenog uticaja mediteranske klime, koja se karakteriše primorskim tipom pluviometrijskog režima sa izrazito suvim letnjim i izrazito vlažnim zimskim periodom. Količina padavina u najsuvljem mesecu se kreće od 63,4 mm na Goliji do 84,2 mm na Goču. Količina padavina u vegetacionom periodu je u rasponu od 562,4 mm na Goliji do 853,1 mm na Biogradskoj gori.

Tabela 3: Srednje mesečne i godišnje temperature (°C) na proučavanim lokalitetima za period 1981-2010. godine

Lokalitet	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Godišnje	Veg.period
Rudnik	-1,6	-0,2	1,8	6,9	11,9	13,9	15,8	15,4	12,1	7,1	1,6	-0,4	7,0	12,7
Goč	-3,4	-1,4	-0,1	4,9	9,8	11,2	13,2	12,9	9,9	4,9	-0,9	-2,1	4,9	10,3
Jastrebac	-3,5	-1,7	-0,3	4,9	9,9	11,4	13,2	12,9	9,9	4,7	-1,0	-2,1	4,9	10,4
Stara planina	-4,0	-2,7	-1,2	3,5	8,7	10,5	12,4	12,1	9,1	4,3	-1,2	-2,5	4,1	9,4
Golija	-5,1	-4,2	-1,1	3,6	8,6	11,1	12,9	12,6	9,0	4,9	-0,7	-3,6	4,0	9,6
Javorje	-3,1	-2,3	0,6	5,4	10,5	13,1	14,9	15,2	11,3	7,0	1,4	-2,2	6,0	11,7
Biogradska gora	-3,4	-2,8	-1,5	2,7	7,6	9,5	11,5	11,0	8,4	4,5	-0,6	-2,4	3,7	8,4
Perućica	-3,8	-3,8	-1,0	3,2	8,7	12,3	14,4	14,1	9,9	5,9	0,7	-2,6	4,8	10,4

Tabela 4: Srednje mesečne i godišnje količine padavina(mm) na proučavanim lokalitetima za period 1981-2010. godine

Lokalitet	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Godišnje	Veg. per.
Rudnik	66,5	65,0	74,3	94,6	103,1	134,1	101,3	102,9	90,6	85,9	86,9	80,4	1085,6	626,6
Goč	86,2	84,2	96,2	122,6	133,6	173,8	131,3	133,3	117,4	111,3	112,6	104,2	1407,2	812,0
Jastrebac	83,1	80,8	99,7	116,6	117,3	146,7	113,3	102,6	103,0	101,6	115,8	113,6	1294,5	699,5
Stara planina	77,1	74,3	78,4	105,9	131,1	136,6	119,2	102,4	101,1	99,9	103,0	91,5	1218,7	696,3
Golija	63,4	64,9	63,5	76,2	97,9	108,3	91,6	84,9	103,5	85,4	101,4	85,1	1026,0	562,4
Javorje	76,6	80,2	85,9	92,5	110,5	129,0	112,8	92,3	115,1	91,6	108,1	96,7	1191,3	655,2
Biograd. gora	246,6	232,5	212,3	213,7	147,3	124,1	75,3	91,4	201,3	250,3	354,6	336,9	2486,3	853,1
Perućica	116,0	119,7	107,7	125,2	103,5	92,8	69,5	73,1	124,3	164,7	214,6	183,2	1494,3	588,4

### 8.1.1. Bioklimatska klasifikacija po Langu

R. Lang je uveo u klimatologiju pojam kišnog faktora (KF), po formuli  $KF=P/t$ , gde je „P“ prosečna godišnja visina padavina, a „t“ prosečna godišnja temperatura vazduha. Na osnovu ovog parametra Lang daje sledeću bioklimatsku klasifikaciju:

KF=0-20 - pustinje

KF=20-40 - polupustinje

KF=40-60 – stepe i savane

KF=60-100 – niske šume

KF=100-160 – visoke šume

KF veće od 160 – pustare i tundre

Vrednosti KF od 0-40 predstavljaju aridnu klimu, vrednosti 60-100 predstavljaju humidnu, a vrednosti veće od 160 predstavljaju perhumidnu klimu (Kolić 1988). Velika prednost ove klasifikacije je u tome što ona važi i za sezonske vrednosti kao i za vrednosti za vreme vegetacionog perioda. Kišni faktor za vegetacioni period se dobija po sledećoj formuli:

$$K_{vp}=P_{vp}/t_{vp},$$

gde je  $P_{vp}$  prosečna količina padavina u toku vegetacionog perioda (april-septembar), a  $t_{vp}$  prosečna temperatura u toku vegetacionog perioda (Kolić 1988, Unkašević 2005).

Vrednosti KF za skoro sve istraživane populacije planinskog javora pokazuju da se one nalaze u uslovima perhumidne klime, gde se vrednost KF kreće od 198,6 na Javorju do 672,0 na Biogradskoj gori (Tabela 5). Jedini izuzetak predstavlja populacija na Rudniku koja se nalazi u uslovima humidne klime visokih šuma sa vrednošću 155,1, koja je uslovljena time što se na ovoj planini populacije planinskog javora nalaze na najnižoj nadmorskoj visini (1000-1100 m). Međutim, u vegetacionom periodu klimatski uslovi su znatno povoljniji, tako da tada na skoro svim lokalitetima vlada klima stepa i niskih šuma, osim na lokalitetu Biogradska gora, gde i u vegetacionom periodu vlada humidna

klima visokih šuma. Time se kompenzuje prekomerna količina vlage u ostatku godine i omogućava rast i razvoj šumskih zajednica, iako izvan svog optimuma.

Tabela 5: Vrednost Langovog kišnog faktora na proučavanim lokalitetima

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	Godišnje vrednosti KF	Vrednosti KF u vegetacionom periodu
RUDNIK	1050	155,1	49,3
GOČ	1450	287,2	78,8
JASTREBAC	1400	264,2	67,3
STARA PLANINA	1550	297,2	59,8
GOLIJA	1550	256,5	58,6
JAVORJE	1350	198,6	56,0
BIOGRADSKA GORA	1650	672,0	101,6
PERUĆICA	1550	317,9	56,5

### 8.1.2. Kepenova klimatska klasifikacija

Ova klasifikacija se zasniva na podacima o temperaturi i padavinama, pri čemu se koriste srednje godišnje i mesečne vrednosti. Po ovoj klasifikaciji postoji 11 glavnih klimatskih tipova koji se mogu kombinovati u pet klimatskih grupa. Osnovne klimatske grupe su:

A- vlažna tropska klima. Ne postoji zima; svi meseci imaju srednju temperaturu veću od 18°C.

B- Suva klima. Potencijalno isparavanje veće od padavina. Postoji stalan manjak vode.

C – Vlažna umerena klima sa blagim zimama. Prosečna temperatura najhladnijeg meseca je ispod 18°C, ali iznad -3°C.

D – Vlažna umerena klima sa oštrim zimama. Prosečna temperatura najhladnijeg meseca je ispod -3°C, a najtoplijeg iznad 10°C.

E – Polarna klima. Nema pravog leta ni vegetacionog perioda. Prosečna temperatura najtoplijeg meseca je ispod 10°C.

Kepen je u svojoj klasifikaciji pošao od prirodnih vegetacijskih granica, kojima je pripisao određene vrednosti meteoroloških parametara. Tako je :

A tip - tropske prašume

B tip – pustinje

C tip – srednje geografske širine pod većim ili manjim uticajem okeana

D tip – srednje geografske širine duboko u kontinentu ili planine preko 1000 m nadmorske visine

E tip – područje večitog leda ili tundre

Postoje i podtipovi po kriterijumu padavina i temperature. Na osnovu padavina izdvajaju se podtipovi:

w – najmanje desetostruka količina padavina u nekom letnjem mesecu u odnosu na najsuvlji zimski mesec

s – najmanje trostruka količina padavina u nekom zimskom mesecu u odnosu na najsuvlji letnji mesec

f – kriterijumi za w i s nisu zadovoljeni

Na osnovu temperatura izdvajaju se podtipovi:

a – najtopliji mesec ima srednju temperaturu iznad 22°C

b – nijedan mesec nema srednju temperaturu iznad 22°C. Najmanje četiri meseca imaju srednju temperaturu iznad 10°C

c – jedan do tri meseca imaju srednju temperaturu iznad 10°C. Srednja temperatura najhladnijeg meseca veća od -38°C

d - jedan do tri meseca imaju srednju temperaturu iznad 10°C. Srednja temperatura najhladnijeg meseca manja od -38°C

h – srednja godišnja temperatura veća od 18°C

k – srednja godišnja temperatura manja od 18°C

(Gburčik 1995; Unkašević 2005).

Na osnovu Kepenove klimatske klasifikacije na svim lokalitetima, osim na Rudniku preovlađuje D klimatski tip (vlažna umerena klima sa oštrim zimama). Na Rudniku je prisutan tip C (vlažna umerena klima sa blagim zimama). Ovi rezultati se veoma dobro poklapaju sa Kepenovim postavkama da se klimatski tip D u predelima bez izražene kontinentalne klime pojavljuje na nadmorskim visinama iznad 1000 m. Zastupljeni podtipovi su sledeći: Rudnik Cfb, Javorje Dfb, dok populacije na ostalim lokalitetima u Srbiji imaju klimu Dfc. Populacije na lokalitetima u Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini (Biogradska gora i Perućica) se nalaze u klimatskoj zoni Dsc, koja je uslovljena blizinom Jadranskog mora i uticaja njim uslovljene mediteranske klime, koja se karakteriše primorskim tipom pluviometrijskog režima sa izrazitim razlikama u količini padavina između letnjeg i zimskog perioda.

### **8.1.3. Klimatska reonizacija po Torntvajtu**

Torntvajtov metod klasifikacije klime je u neposrednoj vezi sa granicama koje postoje u biljnom svetu (Unkašević 2005). Klimatska klasifikacija po Torntvajtu se izračunava na osnovu Torntvajtovog klimatskog indeksa (I) koji je definisan formulom:

$$I = I_v - 0.6 I_s,$$

gde je  $I_v$  indeks vlažnosti, a  $I_s$  indeks suše.

Indeks vlažnosti se izračunava po formuli  $I_v = 100 V/PE$ , a indeks suše  $I_s = 100 M/PE$ . Vrednost V je višak vode, PE je potencijalna evapotranspiracija, a M manjak vode koji je razlika između potencijalne i stvarne evapotranspiracije.

Na osnovu veličine Torntvajtovog klimatskog indeksa se određuju sledeći klimatski tipovi:

- 60 do -40 predstavlja aridnu klimu (tip E), karakterisanu pustinjskom vegetacijom;
- 40 do -20 predstavlja semiaridnu klimu (tip D), karakterisanu stepskom vegetacijom;

-20 do 0 predstavlja subhumidnu suvlju klimu (tip C<sub>1</sub>), karakterisanu vegetacijom niskih trava;

0 do 20 predstavlja subhumidnu vlažniju klimu (tip C<sub>2</sub>), karakterisanu vegetacijom visokih trava;

20 do 40 predstavlja blago humidnu klimu (tip B<sub>1</sub>);

40 do 60 predstavlja umereno humidnu klimu (tip B<sub>2</sub>);

60 do 80 predstavlja pojačano humidnu klimu (tip B<sub>3</sub>);

80 do 100 predstavlja jako humidnu klimu (tip B<sub>4</sub>);

Humidni klimatski tipovi odgovaraju šumskoj vegetaciji;

Indeks veći od 100 označava perhumidnu klimu (tip A), karakterisanu vegetacijom visokih šuma;

(Gburčik 1995)

Tabela 6: Vrednost Tomtvajtovog klimatskog indeksa na proučavanim lokalitetima (Babić in litt; Krstić in litt.)

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	PE	M	V	Godišnja vrednost	Tip klime
RUDNIK	1050	559	0	526	94,1	jako humidna (B <sub>4</sub> )
GOČ	1450	435	0	971	223,1	perhumidna (A)
JASTREBAC	1400	436	0	858	197,0	perhumidna (A)
STARA PLANINA	1550	418	0	803	192,0	perhumidna (A)
GOLIJA	1550	422	0	604	143,2	perhumidna (A)
JAVORJE	1350	463	0	728	157,3	perhumidna (A)
BIOGRADSKA GORA	1650	460	0	2026	440,7	perhumidna (A)
PERUĆICA	1550	430	0	1065	247,8	perhumidna (A)

Legenda:

PE-potencijalna evapotranspiracija

M-manjak vlage

V-višak vlage

Na osnovu dobijenih vrednosti analize Torntvajtovog klimatskog indeksa (Tabela 6) vidi da se skoro sve populacije planinskog javora nalaze u uslovima perhumidne klime (tip A), sa godišnjom vrednošću koja se kreće od 192,0 na Staroj planini do 440,7 na Biogradskoj gori. Jedino populacije na Rudniku se nalaze u uslovima jako humidne klime (tip B4) sa vrednošću 94,1. U celini se može zaključiti da se sve proučavane populacije planinskog javora nalaze u klimatskim uslovima povoljnim za šumsku vegetaciju.

#### **8.1.4. Stepen kontinentalnosti klime**

Stepen kontinentalnosti klime izražava uticaj karakteristika kopna na klimu nekog područja. Kerner je odredio taj stepen pomoću termodromskog koeficijenta (KK) po

$$\text{formuli: } KK = \frac{T_x - T_{iv}}{A} * 100 (\%),$$

gde su  $T_x$  i  $T_{iv}$  prosečne temperature vazduha u oktobru i aprilu, a  $A$ -prosečna godišnja temperaturna amplituda

Na osnovu vrednosti koeficijenta KK izdvajaju se:

KK >15% - maritimna klima

KK=10-15% - prelazna litoralna (obalska) klima

KK=5-10% - blaga kontinentalna (planinska) klima

KK=0-5% - umereno kontinentalna klima

KK=0-(-10)% - pojačana kontinentalnost

KK < -10% - jaka kontinentalnost (Kolić 1988; Gburčik 1995).



Tabela 7: Vrednosti Kernerovog termodromskog koeficijenta za proučavane lokalitete

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	Termodromski koeficijent (%)
RUDNIK	1050	1,1
GOČ	1450	0,0
JASTREBAC	1400	-1,2
STARA PLANINA	1550	4,8
GOLIJA	1550	4,9
JAVORJE	1350	8,9
BIOGRADSKA GORA	1650	12,1
PERUĆICA	1550	14,8

Na osnovu analize podataka obrađenih Kernerovim termodromskim koeficijentom (Tabela 7), uočavaju se velike razlike u pogledu karakteristika proučavanih lokaliteta. Lokaliteti Biogradska gora i Perućica imaju litoralnu klimu, lokalitet Javorje planinsku klimu, lokaliteti Golija, Stara planina, Rudnik i Goč se karakterišu umereno kontinentalnom klimom, dok lokalitet Jastrebac ima pojačano kontinentalnu klimu. Ovi rezultati nisu u skladu sa stvarnim stanjem na planinskim masivima u Srbiji, gde se vrednost KK uglavnom kreće od 6 do 12%, tj. pretežno se odlikuju planinskom do litoralnom klimom, dok nizijski delovi Srbije imaju pretežno umereno kontinentalnu klimu, manjim delom i pojačano kontinentalnu (Kolić 1988). Do neusklađenosti je došlo usled nedovoljnog kvaliteta obrađenih podataka, tj. nedostatka meteoroloških podataka za odgovarajuće nadmorske visine na proučavanim lokalitetima i nužnosti korišćenja interpolisanih podataka sa najbližih sinoptičkih stanica koje se pretežno nalaze u nizijskim područjima gde su klimatski režimi u manjoj ili većoj meri izmenjeni.

### 8.1.5. Tip oticanja vode i potreba za navodnjavanjem

Tip oticanja vode i potreba za navodnjavanjem određuje se po De Martonovom indeksu suše po sledećoj formuli:

$$IS = \frac{P}{t + 10},$$

gde je P = prosečna godišnja količina padavina, a

t = prosečna godišnja temperatura vazduha

Na osnovu dobijenih parametara određena je sledeća klasifikacija:

IS= 0-5 – areizam (nema pravilnog oticanja-pustinje)

5-10 – endoerizam (voda ne odlazi u okeane, nego u zatvorene kontinentalne bazene-polupustinje - navodnjavanje neophodno u toku cele godine)

10-20 – prelazni tip (navodnjavanje potrebno)

više od 20 egzoerizam (voda odlazi u okeane)

20-30 – oticanje je prekinuto ili smanjeno samo u sušnim mesecima (navodnjavanje je potrebno u toplim mesecima) - počinju šume

30-40 – oticanje vode stalno (navodnjavanje nepotrebno) –šume zauzimaju sve veći prostor u prirodi

više od 40 – oticanje vode obilno (izrazito šumsko područje) (Kolić 1988; Gburčik 1995)

Na osnovu analize podataka (Tabela 8) vrednosti De Martonovog indeksa suše se kreću od 63,9 na Rudniku do 181,5 na Biogradskoj gori. Na svim proučavanim lokalitetima je ovaj indeks daleko iznad vrednosti 40, iz čega se vidi da su svi lokaliteti izrazito šumska područja u kojima se suša uopšte ne javlja.

Tabela 8: Vrednosti De Martonovog indeksa suše na proučavanim lokalitetima

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	De Martonov indeks suše
RUDNIK	1050	63,9
GOČ	1450	94,4
JASTREBAC	1400	86,9
STARA PLANINA	1550	86,4
GOLIJA	1550	73,3
JAVORJE	1350	74,5
BIOGRADSKA GORA	1650	181,5
PERUĆICA	1550	101,7

### 8.1.6. Pluviometrijska agresivnost klime

Koeficijent pluviometrijske agresivnosti klime izražava se koeficijentom Furnijea po formuli:

$$C = \frac{p^2}{P}$$

gde je p = prosečna količina padavina u najkišovitijem mesecu u godini (mm)

P = prosečna godišnja količina padavina (mm)

Na osnovu rezultata dobija se klasifikacija:

C < 8 – nema pluviometrijske ugroženosti

C = 8-12 – blaga pluviometrijska ugroženost

C = 12-16 – srednja pluviometrijska ugroženost

C = 16-20 - jaka pluviometrijska ugroženost

C > 20 – veoma jaka pluviometrijska ugroženost (Kolić 1988).

Tabela 9: Vrednosti koeficijenta Furnijea na proučavanim lokalitetima

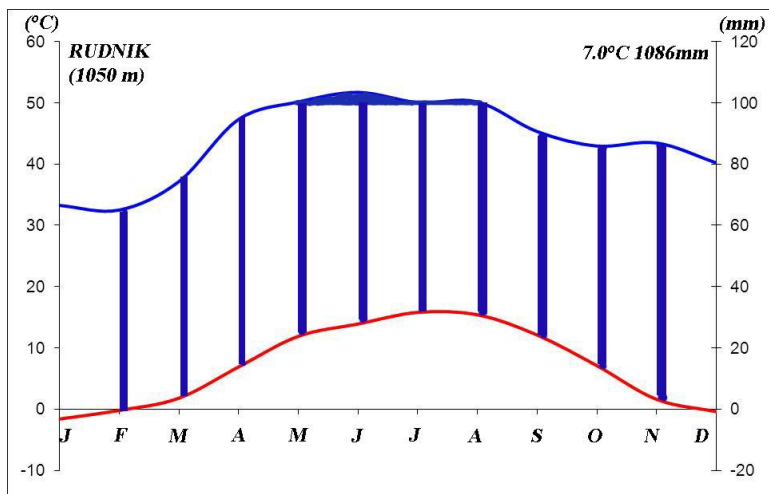
Lokalitet	Nadmorska visina (m)	Koeficijent Furnijea
RUDNIK	1050	16,6
GOČ	1450	21,6
JASTREBAC	1400	16,6
STARA PLANINA	1550	15,3
GOLIJA	1550	11,4
JAVORJE	1350	14,0
BIOGRADSKA GORA	1650	50,6
PERUĆICA	1550	30,8

Na osnovu analiziranih podataka (Tabela 9) vidi se da je većina lokaliteta pluviometrijski ugrožena. Jedino na Goliji je prisutna blaga pluviometrijska ugroženost (11,4), Javorje i Stara planina pokazuju srednju ugroženost, na Rudniku i Jastrepču je ona jaka, dok je vrlo jaka na Goču, Perućici i pogotovo Biogradskoj gori, gde koeficijent Furnijea iznosi 50,6. Jaka pluviometrijska ugroženost je uobičajena za planinske predele, jer se povećanjem nadmorske visine sve više povećava i količina padavina, kao i nagibi padina, pa samim tim je i opasnost od erozionih procesa veća (Kolić 1988).

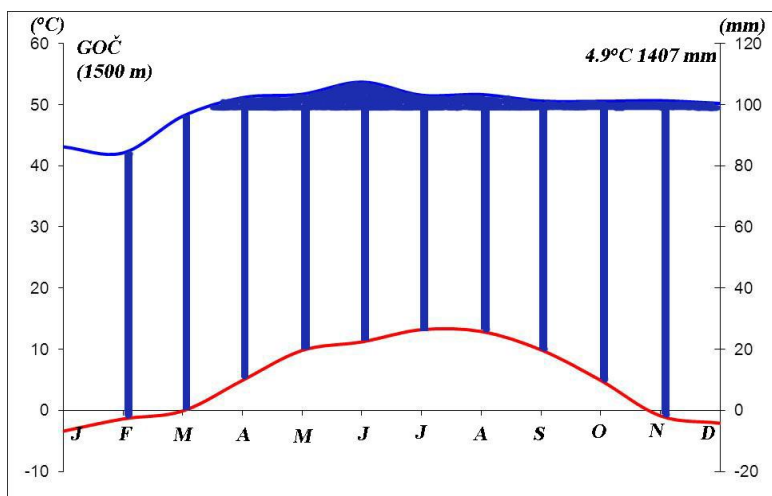
#### 8.1.7. Ombrotermni dijagrami (klimadijagrami) Gosena i Valtera

Ombrotermni dijagrami (ili klimadijagrami) daju grafički prikaz karakterističnih odlika klime nekog kraja. Kod klimadijagrama po Gosenu i Valteru osnovni klimatski faktori koji se uzimaju u obzir su temperatura i padavine. Za predstavljanje temperature

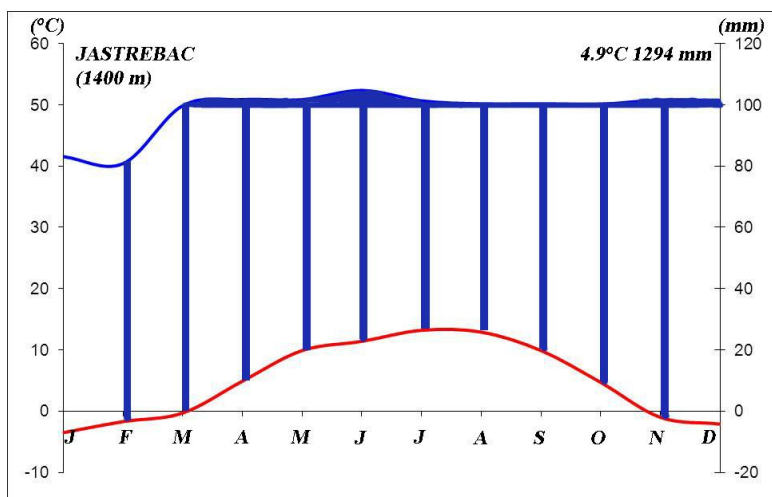
se uzimaju srednje mesečne vrednosti izražene u °C, a za padavine srednja količina ukupnih mesečnih padavina izražena u mm. Na ordinatu se nanose vrednosti za temperature i padavine, a na apscisi meseci u godini. Rastojanje na ordinati kojim je predstavljeno 10°C odgovara rastojanju kojim je predstavljeno 20 mm vodenog taloga, tako da je odnos temperatura:padavine=1:2. Utvrđeno je da se sušni period za biljke javlja u onom periodu u kojem se kriva padavina spušta ispod krive temperature. Ta površina se punkтира na klimadijagramu. Osim sušnog perioda, određuje se i umereno sušni period, koji se označava vodoravnim isprekidanim linijama. On se određuje tako što se odredi rastojanje vrednosti temperatura: padavine=1:3 i utvrdi gde se te dve krive presecaju. Površina iznad krive temperature, a ispod krive padavina se šrafira uspravnim linijama i predstavlja vlažni godišnji period. U vrlo vlažnim oblastima sa mesečnim padavinama iznad 100 mm, srazmera za padavine preko ove vrednosti se umanjuje na 1/10, a površina koju zaklapa kriva padavina se zacrnjuje iznad 100 mm, što označava da jedan podeok ovde predstavlja 10 puta veći talog nego ispod linije za 100 mm (Walter 1962; Janković 1990a). Redukcija vrednosti padavina za iznose preko 100 mm se vrši iz dva razloga. Prvi je da bi u slučaju realnog prikazivanja dijagrami bili preveliki, a drugi je da tako obilne padavine nemaju većeg značenja za biljni svet, jer višak vode otiče po površini supstrata (Фукapeк *et al.* 1982). Odnos površine vlažnih i sušnih perioda prikazuje opšti stepen humidnosti datog područja (Krstić 1992).



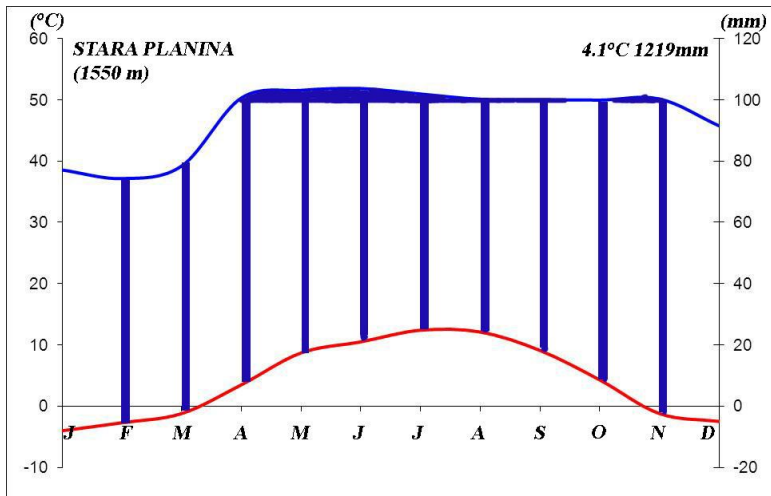
Grafikon 1: Klimadijagram za Rudnik



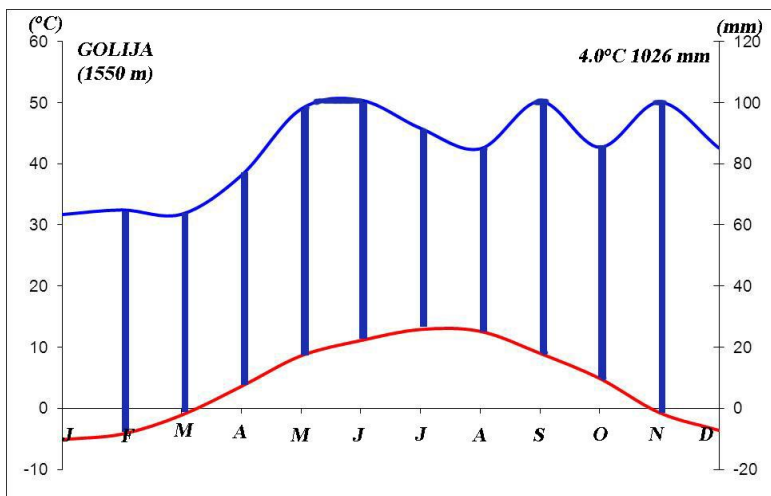
Grafikon 2: Klimadijagram za Goč



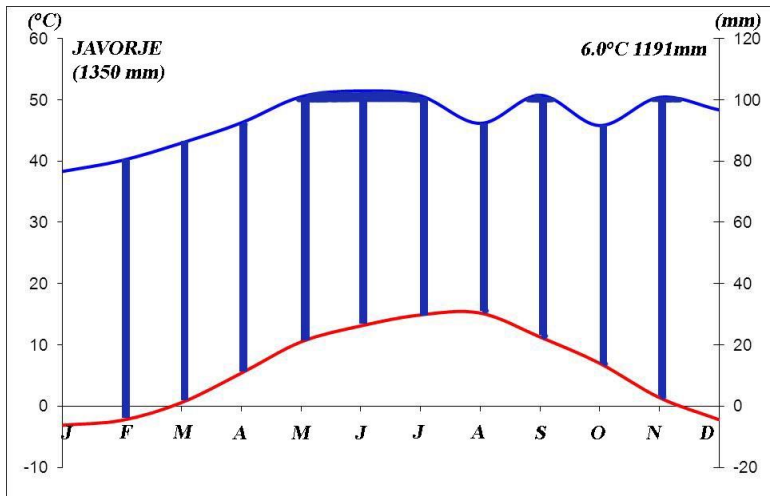
Grafikon 3: Klimadijagram za Jastrebac



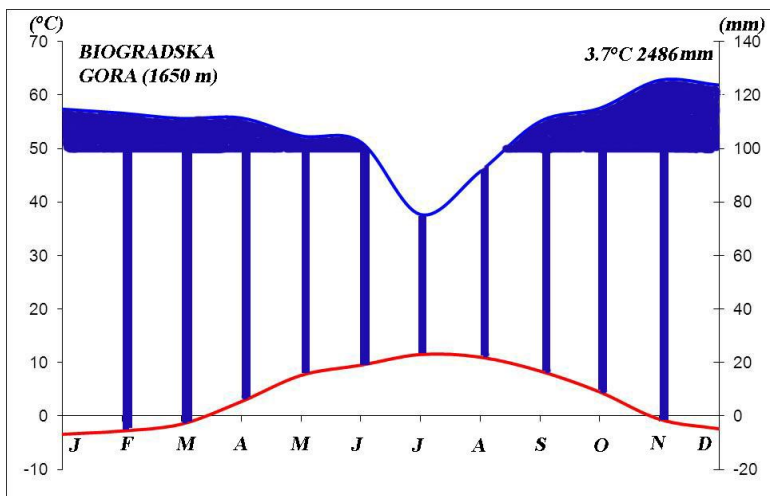
Grafikon 4: Klimadijagram za Staru planinu



Grafikon 5: Klimadijagram za Goliju

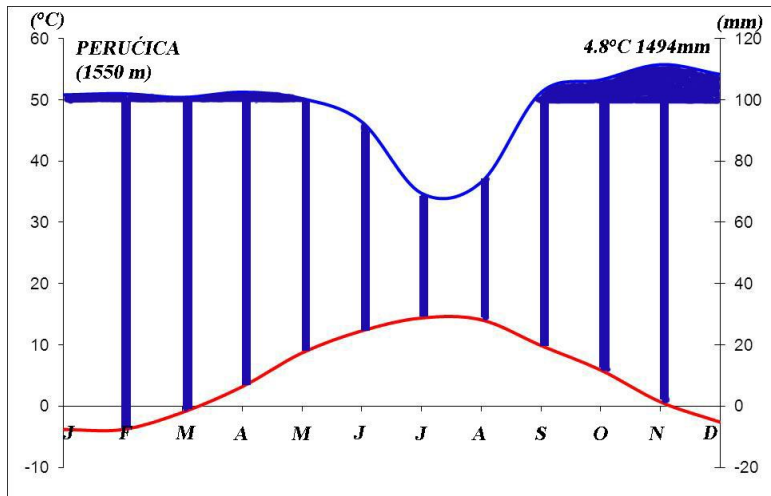


Grafikon 6: Klimadijagram za Javorje



Grafikon 7: Klimadijagram za Biogradsku goru





Grafikon 8: Klimadijagram za Perućicu

Analiza klimadijagrama Gosena i Valtera pokazuje da se svi proučavani lokaliteti planinskog javora nalaze u uslovima vrlo vlažne klime. Na svim lokalitetima su zabeleženi perhumidni periodi, a sa druge strane nigde nisu zabeleženi ni sušni ni umereno sušni periodi. Može se zaključiti da su svi proučeni lokaliteti izrazito šumska područja.

## 8.2. Orografske karakteristike

Ispitivanjem orografskih karakteristika je utvrđeno da se sve proučavane sastojine planinskog javora nalaze u planinskim predelima. Skoro sve populacije su vezane za subalpijski pojas vegetacije, na nadmorskim visinama 1400-1700 m. Jedini izuzetak je populacija na Rudniku, najsevernijem nalazišti vrste uopšte, gde se populacije nalaze u montanom pojasu na nadmorskim visinama 1000-1100 m. Ekspozicije na kojima se nalaze populacije su uglavnom hladne i zaklonjene. Najčešće su rasprostanjene na severnoj ekspoziciji, zatim na severozapadnoj, severoistočnoj, ređe na zapadnoj, jugozapadnoj ili istočnoj. Populacije nigde nisu zabeležene na južnim ekspozicijama. Nagibi na kojima se populacije planinskog javora nalaze su različiti, ali su pretežno blagi, i kreću se od potpuno ravnih terena (nagib 0°), do terena sa umereno strmim nagibom

(15-25° po Bunuševcu 1951). Samo na Staroj planini je planinski javor zabeležen na vrlo strmim nagibima (do 40°), a nigde nije zabeležen na vrletnim terenima (preko 45° po Bunuševcu 1951).

### 8.3. Edafske karakteristike

#### 8.3.1. Geološka podloga

Na osnovu determinacije petrološkog materijala prikupljenog prilikom kopanja pedoloških profila na terenu, izvršene u laboratoriji Univerziteta u Beogradu-Šumarskog fakulteta, kao i na osnovu podataka iz šumskih osnova za odelenja na kojima su tabeležene proučavane populacije, utvrđeno je da se planinski javor na proučavanim lokalitetima nalazi na 10 različitih tipova geoloških podloga. Na lokalitetu Rudnik su prisutni peščari i glinci, na Goču graniti i granodioriti, na Jastrepцу škrljci, filiti i gnajsevi, na Staroj planini peščari, na Goliji škrljci, korniti i filiti, na Javorju škrljci, a na Biogradskoj gori i Perućici su zabeležene krečnjake stene (na Perućici jedri krečnjaci, a na Biogradskoj gori laporoviti krečnjaci, kao i krečnjačke breče). Opisi stena su dati prema: Korbel i Novak (1999), Knežević-Đorđević i Joksimović (2008), i Nikić i Gajić (2010).

Graniti i granodioriti pripadaju magmatskim stenama. Graniti pripadaju grupi granita i riolita. Opšta karakteristika im je visok sadržaj silicije ( $\text{SiO}_2$ ) (preko 66%), prisustvo slobodnog  $\text{SiO}_2$  u vidu kvarca, povišeni sadržaj alkalije ( $\text{K}_2\text{O}$  i  $\text{Na}_2\text{O}$ ) i mali sadržaj magnezije ( $\text{MgO}$ ), gvožđa i kalcije ( $\text{CaO}$ ). Bitna karakteristika ove grupe je prisustvo kvarca i alkalnog feldspata uz koje se javljaju muskovit ( $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$ ) i bojeni minerali. Graniti su dubinske stene izgrađene od kvarca, alkalnog feldspata (ortoklas ili albit) i liskuna ili nekog drugog bojenog minerala: hornblenda, augit...Kao sporedni sastojci se pojavljuju cirkon, apatit, magnetit i dr. Graniti su po boji sivi ili crvenkasti, zrnaste strukture, pri čemu veličina zrna varira od veoma sitnozrnih (ispod 2 mm) do grubozrnih (preko 10 mm). Teksture su masivne, planparalelne, škrljave, lučenje

je pločasto, bankovito, kuglasto. Raspadanjem granita nastaju kisela zemljišta, usled niskog sadržaja kalcijuma, koja su takođe i peskovita, usled prisustva slobodnog kvarca.

Granodioriti su kisele do intermedijarne magmatske stene, sa sadržajem slobodnog kvarca, intermedijarnog plagioklasa, a alkalni feldspat je prisutan ili odsustvuje. Predstavljaju prelaz između granita i kvarcdiorita. Izgrađeni su od ortoklasa, intermedijarnog plagioklasa, kvarca i bojenog minerala. Struktura je zrnata, boja siva, zelenkastosiva ili crvenkasta, tamniji su od granita. Lučenje je pločasto, bankovito ili kuglasto. Raspadanjem nastaju kisela i peskovita zemljišta, kao u slučaju granita.

Peščari, glinci, krečnjaci i krečnjačke breče su sedimentne stene. Peščari su vezane klastične sedimentne stene nastale cementovanjem peska nekim od prirodnih vezivnih sredstava. Spadaju u psamitolitske stene sa krupnoćom zrna 0,05-2 mm. Tekstura im je slojevita ili masivna. Izgrađeni su od zrna kvarca, muskovita, apatita, magnetita, turmalina, granata. Cement može biti različit i prema njemu dobijaju nazive: silicijski, krečni, glinoviti, dolomitski, bituminozni, gvožđeviti i dr. Raspadanjem peščara sa dosta kvarca i silicijskim vezivom dobijaju se zemljišta lošeg kvaliteta, dok karbonatni i glinoviti peščari daju zemljišta nešto boljeg kvaliteta.

Glinci su vezane klastične sedimentne stene. Spadaju u pelitolitske stene čija je krupnoća čestica ispod 0,005 mm. Tekstura im je slojevita ili sočivasta. Izgrađeni su od minerala glina. Kao sporedni sastojci se pojavljuju kvarc, apatit, granat, oksidi gvožđa, oksidi mangana i organske materije. Raspadanjem uglavnom daju plitka zemljišta.

Krečnjaci su stene jedre ili sitnokristalaste strukture, a slojevite, bankovite ili masivne teksture. Boja im je bela ili siva u zavisnosti od primesa, a izgrađeni su od kalcita ( $\text{CaCO}_3$ ). Retko su čisti i najčešće sadrže primese gline, gvožđa, magnezijuma, kvarca, organskih materija itd. Karakteristike zemljišta na krečnjacima zavise od primesa, pošto se kalcijum karbonat lako rastvara i biva odnesen. Zato su zemljišta nastala od čistog krečnjaka niske produktivnosti, plitka, kamenita i suva. Zemljišta nastala od nečistih glinovitih krečnjaka mogu da budu veoma plodna. Laporoviti krečnjaci u sebi sadrže veću količinu minerala glina (25-40%) i stoga na njima nastaju plodnija zemljišta nego na čistim krečnjacima.

Breče predstavljaju drobinu cementovanu nekim prirodnim cementom. Struktura im je psefitolitska, sa krupnoćom čestica preko 2 mm, a tekstura slojevita. Sastoje se od

nezaobljenih fragmenata i vezivne mase, pri čemu su fragmenti obično od jedne vrste stene, jer je materijal malo transportovan. Cement može biti doveden spolja ili nastao rastvaranjem materijala same drobine. Ime dobijaju prema vrsti fragmenta. U krečnjačkim brečama dominiraju krečnjaci. Zemljišta nastala od breča su različitih osobina u zavisnosti od njihovog mineralnog sastava.

Filiti, škriljci, gnajsevi i korniti pripadaju metamorfnim stenama. Filiti, škriljci i gnajsevi pripadaju regionalno metamorfnim stenama, dok korniti pripadaju kontaktno metamorfnim stenama. Regionalno metamorfne stene nastaju u dubinama zemljine kore, gde usled tektonskih pokreta dolazi do povećanja i temperature i pritiska koji vrše intenzivan preobražaj stena na velikim prostranstvima, dok kontaktno metamorfne stene nastaju dejstvom magme koja izlivanjem menja okolne stene predajući im toplotu ili sa njima vrši razmenu materija.

Filiti su stene niskog kristaliniteta. Nastaju metamorfozom glinovitih stena. Struktura im je lepidoblastična, a tekstura škriljava. Izgrađeni su od sericita (tj. sitnoljuspastog varijeteta muskovita (Спиридонов *et al.* 1980) i kvarca, a često su prisutni hlorit i feldspati. Pojavljuje se u vidu tankih sivih, tamnosivih ili crnih ploča. Relativno se lako raspadaju i prelaze u trošne zemljaste mase.

Škriljci su srednjozrne do krupnozrne stene, srednjeg do visokog kristaliniteta, dobro izražene škriljavosti. Vodeći minerali u njima su filosilikati: muskovit, hlorit, talk ( $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ), biotit ( $\text{K}(\text{Fe},\text{Mg})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$ ). Osim njih, skoro redovno je prisutan i kvarc. Mogu sadržavati i druge minerale, kao što su amfiboli, epidot itd. U zavisnosti od mineralnog sastava na škriljcima se formiraju zemljišta slabe do srednje plodnosti.

Gnajsevi su stene visokog stepena kristaliniteta. Nastaju od granita i srodnih stena (ortognajsevi) ili arkoznihi peščara (paragnajsevi). Struktura im je granoblastična, nekad porfiroblastična, a tekstura škriljava, okcasta, trakasta, ubrana ili nekad i masivna. Izgrađeni su od kvarca, alkalnog feldspata, liskuna ili nekog drugog bojenog minerala. Raspadanjem gnajseva nastaju kisela zemljišta, usled niskog sadržaja kalcijuma, koja su i peskovita, usled prisustva slobodnog kvarca.

Korniti su sitnozrne, granoblastične stene masivne ili trakaste teksture koje se formiraju na dodiru magme i glinovitih stena. Izgrađeni su od augita

((Ca,MgFe,Al)(Si,Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>)), biotita, kvarca, feldspata, hornblende, nekad i epidota. Korniti su veoma otporni na raspadanje i usled toga, na njima se formiraju uglavnom plića zemljišta.



Slika 41: Škriljci (Javorje)



Slika 42: Jedri krečnjaci (Perućica)



Slika 43: Krečnjačke breče (Biogradska gora)



Slika 44: Korniti (Golija)

### 8.3.2. Zemljište

Na osnovu analize pedoloških profila je utvrđeno da se na istraživanim lokalitetima nalaze četiri tipa zemljišta: krečnjačko-dolomitna crnica (kalkomelanosol), humusno-silikatno zemljište (ranker), kiselo smeđe zemljište (distrični kambisol) i smeđe zemljište na krečnjaku i dolomitu (kalkokambisol). Krečnjačke crnice i humusno-silikatna zemljišta spadaju u klasu humusno-akumulativnih (profil A-C), a kisela smeđa i smeđa zemljišta na krečnjaku u klasu kambičnih zemljišta (profil A-(B)-C). Opis prisutnih tipova zemljišta je dat po Ćirić (1965, 1991) i Antić *et al.* (2007).

Krečnjačko-dolomitna crnica (kalkomelanosol) se obrazuje na tvrdim krečnjacima i dolomitima sa više od 98%  $\text{CaCO}_3(\text{MgCO}_3)$ . Može da se formira u svim klimatskim regionima, ali se najviše pojavljuje u visokoplaninskim predelima, na strmim padinama, gde njenom održavanju pogoduju ekstremni klimatski uslovi. Pošto su tvrdi krečnjaci i dolomiti veoma slabo rastvorljivi, izvor mineralnog dela za njihovo obrazovanje je sasvim ograničen, pa primarne faze razvoja ovih zemljišta imaju organogeni karakter. To su plitka zemljišta, retko preko 30 cm dubine. Zbog male dubine profila i male sposobnosti zadržavanja vode, ovo su zemljišta niske produktivnosti (25 od mogućih 100 bodova po Ćiriću i Milošu 1980). Na proučavanim lokalitetim krečnjačko-dolomitna crnica je zabeležena samo na lokalitetu Perućica, na oba pedološka profila.

Humusno-silikatno zemljište (ranker) predstavlja izrazito planinsko zemljište, jer se javlja na strmim padinama i glavicama, s glavnom zonom rasprostranjenja iznad 800 m nadmorske visine. Obrazuje se na različitim silikatnim supstratima. Održavanju ovog zemljišta pogoduje planinska klima sa ostrim kolebanjima hidrotermičkih uslova i dugim hladnim periodom, kao i pedoklimatska suvoća, uslovljena plitkoćom zemljišnog profila. Dominantni pedogenetički proces je nakupljanje humusa, usled nepovoljnih klimatskih i orografskih uslova, koji usporavaju mineralizaciju humusa i intenzitet ostalih procesa transformacije. Zbog male dubine profila (ispod 50 cm), ovo su zemljišta niske produktivnosti (21 od mogućih 100 bodova po Ćiriću i Milošu 1980). Na proučavanim lokalitetim humusno-silikatno zemljište je zabeleženo samo na lokalitetu Jastrebac, na jednom pedološkom profilu.

Kiselost smeđe zemljište predstavlja smeđe zemljište sa niskim stepenom zasićenosti bazama (V), koji je manji od 50%. Prirodne uslove obrazovanja kiselih smeđih zemljišta karakteriše umereno humidna klima sa padavinama koje iznose 700-1000 mm i srednjom godišnjom temperaturom 5-8°C. Nadmorske visine su uglavnom između 500 m i 1100 m. Ova zemljišta se obrazuju na kvarcno-silikatnim supstratima sa malom količinom bazičnih katjona (kisele eruptivne stene, peščari, glinci, kristalasti škrljci). Predstavljaju jedno od najrasprostranjenijih zemljišta u brdskoplaninskim regionima. Pripadaju srednje produktivnim šumskim zemljištima, usled znatne dubine i povoljnih fizičkih svojstava, ali niskog nivoa zasićenosti bazama i niskog stepena trofičnosti (56 od mogućih 100 bodova po Ćiriću i Milošu 1980). Na proučavanim lokalitetima ovaj tip zemljišta apsolutno dominira. Od 19 proučenih pedoloških profila, na 14 je zastupljen ovaj tip zemljišta. Tu spadaju svi proučeni profili sa Rudnika, Goča, Stare planine, Javorja, Golije, kao i tri od četiri analizirana profila na Jastrepču.

Smeđe zemljište na krečnjaku i dolomitu se obrazuje na tvrdim čistim krečnjacima i dolomitima koji sadrže manje od 1% nerastvornog ostatka. Najčešće se formira na srednjim visinskim pojasevima i blažim nagibima. Ova zemljišta nisu duboka (retko više od 60 cm), uglavnom su težeg granulometrijskog sastava, ali su dobro drenirana zahvaljujući stabilnosti i umerenom stepenu bubrenja zemljišnih agregata. Reakcija zemljišta u humusnom horizontu je kisela, a u (B) horizontu obično neutralna. Ova zemljišta pripadaju srednje produktivnim zemljištima (37 od mogućih 100 bodova po Ćiriću i Milošu 1980), usled povoljne obezbeđenosti hranljivim materijama, ali nedovoljne dubine profila. Na proučavanim lokalitetima ovo zemljište je zabeleženo samo na lokalitetu Biogradska gora, u oba pedološka profila.

Fizičke i hemijske osobine proučenih zemljišnih profila su prikazane u Prilozima 1 i 2.

### 8.3.2.1. Opis proučenih tipova i podtipova zemljišta

#### 8.3.2.1.1. Zemljišta sa građom profila A-C, odnosno A-R

##### 8.3.2.1.1.1. Humusno-silikatno zemljište (Ranker)

Pedološki profil Jastrebac 4

Ovo zemljište je registrovano na Jastrepcu, na jednom pedološkom profilu, u 63. odelenju GJ "Jastrebac-Prokupački", ŠU Prokuplje. Nalazi se na grebenu, na nadmorskoj visini 1350 m. Geološka podloga je filit. Zemljište pripada podtipu i varijetetu dističnog, posmeđenog rankera. A horizont je dubine 30 cm, skeletan, sitno mrvičast, sa puno peska, rastresit, sipkav, suv. (B) horizont je moćnosti 20 cm, smeđ, rastresit, peskovit, sipkav, sa prisustvom krupnih komada stene.



Slika 45: Posmeđeni distrični litični ranker (pedološki profil Jastrebac 4)



### 8.3.2.1.1.2. Krečnjačko-dolomitna crnica (Kalkomelanosol)

#### Pedološki profili Perućica 1 i 2

Ovo zemljište je registrovano na lokalitetu Perućica, na oba proučavana profila. Geološka podloga je masivni krečnjak. Izdvojena su dva podtipa, posmeđena crnica na krečnjaku i organomineralna crnica na krečnjaku. Proučena zemljišta su plitka, maksimalne dubine ispod 40 cm. Moćnost A-horizonta je oko 30 cm, boje je mrkosmeđe, mrvičastih strukturnih agregata, protkan je sitnim žilicama, dobrih osobina. Frakcija peska iznosi 23,3 do 28,4%, a gline i praha 71,6 do 76,7%, tako da su zemljišta glinovitog mehaničkog sastava. Zemljišta su neutralne do slabo alkalne reakcije (pH 6,9-7,6), veoma zasićena bazama (>87,52%). Proučena zemljišta su jako do vrlo jako humusna (sadržaj humusa je 7-13%). Odnos C/N (8,3-11,1) ukazuje na obrazovanje blagog humusa. Zemljišta su dobro obezbeđena ukupnim azotom, srednje obezbeđena lakopristupačnim kalijumom, a slabo obezbeđena lakopristupačnim fosforom.



Slika 46: Posmeđena krečnjačko-dolomitna crnica (pedološki profil Perućica 2)

### 8.3.2.1.2. Zemljišta sa građom profila A-(B)-C, odnosno A-(B)-R

#### 8.3.2.1.2.1. Kiselo smeđe zemljište (Distrični kambisol)

Pedološki profili: Rudnik 1 i 2; Goč 1, 2 i 3; Jastrebac 1, 2, i 3; Stara planina 1 i 2; Golija 1 i 2 i Javorje 1 i 2

Ovo je najzastupljeniji tip zemljišta na kome su rasprostranjene proučavane populacije planinskog javora i zabeležen je na svim lokalitetima osim Perućice i Biogradske gore. Od 19 proučenih pedoloških profila, 14 pripada kiselom smeđem zemljištu.

Na ovom tipu zemljišta populacije planinskog javora se javljaju u širokom rasponu nadmorskih visina, od 1000 m do 1700 m, ekspozicije su pretežno hladne (najčešće severna i severozapadna), ali su prisutne i ostale (zapadna, jugozapadna, istočna). Nagibi su uglavnom blagi do umereno strmi (samo na Staroj planini su vrlo strmi i kreću se do 40°). Geološka podloga je različita i sastoji se od peščara, glinaca, granita, granodiorita, škriljaca, filita, gnajseva i kornita.

Po površini zemljišta se nalazi sloj nagomilane organske materije. Transformacija organskih materija je manje-više usporena. Proučena zemljišta su srednje duboka do duboka. A-horizont je moćnosti 10-30 cm, smeđe do crne boje (na lokalitetu Stara planina crvenkastosmeđe boje), mrvičast, sa manjim ili većim sadržajem sitnog do krupnog skeleta, protkan korenjem biljaka. Po mehaničkom sastavu ovaj horizont je praškasto ilovast, ilovast, do peskovito ilovast. Procentualno učešće frakcije peska je 51,3-82,9%, a gline i praha 17,1-48,1%. Sadržaj humusa varira u širokom opsegu između 3,6% i 22,2%. Odnos C/N je u rasponu 8,3-16,4. Reakcija zemljišta je ekstremno do vrlo jako kisela, sa pH vrednošću 3,9 do 5,0. Stepem zasićenosti bazama je u rasponu 15,6% do 37,6% (sa izuzetkom jednog profila na Jastrepku gde se penje do 52,0%). Sadržaj lakopristupačnog P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> varira u okviru vrednosti 1,2-14,5 mg na 100 g zemljišta, a K<sub>2</sub>O 4,90-22,0 mg na 100 g zemljišta, tako da je obezbeđenost ovih zemljišta lakopristupačnim P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> slaba do srednja, a K<sub>2</sub>O slaba do dobra. Sadržaj azota u horizontu se kreće od 0,2 do 1,3% tako da je obezbeđenost azotom dobra do veoma dobra.

Kambični (B)-horizont karakterišu različiti tonovi i nijanse smeđe boje, što zavisi od tipa matične stene. Moćnost (B)-horizonta varira u rasponu od 25 do 65 cm. Boja je smeđa (na Staroj planini crvenkastosmeđa), a struktura sitno mrvičasta. Horizont je skeletan, sa krupnim odlomcima skeleta (često sa preko 70% skeleta), prisutno je mnogo korenja biljaka celom dubinom. Tekstura je peskovito-ilovasta, ilovasta do praškasto-ilovasta. Sadržaj peska je u rasponu 42,9-77,4%, a gline i praha 22,6-57,1%. U kambičnom horizontu pH-vrednosti se povećavaju u odnosu na humusno-akumulativni, ali su one i dalje niske i prema utvrđenim vrednostima koje se kreću u rasponu od 4,2-5,2 pH-jedinica, tako da pripadaju klasama vrlo jako do jako kiselim, a na lokalitetu Javorje (profil 2) i ekstremno kiselim zemljištima. Stepem zasićenosti bazama je nizak i kreće se u rasponu 5,0-34,2% (sa izuzetkom jednog profila na Jastrepcu sa vrednošću 52,4%). Vrednosti sadržaja humusa za kambični horizont su visoke i kreću se u rasponu od 3,0-12,0%. odnos C/N je uzan (8,4-13,8). Sadržaj osnovnih makro elemenata (azota, fosfora i kalijuma) veoma varira, što zavisi od tipa geološkog supstrata, sadržaja humusa i biološke aktivnosti zemljišta. Sadržaj ukupnog azota se kreće u rasponu od 0,1 do 0,8%, lakopristupačnog  $P_2O_5$  od 0,0-18,0 mg na 100 g zemljišta, a  $K_2O$  4,4-14,2 mg na 100 g zemljišta.



Slika 47: Kiselu smeđu zemljište na filitu (pedološki profil Jastrebac 1)



Slika 48: Kiselu smeđu zemljište na škriljcu i kornitu (pedološki profil Golija 1)



Slika 49: Kiselost smeđe zemljište  
na škriljcu (pedološki profil Javorje 1)



Slika 50: Kiselost smeđe zemljište na peščaru  
(pedološki profil Stara planina 2)

#### 8.3.2.1.2.2. Smeđe zemljište na krečnjaku i dolomitu (Kalkokambisol)

Pedološki profili Biogradska gora 1 i 2

Ovo zemljište je zabeleženo na lokalitetu Biogradska gora, na oba proučavana profila. Geološke podloge su krečnjačke breče i laporoviti krečnjaci. Proučena zemljišta imaju dobro razvijen solum (oko 60 cm dubine). A-horizont je plitak (do 15 cm), tamnosmeđe boje, dok je (B) horizont dobro razvijen (dubine preko 40 cm), crvenkastosmeđe boje. Zemljišta su praškasto-ilovastog mehaničkog sastava. Frakcija peska iznosi 32,0-60,4%, a gline i praha 39,6-68%. Aktivna kiselost je u granicama jako kisele do umereno kisele (pH 5,3-5,9). Zemljište je beskarbonatno. Stepem zasićenosti bazama kreće se oko 30-67,15%. Humusno-akumulativni horizont je vrlo jako humusan (14-15%). Proučeno zemljište je dobro obezbeđeno lakopristupačnim kalijumom (15,3-20,0% u A-horizontu),

a slabo obezbeđeno lakopristupačnim fosforom (1,4%). Obezbeđenost azotom je dobra (0,6-0,7%).



Slika 51: Smeđe zamljište na krečnjaku (pedološki profil Biogradska gora 1)

#### 8.4. Fitocenološke karakteristike

Na osnovu prikupljenih 56 fitocenoloških snimaka sa svih lokaliteta su izrađene fitocenološke tabele, u kojima su zabeležene 124 vrste vaskularnih biljaka. Na osnovu analize fitocenoloških tabela su izdvojene asocijacije i subasocijacije. Utvrđeno je da se planinski javor na proučavanim lokalitetima javlja u dve biljne zajednice. Najčešće je edifikator u šumskim zajednicama zajedno sa bukvom, sa kojom gradi mešovitu zajednicu *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957. U okviru ove asocijacije su izdvojene dve subasocijacije-*typicum* i *carpinetosum betuli*. Osim toga se javlja i kao diferencijalna vrsta u okviru mešovitih šuma bukve, jele i smrče (*Piceo-Abietetum* Čolić 1965, *Piceo-*

*Fago-Abietetum* Čolić 1965, subass. *heldreichetosum*). Fitocenološke tabele svaku zajednicu posebno su prikazane u Prilozima 3 i 4.

Planinski javor se na većini proučavanih lokaliteta (Rudnik, Goč, Jastrebac, Javorje, Biogradska gora i Perućica) nalazi u okviru zone subalpskih bukovih šuma (sveza *Fagion moesiaca* Blečić et Lakušić 1970, podsveza *Aceri heldreichii-Fagenion* B. Jovanović 1957, syn. *Fagenion subalpinum* Jov. 1976), u okviru koje gradi mešovite šume bukve i planinskog javora (asocijacija *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jovanović 1957). Izuzetak predstavljaju populacije na Goliji i Staroj planini gde se planinski javor javlja u zoni smrčevih šuma (sveza *Vaccinio-Piceion* Br.-Bl. 1939), kao diferencijalna vrsta u okviru trodominantnih mešovitih šuma smrče, jele i bukve (podsveza *Abieti-Piceenion* Br. Bl. 1939, asocijacija *Piceo-Abietetum* Čolić 1965, syn. *Piceo-Fago-Abietetum* Čolić 1965, subass. *heldreichetosum*). U okviru mešovitih šuma bukve i planinskog javora su izdvojene dve subasocijacije, subass. *carpinetosum betuli*, registrovana na Rudniku, i subass. *typicum*, registrovana u svim ostalim populacijama gde su proučavane mešovite šume bukve i planinskog javora.

Tabela 10: Sintetska fitocenološka tabela za asocijaciju *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957.

Asocijacija	<i>Aceri heldreichii-Fagetum</i> B. Jov. 1957.	
Subasocijacija	<i>typicum</i>	<i>carpinetosum betuli</i>
Lokalitet	Goč, Jastrebac, Javorje, Biogradska gora, Perućica	Rudnik
Broj snimaka	<b>36</b>	<b>5</b>
SPRAT DRVEĆA		
Sklop	0.5-1.0	0.8
Srednja visina (m)	10-30	16
Srednji prečnik (cm)	17-45	30

Srednje rastojanje (m)	1-7	4
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	V <sup>1.1-5.5</sup>	V <sup>1.1-2.2</sup>
<i>Fagus moesiaca</i> /Domin, Maly/Czeczott	V <sup>+4.4</sup>	V <sup>2.1-3.3</sup>
<i>Carpinus betulus</i> L.	I <sup>+</sup>	V <sup>1.1-2.2</sup>
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	I <sup>+1.1</sup>	II <sup>+1.1</sup>
<i>Abies alba</i> Mill.	I <sup>+</sup>	
<i>Acer platanoides</i> L.		III <sup>+1.1</sup>
<i>Tilia cordata</i> Mill.		II <sup>1.1</sup>
SPRAT ŽBUNJA		
Sklop	0.5	0.2
Srednja visina (m)	3	4
<i>Fagus moesiaca</i> /Domin, Maly/Czeczott	V <sup>+5.5</sup>	V <sup>1.2-2.2</sup>
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	V <sup>+3.4</sup>	II <sup>+</sup>
<i>Sambucus nigra</i> L.	II <sup>+1.2</sup>	I <sup>+</sup>
<i>Carpinus betulus</i> L.	II <sup>+</sup>	I <sup>+</sup>
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	I <sup>+1.2</sup>	I <sup>+</sup>
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Prunus avium</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Abies alba</i> Mill.	I <sup>+3.3</sup>	
<i>Lonicera alpigena</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Rubus idaeus</i> L.	I <sup>1.2</sup>	
<i>Acer platanoides</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Corylus avellana</i> L.		I <sup>+</sup>
SPRAT PRIZEMNE FLORE		
Pokrovnost	0.7	0.8
<i>Rubus hirtus</i> Waldst&Kit.	IV <sup>+2.5.5</sup>	V <sup>3.3-5.5</sup>
<i>Dryopteris filix mas</i> (L.) Schott	IV <sup>+1.3</sup>	V <sup>+1.2</sup>
<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst &Kit.	III <sup>+1.2</sup>	IV <sup>1.2</sup>
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	III <sup>+2.2</sup>	
<i>Veratrum album</i> L.	III <sup>+1.2</sup>	
<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Roth	II <sup>+</sup>	III <sup>+1.2</sup>
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	II <sup>+5.5</sup>	II <sup>+</sup>
<i>Fagus moesiaca</i> /Domin, Maly/Czeczott	II <sup>+3.3</sup>	I <sup>+</sup>

<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz.	II <sup>+2-3.4</sup>	
<i>Paris quadrifolia</i> L.	II <sup>+1.2</sup>	
<i>Senecio fuchsii</i> Gmelin.	II <sup>+1.1</sup>	
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	II <sup>+1.2</sup>	
<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.)Al.	II <sup>+1.2</sup>	
<i>Daphne mezereum</i> L.	II <sup>++2</sup>	
<i>Anemone nemorosa</i> L.	II <sup>+2-2.3</sup>	
<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A. Kern.	II <sup>+3.3</sup>	
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth.	I <sup>+</sup>	III <sup>+</sup>
<i>Circaea lutetiana</i> L.	I <sup>++2</sup>	II <sup>+</sup>
<i>Urtica dioica</i> L.	I <sup>+1.2</sup>	I <sup>+</sup>
<i>Oxalis acetosella</i> L.	I <sup>++2</sup>	I <sup>+2</sup>
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	I <sup>+</sup>	
<i>Senecio nemorensis</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Festuca drymea</i> Mert.	I <sup>++2</sup>	
<i>Stachys silvatica</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Rubus idaeus</i> L.	I <sup>+2-3.3</sup>	
<i>Carduus personata</i> (L.)Jacq.	I <sup>+</sup>	
<i>Lunaria rediviva</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Geranium pheum</i> L.	I <sup>1.2</sup>	
<i>Impaties noli tangere</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Aconitum anthora</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Lilium martagon</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Geranium macrorrhizum</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Sisymbrium strictissimum</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	I <sup>+</sup>	
<i>Geranium robertianum</i> L.	I <sup>+1.2</sup>	
<i>Chaerophyllum aureum</i> L.	I <sup>+3.3</sup>	
<i>Tanacetum macrophyllum</i> (Willd.)Schultz	I <sup>+</sup>	
<i>Cardamine enneaphyllos</i> Crantz	I <sup>+1.2</sup>	
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	I <sup>+2.2</sup>	
<i>Galeopsis tetrachit</i> L.	I <sup>++2</sup>	
<i>Epilobium montanum</i> L.	I <sup>+</sup>	



<i>Cicerbita alpina</i> (L.)Wallr.	$\Gamma^{+-3.3}$	
<i>Stellaria nemorum</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Sambucus nigra</i> L.	$\Gamma^{++..2}$	
<i>Aconitum vulparia</i> Rchb.	$\Gamma^+$	
<i>Campanula glomerata</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Rumex sanguineus</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Prunus avium</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Salvia glutinosa</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	$\Gamma^{+1.1}$	
<i>Campanula patula</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Galium aparine</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Solidago virgaurea</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Acer platanoides</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Asperula taurina</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Gentiana lutea</i> L.	$\Gamma^+$	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	$\Gamma^+$	
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	$\Gamma^{+1.1}$	
<i>Euphorbia carniolica</i> Scop.	$\Gamma^{++2}$	
<i>Arum maculatum</i> L.	$\Gamma^{++2}$	
<i>Galanthus nivalis</i> L.	$\Gamma^{++2}$	
<i>Aruncus vulgaris</i> (Maxim) Raf.	$\Gamma^+$	
<i>Aconitum lamarckii</i> (Ten) Nyman	$\Gamma^{+2}$	
<i>Isopyrum thalictroides</i> L.	$\Gamma^{+2.3}$	
<i>Poa nemoralis</i> L.	$\Gamma^{+2.3}$	
<i>Abies alba</i> Mill.	$\Gamma^+$	
<i>Allium ursinum</i> L.	$\Gamma^{1.2.4.4}$	
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	$\Gamma^{1.1-1.2}$	
<i>Rumex alpinus</i> L.	$\Gamma^{+1.2}$	
<i>Geranium reflexum</i> L.	$\Gamma^{+1.2}$	
<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.)DC	$\Gamma^{+1.2}$	
<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.	$\Gamma^{+1.2}$	
<i>Hypericum maculatum</i> L.	$\Gamma^{+1.1}$	
<i>Asyneuma trichocalycinum</i> (Ten.)Maly	$\Gamma^{++2}$	

<i>Parietaria officinalis</i> L.	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Sedum hispanicum</i> L.	<b>I</b> <sup>1.3</sup>	
<i>Sanicula europaea</i> L.	<b>I</b> <sup>+1.2</sup>	
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	<b>I</b> <sup>+1.2</sup>	
<i>Plantago reniformis</i> Beck	<b>I</b> <sup>+1.2</sup>	
<i>Galium rotundifolium</i> L.	<b>I</b> <sup>+1.2</sup>	
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	<b>I</b> <sup>1.2</sup>	
<i>Hesperis matronalis</i> L.	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Symphytum tuberosum</i> L.	<b>I</b> <sup>+1.1</sup>	
<i>Calamintha grandiflora</i> (L.) Moench	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Myosotis sylvatica</i> Ehrh.	<b>I</b> <sup>1.2</sup>	
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	<b>I</b> <sup>++2</sup>	
<i>Fragaria vesca</i> L.	<b>I</b> <sup>1.2</sup>	
<i>Aconitum pentheri</i> Hayek	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	<b>I</b> <sup>1.2</sup>	
<i>Geum urbanum</i> L.	<b>I</b> <sup>1.1</sup>	
<i>Poa alpina</i> L.	<b>I</b> <sup>++2</sup>	
<i>Lonicera alpigena</i> L.	<b>I</b> <sup>+1.1</sup>	
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	<b>I</b> <sup>+1.1</sup>	
<i>Viola biflora</i> L.	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill) Druce	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Vaccinium myrtyllus</i> L.	<b>I</b> <sup>1.2</sup>	
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L) Soo	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Hieracium murorum</i> L.	<b>I</b> <sup>+</sup>	
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Ehrend.		<b>III</b> <sup>+1.2</sup>
<i>Viola silvestris</i> Lam.		<b>I</b> <sup>+</sup>
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.		<b>I</b> <sup>+</sup>
<i>Helleborus odoratus</i> Waldst. &Kit.		<b>I</b> <sup>+</sup>
<i>Campanula latifolia</i> L.		<b>I</b> <sup>+</sup>

Tabela 11: Sintetska fitocenološka tabela za asocijaciju *Piceo-Abietetum* Čolić 1965, subass. *heldreichetosum* Gajić

Asocijacija	<i>Piceo-Abietetum</i> Čolić 1965
Subasocijacija	
Lokalitet	Stara planina, Golija
Broj snimaka	<b>15</b>
<b>SPRAT DRVEĆA</b>	
Sklop	0,6-0,8
Srednja visina (m)	15-30
Srednji prečnik (cm)	22-40
Srednje rastojanje (m)	3-6
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	<b>V</b> <sup>1.1-3.3</sup>
<i>Fagus moesiaca</i> /Domin, Maly/Czeczott	<b>V</b> <sup>+4.4</sup>
<i>Picea abies</i> (L.)Karst.	<b>V</b> <sup>+4.4</sup>
<i>Abies alba</i> Mill.	<b>II</b> <sup>+2.2</sup>
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<b>II</b> <sup>+1.1</sup>
<i>Betula pendula</i> Roth	<b>I</b> <sup>+</sup>
<b>SPRAT ŽBUNJA</b>	
Sklop	0,1-0,7
Srednja visina (m)	1-4
<i>Fagus moesiaca</i> /Domin, Maly/Czeczott	<b>III</b> <sup>+4.4</sup>
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<b>III</b> <sup>+</sup>
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	<b>III</b> <sup>+2.2</sup>
<i>Picea abies</i> (L.)Karst.	<b>II</b> <sup>+1.3</sup>
<i>Sambucus racemosa</i> L.	<b>I</b> <sup>+</sup>
<i>Abies alba</i> Mill.	<b>I</b> <sup>+1.1</sup>
<i>Ribes alpinum</i> L.	<b>I</b> <sup>1.2</sup>
<b>SPRAT PRIZEMNE FLORE</b>	
Pokrovnost	0,4-0,9
<i>Rubus hirtus</i> Waldst&Kit.	<b>IV</b> <sup>+3.4</sup>
<i>Dryopteris filix mas</i> (L.)Schott	<b>IV</b> <sup>+3.3</sup>

<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Ehrend.	III <sup>+2.3</sup>
<i>Veratrum album</i> L.	III <sup>+2.2</sup>
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	III <sup>+4.4</sup>
<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A. Kern.	III <sup>+3.4</sup>
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	III <sup>+1.1</sup>
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	III <sup>+2.2</sup>
<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) Al.	III <sup>+1.3</sup>
<i>Poa nemoralis</i> L.	III <sup>+3.3</sup>
<i>Rubus idaeus</i> L.	III <sup>+2.2</sup>
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	II <sup>+1.2</sup>
<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst&Kit.	II <sup>+2.3</sup>
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	II <sup>+2</sup>
<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz.	II <sup>+2.2</sup>
<i>Luzula sylvatica</i> (Huds) Gaud.	II <sup>+2.3.3</sup>
<i>Anemone nemorosa</i> L.	II <sup>+2.11</sup>
<i>Stellaria nemorum</i> L.	II <sup>+2.3</sup>
<i>Paris quadrifolia</i> L.	II <sup>+1.2</sup>
<i>Senecio nemorensis</i> L.	II <sup>+1.1</sup>
<i>Festuca drymeia</i> Mert.	II <sup>1.1-4.4</sup>
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	I <sup>+2</sup>
<i>Senecio fuchsii</i> Gmelin.	I <sup>+1.1</sup>
<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.	I <sup>+2</sup>
<i>Lilium martagon</i> L.	I <sup>+</sup>
<i>Fagus moesiaca</i> /Domin, Maly/Czeczott	I <sup>+1.1</sup>
<i>Impatiens nollii tangere</i> L.	I <sup>+1.1</sup>
<i>Geranium robertianum</i> L.	I <sup>+</sup>
<i>Ajuga reptans</i> L.	I <sup>+1.1</sup>
<i>Parietaria officinalis</i> L.	I <sup>1.1</sup>
<i>Dryopteris carthusianorum</i> Pter.	I <sup>2.2</sup>
<i>Sambucus nigra</i> L.	I <sup>+</sup>
<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn.	I <sup>+</sup>
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	I <sup>+</sup>
<i>Geum urbanum</i> L.	I <sup>+</sup>

<i>Myosotis silvatica</i> Ehrh.	I <sup>1.1</sup>
<i>Fragaria vesca</i> L.	I <sup>+</sup>
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott	I <sup>2.2</sup>
<i>Abies alba</i> Mill.	I <sup>+</sup>
<i>Athyrium filix femina</i> (L.)Roth	I <sup>+1.2</sup>
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	I <sup>1.2</sup>
<i>Hypericum montanum</i> L.	I <sup>+1.1</sup>
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.)Roth.	I <sup>+2.2</sup>
<i>Vaccinium myrtyllus</i> L.	I <sup>+1.1</sup>
<i>Prunella vulgaris</i> L.	I <sup>1.1-1.2</sup>
<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	I <sup>1.1</sup>
<i>Rumex acetosa</i> L.	I <sup>+</sup>
<i>Arum maculatum</i> L.	I <sup>+</sup>
<i>Rumex alpinus</i> L.	I <sup>+</sup>

U asocijaciji *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jovanović 1957, subasocijaciji *typicum*, u 36 fitocenoloških snimaka zabeleženo je 106 vrsta vaskularnih biljaka. U spratu drveća bukva i planinski javor potpuno dominiraju, sa vrlo malim brojem jedinki primešanih vrsta. Ove vrste apsolutno dominiraju i u spratu žbunja, ali sa nešto većom brojnošću (stepen prisutnosti II u sintetskoj fitocenološkoj tabeli) se javljaju i *Carpinus betulus* L. i *Sambucus nigra* L. U spratu prizemne flore najbrojniji su *Rubus hirtus* Waldst&Kit. (koji gradi i facijese) i *Dryopteris filix mas* (L.)Schott, a veći stepen prisutnosti (III) imaju i *Glechoma hirsuta* Waldst&Kit., *Veratrum album* L., kao i podmladak *Acer heldreichii* Orph. U asocijaciji *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jovanović 1957, subasocijaciji *carpinetosum betuli*, u pet fitocenoloških snimaka zabeleženo je 20 vrsta vaskularnih biljaka. Sprat drveća je znatno raznovrsniji u odnosu na subasocijaciju *typicum*, tako da se uz bukvu i planinski javor redovno javlja i grab (*Carpinus betulus* L), a značajnije učešće imaju i *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L. i *Tilia cordata* Mill. To je uslovljeno nižim nadmorskim visinama i toplijom klimom u kojoj se razvija ova zajednica, što pogoduje razvoju fanerofita. U spratu žbunja potpuno dominira podmladak bukve, dok značajnije učešće ima i podmladak planinskog javora. U spratu prizemne flore najveći stepen prisustva imaju *Rubus hirtus* Waldst&Kit. i *Dryopteris filix*

*mas* (L.)Schott, a značajno učešće (stepen prisustva III ili IV) imaju i *Glechoma hirsuta* Waldst&Kit., *Lamium galeobdolon* (L.)Ehrend, *Athyrium filix femina* (L.)Roth i *Polystichum aculeatum* (L.)Roth.

U proučenim snimcima asocijacije *Piceo-Abietetum* Čolić 1965 (*Piceo-Fago-Abietetum* Čolić 1965) u 16 fitocenoloških snimaka su zabeležene 52 vrste vaskularnih biljaka. U spratu drveća dominiraju *Picea abies* (L.) Karst., *Fagus moesiaca* /Domin, Maly/Czeczott i *Acer heldreichii* Orph., koji su zabeleženi u skoro svim snimcima, a značajno učešće imaju i *Abies alba* Mill. i *Sorbus aucuparia* L. Malo učešće jela (stepen prisutnosti II) je najverovatnije posledica antropogenog dejstva u prošlosti, kome se jela kao ekološki stenovalentnija vrsta slabije prilagodila u odnosu na, u datim stanišnim uslovima, biološki jače vrste bukvu i smrču. Takođe, antropogeni faktor je uticao i na sekundarno povećanje brojnosti planinskog javora u ovim sastojinama, usled toga što se planinski javor, kao zakonom zaštićena vrsta, nalazi izvan režima šumskog gazdovanja i na taj način lakše izdržava kompeticiju edifikatorskih vrsta drveća. U spratu žbunja su najčešći podmladak *Picea abies* (L.)Karst., *Fagus moesiaca* /Domin, Maly/Czeczott i *Acer heldreichii* Orph., kao i *Sorbus aucuparia* L. U spratu prizemne flore se najčešće sreću *Rubus hirtus* Waldst&Kit. i *Dryopteris filix mas* (L.)Schott, a od ostalih vrsta sa većim stepenom prisutnosti (III) su zabeleženi: *Lamium galeobdolon* (L.)Ehrend, *Veratrum album* L., *Adenostyles alliariae* (Gouan) A. Kern., *Gentiana asclepiadea* L., *Prenanthes purpurea* L., *Polygonatum verticilatum* (L.)Al, *Poa nemoralis* L., *Rubus idaeus* L., kao i podmladak *Acer heldreichii* Orph.

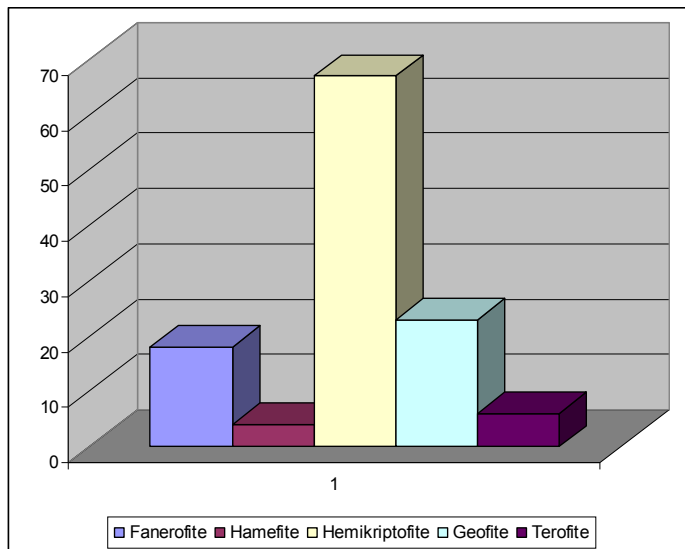
#### **8.4.1. Ekološki spektri i spektar arealtipova**

##### **8.4.1.1. Spektar životnih oblika**

Spektar životnih oblika svih proučavanih zajednica je prikazan u tabeli 12 i grafikonu 9. Iz tabele se vidi da apsolutno dominiraju hemikriptofite, kojima pripada 56% svih biljnih vrsta, zatim slede geofite sa 19%, fanerofite sa 16%, hamefite sa 5% i terofite sa 4% biljnih vrsta. Zajednice imaju hemikriptofitsko-geofitsko-fanerofitski karakter.

Tabela 12: Spektar životnih oblika (ukupan broj vrsta i procentualno učešće) u svim proučavanim zajednicama

Životni oblici				
Fanerofite	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite
20 (16%)	6 (5%)	70 (56%)	23 (19%)	5 (4%)



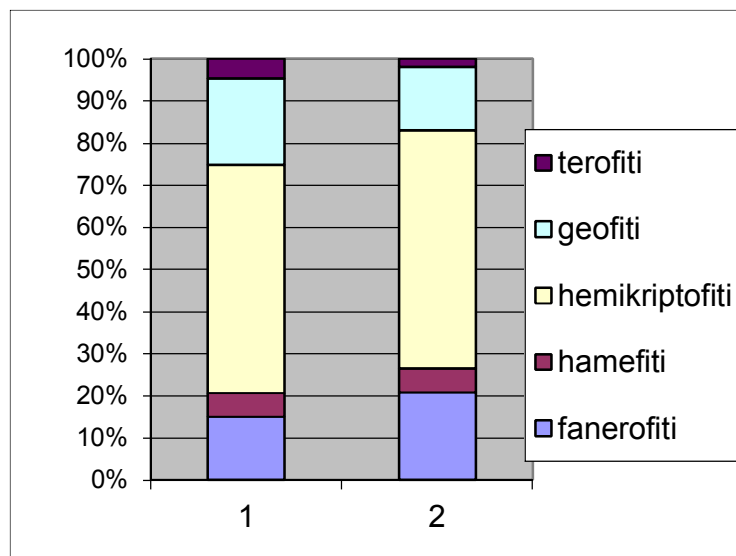
Grafikon 9: Spektar životnih oblika u svim proučavanim zajednicama

Tabela 13: Spektar životnih oblika u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum*

Biljna zajednica	Životni oblici				
	Fanerofite	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite
<i>Aceri heldreichii-Fagetum</i>	16 (15%)	6 (6%)	58 (54%)	22 (21%)	5 (5%)

Tabela 14: Spektar životnih oblika u zajednici *Piceo-Abietetum*

Biljna zajednica	Životni oblici				
	Faneroфite	Hameфite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite
<i>Piceo-Abietetum</i>	11 (21%)	3 (6%)	30 (57%)	8 (15%)	1 (2%)

Grafikon 10: Spektar životnih oblika u zajednicama: 1. *Aceri heldreichii-Fagetum*; 2. *Piceo-Abietetum*

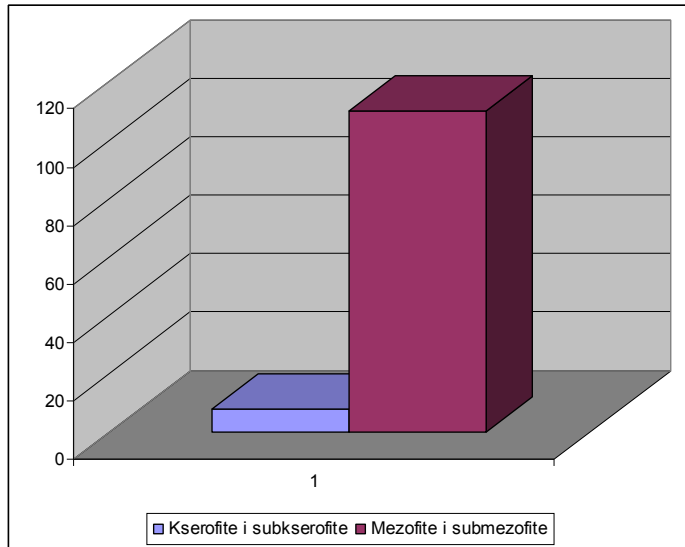
Upoređenjem spektara životnih oblika u zajednicama *Aceri heldreichii-Fagetum* i *Piceo-Abietetum* vidi se da u obema zajednicama apsolutno dominiraju hemikriptofite i da obe zajednice imaju hemikriptofitsko-geofitsko-faneroфitski karakter. Zajednica *Piceo-Abietetum* ima nešto manje učešće geofita u odnosu na zajednicu *Aceri heldreichii-Fagetum*.

#### 8.4.1.2. Odnos prema vlažnosti

Odnos biljaka prema vlažnosti u svim proučavanim zajednicama je prikazan u tabeli 15 i grafikonu 11. Iz tabele se vidi da apsolutno dominiraju vrste koje teže



mezofilnim (mezofite i submezofite), koje učestvuju sa 92%, dok su vrste koje teže kserofilnim (kserofite i subkserofite) mnogo manje zastupljene i učestvuju sa 8%.



Grafikon 11: Odnos biljaka prema vlažnosti u svim proučanim zajednicama

Tabela 15: Odnos biljaka prema vlažnosti zemljišta u svim proučanim zajednicama (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

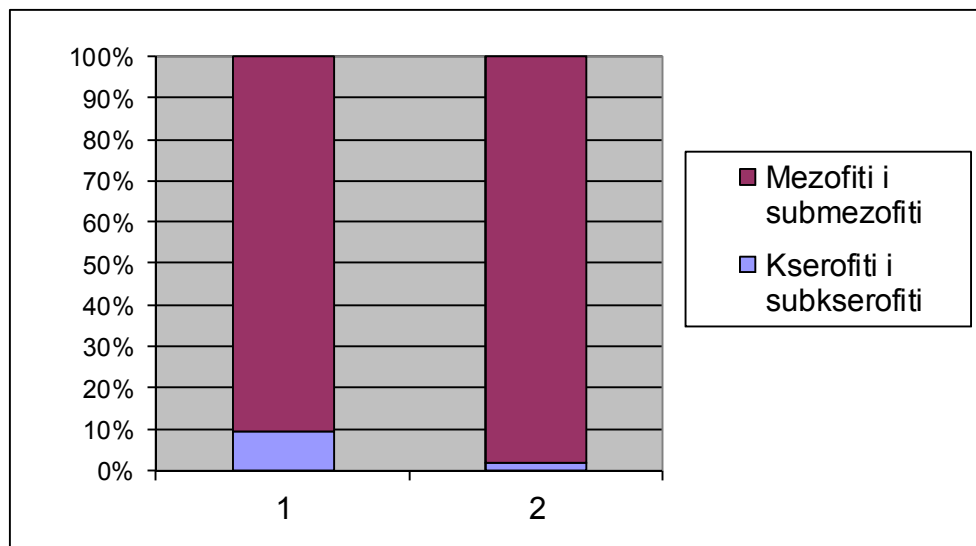
Ekološke grupe biljaka	
Kserofite i subkserofite	Mezofite i submezofite
10 (8%)	114 (92%)

Tabela 16: Odnos biljaka prema vlažnosti zemljišta u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka	
	Kserofite i subkserofite	Mezofite i submezofite
<i>Aceri heldreichii-Fagetum</i>	10 (9%)	97 (91%)

Tabela 17: Odnos biljaka prema vlažnosti zemljišta u zajednici *Piceo-Abietetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka	
	Kserofite i subkserofite	Mezofite i submezofite
<i>Piceo-Abietetum</i>	1 (2%)	52 (98%)



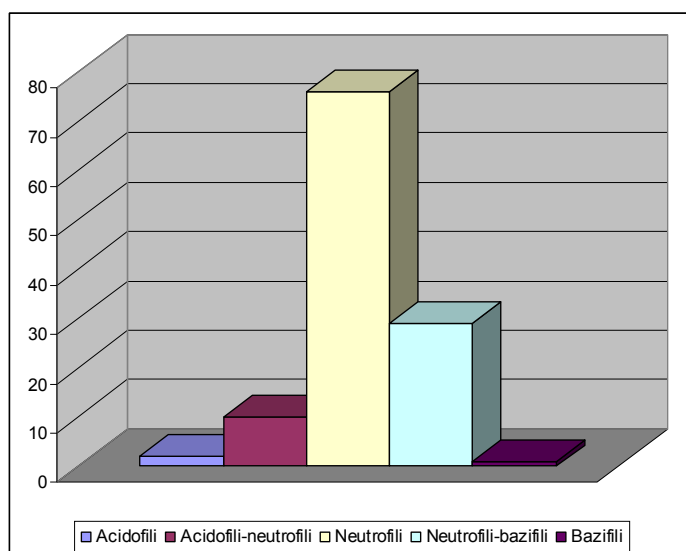
Grafikon 12: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednicama: 1. *Aceri heldreichii-Fagetum*; 2. *Piceo-Abietetum*

Upoređenjem spektara odnosa biljaka prema vlažnosti u zajednicama *Aceri heldreichii-Fagetum* i *Piceo-Abietetum* vidi se da u obe zajednice apsolutno dominiraju mezofilne biljne vrste, s tim što je ta karakteristika u zajednici *Piceo-Abietetum* još jače istaknuti (98% mezofita i submezofita u odnosu na 91% u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum*).

### 8.4.1.3. Odnos prema reakciji zemljišta

Tabela 18: Odnos biljaka prema reakciji zemljišta u svim proučavanim zajednicama (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Ekološke grupe biljaka				
Acidofili	Acidofili-neutrofili	Neutrofili	Neutrofili-bazifili	Bazifili
2 (2%)	10 (8%)	81 (65%)	30 (24%)	1 (1%)



Grafikon 13: Odnos biljaka prema reakciji zemljišta u svim proučavanim zajednicama

Odnos biljaka prema reakciji zemljišta u svim proučavanim zajednicama je prikazan u tabeli 18 i grafikonu 13. Zajednice imaju izražen neutrofilan karakter, pošto neutrofilnih vrsta ima 65%, vrsta koje naginju bazifilnima (bazifili i neutrofili-bazifili) 25%, a vrsta koje naginju acidofilnim (acidofili i acidofilo-neutrofili) ima 10%.

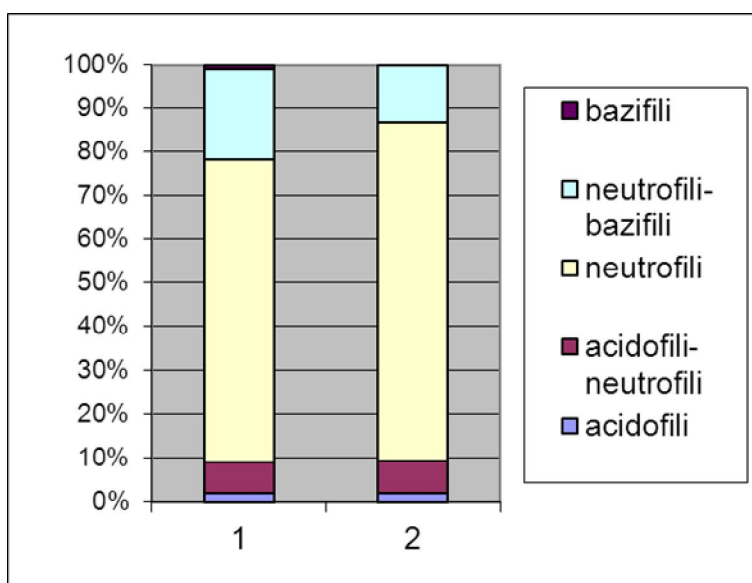
Tabela 19: Odnos biljaka prema reakciji zemljišta u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka				
	Acidofili	Acidofili-neutrofili	Neutrofili	Neutrofili-bazifili	Bazifili
<i>Aceri heldreichii-Fagetum</i>	2 (2%)	7 (7%)	70 (65%)	27 (25%)	1 (1%)

Tabela 20: Odnos biljaka prema reakciji zemljišta u zajednici *Piceo-Abietetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka				
	Acidofili	Acidofili-neutrofili	Neutrofili	Neutrofili-bazifili	Bazifili
<i>Piceo-Abietetum</i>	1 (2%)	4 (8%)	41 (77%)	7 (13%)	-

Upoređenje spektara odnosa biljaka prema reakciji zemljišta u zajednicama *Aceri heldreichii-Fagetum* i *Piceo-Abietetum* pokazuje da između proučavanih zajednica nema većih razlika. Obe imaju izražen neutrofilan karakter, ali se zapaža da u zajednici *Piceo-Abietetum* ima manje vrsta koje naginju bazifilnima u odnosu na *Aceri heldreichii-Fagetum* (13% prema 26%).

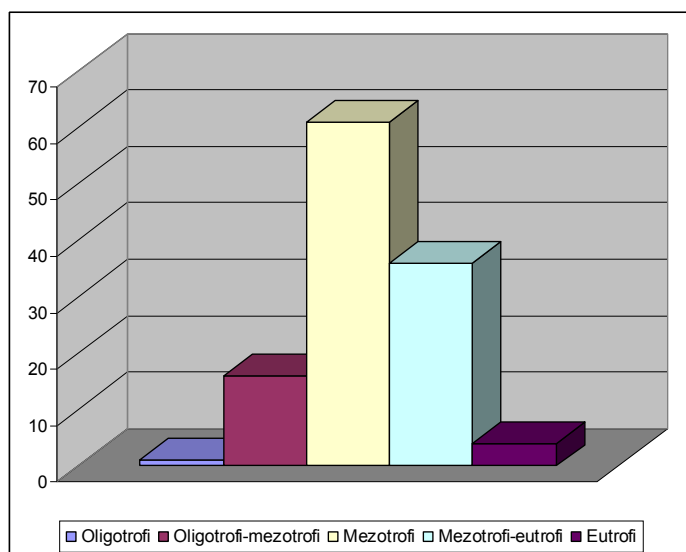


Grafikon 14: Odnos biljaka prema reakciji zemljišta u zajednicama: 1. *Aceri heldreichii-Fagetum*; 2. *Piceo-Abietetum*

#### 8.4.1.4. Odnos prema azotu

Tabela 21: Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu u svim proučavanim zajednicama (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos dat u zagradi)

Ekološke grupe biljaka				
Oligotrofi	Oligotrofi-meزتrofi	Meزتrofi	Meزتrofi-eutrofi	Eutrofi
2 (2%)	17 (14%)	64 (52%)	37 (30%)	4 (3%)
19 (15%)			41 (33%)	



Grafikon 15: Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu u svim proučavanim zajednicama

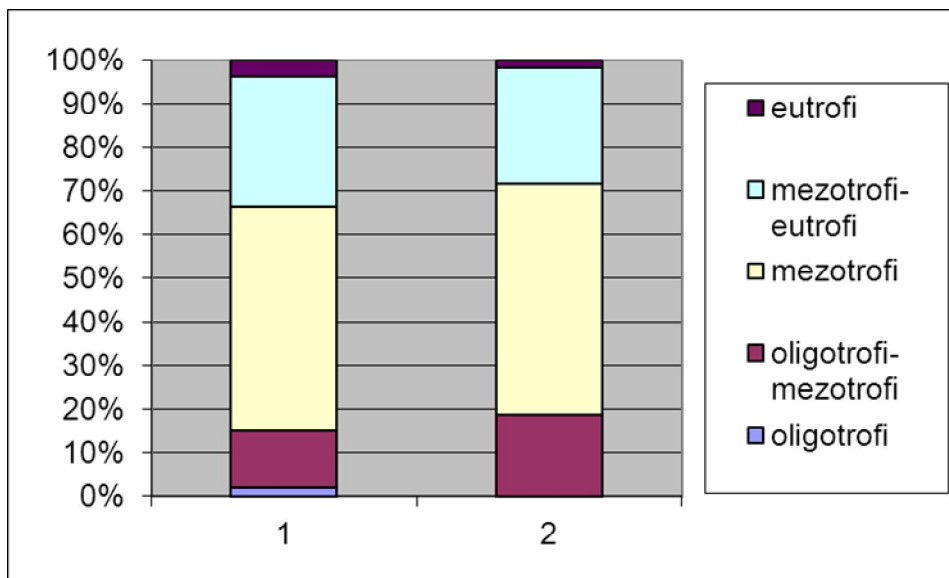
Odnos biljaka prema zahtevima za azotom u zemljištu u svim proučavanim zajednicama je prikazan u tabeli 21 i grafikonu 15. Dominiraju mezotrofne biljke, sa 52% učešća, vrste koje naginju eutrofnim (eutrofi i mezotrofi-eutrofi) učestvuju sa 33%, a vrste koje naginju oligotrofnim (oligotrofi i oligotrofi-mezotrofi) sa 15%, iz čega se vidi da su zajednice mezotrofnog do mezotrofnog-eutrofnog karaktera.

Tabela 22: Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos dat u zagradi)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka				
	Oligotrofi	Oligotrofi-mezotrofi	Mezotrofi	Mezotrofi-eutrofi	Eutrofi
<i>Aceri heldreichii-Fagetum</i>	2 (2%)	14 (13%)	55 (51%)	32 (30%)	4 (4%)
	16 (15%)			36 (34%)	

Tabela 23: Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu u zajednici *Piceo-Abietetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos dat u zagradi)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka				
	Oligotrofi	Oligotrofi-mezotrofi	Mezotrofi	Mezotrofi-eutrofi	Eutrofi
<i>Piceo-Abietetum</i>	-	10 (19%)	28 (53%)	14 (26%)	1 (2%)
	10 (19%)			15 (28%)	



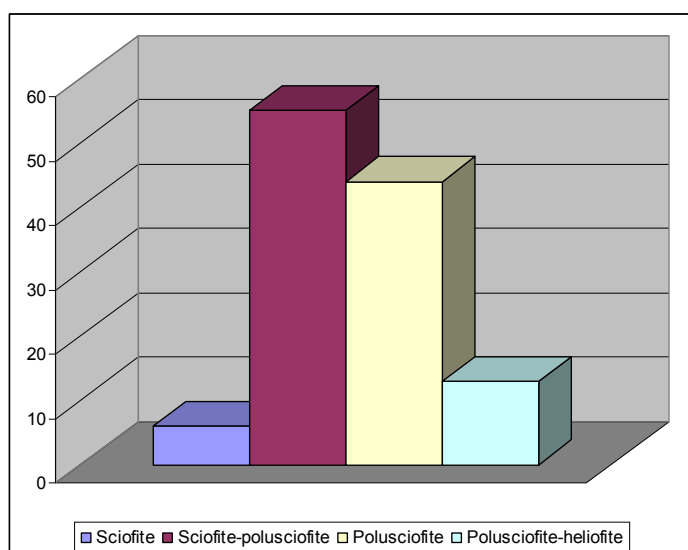
Grafikon 16: Odnos biljaka prema zahtevima za azotom u zajednicama: 1. *Aceri heldreichii-Fagetum*; 2. *Piceo-Abietetum*

Upoređenje spektara odnosa biljaka prema zahtevima za azotom u zajednicama *Aceri heldreichii-Fagetum* i *Piceo-Abietetum* pokazuje da obe zajednice imaju velike sličnosti. Zapaža se blago povećanje eutrofnih vrsta u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum* u odnosu na zajednicu *Piceo-Abietetum* (34% prema 28%).

#### 8.4.1.5. Odnos prema svetlosti

Tabela 24: Odnos biljaka prema svetlosti u svim proučavanim zajednicama (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Ekološke grupe biljaka			
Sciofite	Sciofite-polusciofite	Polusciofite	Polusciofite-heliofite
6 (5%)	56 (45%)	46 (37%)	16 (13%)
62 (50%)			



Grafikon 17: Odnos biljaka prema svetlosti u svim proučavanim zajednicama

Odnos biljaka prema svetlosti u svim proučavanim zajednicama je prikazan u tabeli 24 i grafikonu 17. Dominiraju biljke koje teže sciofilnim (sciofite i sciofite-polusciofite) sa 50% učešća, zatim slede polusciofite sa 37%, a polusciofita-heliofita ima 13%. Iz ovoga se može zaključiti da zajednice imaju sciofilan do polusciofilan karakter.

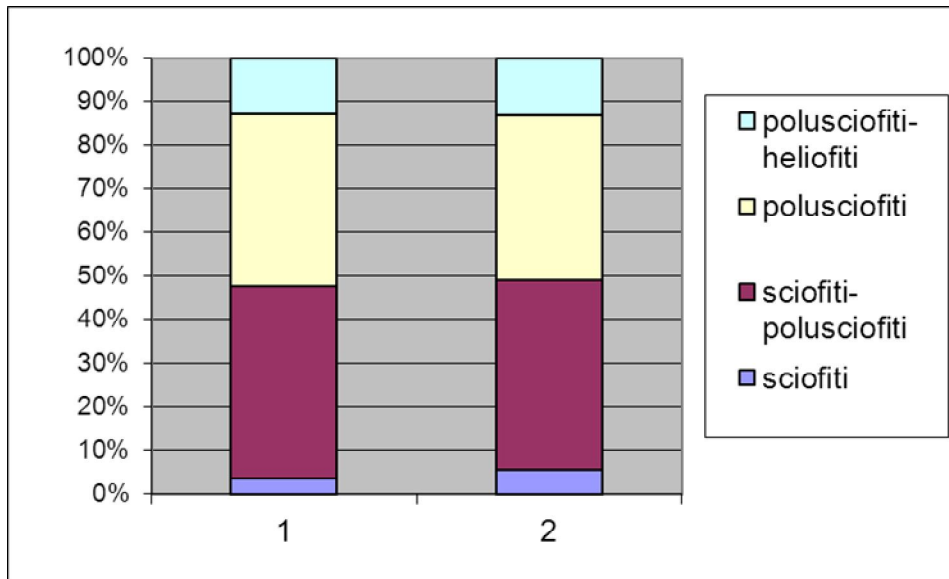


Tabela 25: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
	Sciofite	Sciofite-polusciofite	Polusciofite	Polusciofite-heliofite
<i>Aceri</i>	4 (4%)	47 (44%)	42 (39%)	14 (13%)
<i>heldreichii-Fagetum</i>	51 (48%)			

Tabela 26: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Piceo-Abietetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
	Sciofite	Sciofite-polusciofite	Polusciofite	Polusciofite-heliofite
<i>Piceo-Abietetum</i>	3 (6%)	23 (43%)	20 (38%)	7 (13%)
	26 (49%)			



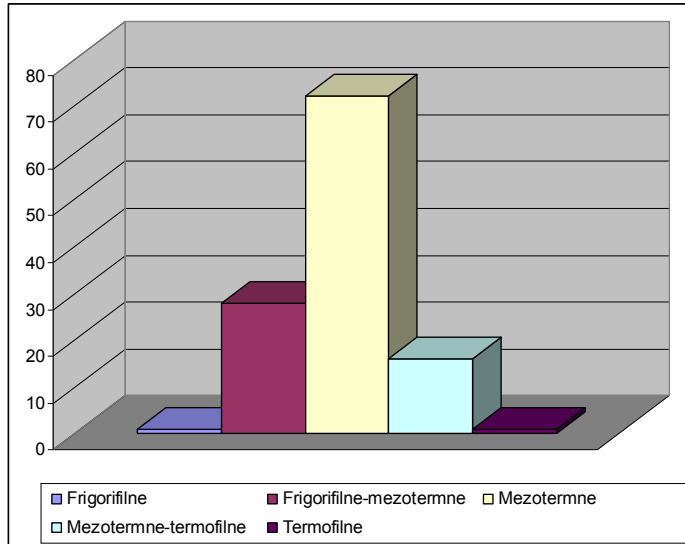
Grafikon 18: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednicama: 1. *Aceri heldreichii-Fagetum*; 2. *Piceo-Abietetum*

Poređenjem spektara zahteva biljaka za svetlošću u zajednicama *Aceri heldreichii-Fagetum* i *Piceo-Abietetum* ne zapaža se nikakva značajnija razlika između zajednice *Aceri heldreichii-Fagetum* i zajednice *Piceo-Abietetum* po tom svojstvu.

#### 8.4.1.6. Odnos prema temperaturi

Tabela 27: Odnos biljaka prema temperaturi u svim proučavanim zajednicama (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Ekološke grupe biljaka			
Frigorofilne-mezotermne	Mezotermne	Mezotermne-termofilne	Termofilne
31 (25%)	76 (61%)	16 (13%)	1 (1%)
		17 (14%)	



Grafikon 19: Odnos biljaka prema temperaturi u svim proučavanim zajednicama

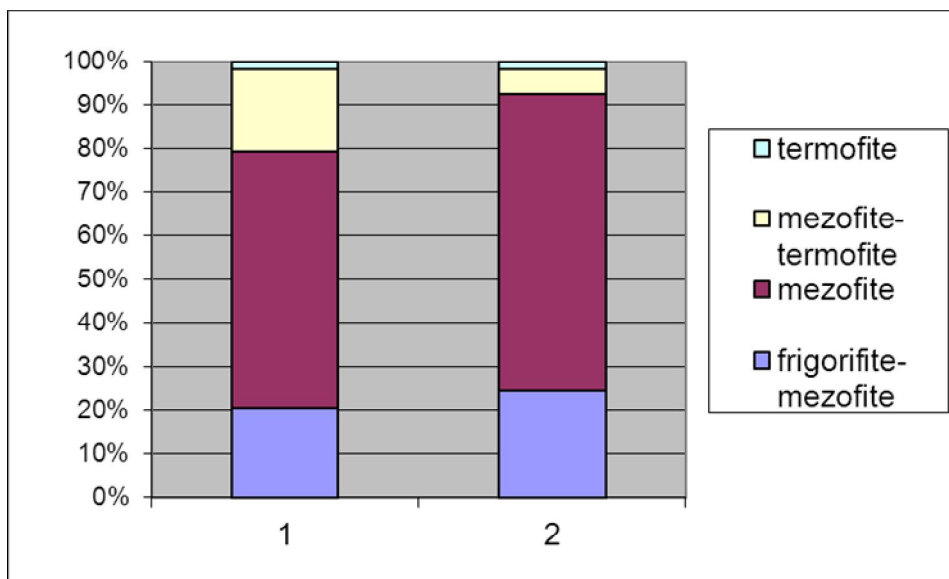
Odnos biljaka prema temperaturi u svim proučavanim zajednicama je prikazan u tabeli 27 i grafikonu 19. Iz tabele se vidi da su zajednice prvenstveno mezotermnog karaktera, jer 61% biljnih vrsta spadaju u mezotermne. Vrsta koje teže frigorofilnim (frigorofilne i frigorofilne-mezofilne) ima 25%, a vrsta koje teže termofilnim (termofilne i mezotermne-termofilne) ima 14%.

Tabela 28: Odnos biljaka prema temperaturi u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
	Frigorofilne-mezotermne	Mezotermne	Mezotermne-termofilne	Termofilne
<i>Aceri heldreichii-Fagetum</i>	22 (21%)	63 (59%)	20 (19%)	2 (2%)
			22 (21%)	

Tabela 29: Odnos biljaka prema temperaturi u zajednici *Piceo-Abietetum* (ukupan broj biljnih vrsta i njihov procentualni odnos)

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
	Frigorofilne-mezotermne	Mezotermne	Mezotermne-termofilne	Termofilne
<i>Piceo-Abietetum</i>	13 (25%)	36 (68%)	3 (6%)	1 (2%)
			4 (8%)	



Grafikon 20: Odnos biljaka prema toploti u zajednicama: 1. *Aceri heldreichii-Fagetum*; 2. *Piceo-Abietetum*

Poređenjem spektara zahteva biljaka za svetlošću u zajednicama *Aceri heldreichii-Fagetum* i *Piceo-Abietetum* vidi se da u pogledu zahteva za toplotom obe zajednice imaju pretežno mezotermni karakter. Primećuje se da zajednica *Piceo-*

*Abietetum* ima znatno manje vrsta koje naginju termofilnim (8% prema 21%), kao i nešto povećano učešće vrsta koje naginju frigorofilnim (25% prema 21%) u odnosu na zajednicu *Aceri heldreichii-Fagetum*.

#### 8.4.1.7. Spektar arealtipova

U proučavanim zajednicama su prisutni florni elementi svrstani u 10 horoloških grupa (grupa arealtipova): holarktička, evroazijska, arktičko-alpijska, borealna, srednjeevropsko-borealna, srednjeevropska, srednjeevropsko-kavkaska, srednjeevropsko-pirinejska, južnoevropsko-pirinejska i srednjeevropsko-mediteranska. Nazastupljenija je srednjeevropsko-kavkaska grupa arealtipova, koja je predstavljena sa 34 vrste (28% prisutnih vrsta), zatim dolaze srednjeevropska (30 vrsta, tj. 25%), evroazijska (17 vrsta, odnosno 14%) i srednjeevropsko-pirinejska grupa arealtipova (13 vrsta, tj. 11% ukupnog broja), dok ostale grupe imaju manji značaj. U spektru arealtipova apsolutno dominiraju vrste sa težištem rasprostranjenja u Srednjoj Evropi, što dovodi o pretežno mezofilnom karakteru proučavanih zajednica (srednjeevropska, srednjeevropsko-kavkaska, srednjeevropsko-pirinejska i srednjeevropsko-mediteranska horološka grupa obuhvataju 66% svih prisutnih biljnih vrsta). Takođe značajnu zastupljenost imaju i vrste široke ekološke amplitude (evroazijska i holarktička horološka grupa), u koje pripada 26 vrsta (21%).

Tabela 30: Spektar arealtipova u svim zajednicama

GRUPA AREALTIPOVA	BROJ VRSTA	UČEŠĆE
CENTRALNOEVROPSKO-KAVKASKA	34	28%
CENTRALNOEVROPSKA	30	25%
EVROAZIJSKA	17	14%
CENTRALNOEVROPSKO-PIRINEJSKA	13	11%

---

HOLARKTIČKA	9	7%
CENTRALNOEVROPSKO- BOREALNA	6	5%
BOREALNA	5	4%
CENTRALNOEVROPSKO- MEDITERANSKA	2	2%
JUŽNOEVROPSKO- PIRINEJSKA	2	2%
ARKTIČKO-ALPIJSKA	2	2%
<b>UKUPNO</b>	<b>124</b>	<b>100%</b>

Grafikon 21: Spektar grupa arealtipova u svim zajednicama

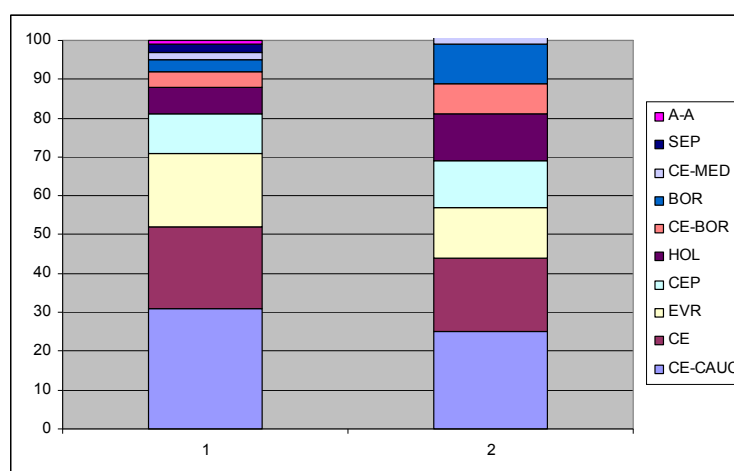
Tabela 31: Spektar arealtipova u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum*

<b>GRUPA AREALTIPOVA</b>	<b>BROJ VRSTA</b>	<b>UČEŠĆE</b>
CENTRALNOEVROPSKO-KAVKASKA	33	31%
CENTRALNOEVROPSKA	22	21%
EVROAZIJSKA	20	19%
CENTRALNOEVROPSKO-PIRINEJSKA	11	10%
HOLARKTIČKA	7	7%
CENTRALNOEVROPSKO-BOREALNA	4	4%
BOREALNA	3	3%
CENTRALNOEVROPSKO-MEDITERANSKA	2	2%
JUŽNOEVROPSKO-PIRINEJSKA	2	2%
ARKTIČKO-ALPIJSKA	1	1%
<b>UKUPNO</b>	<b>106</b>	<b>100%</b>

Tabela 32: Spektar arealtipova u zajednici *Piceo-Abietetum*

<b>GRUPA AREALTIPOVA</b>	<b>BROJ VRSTA</b>	<b>UČEŠĆE</b>
CENTRALNOEVROPSKO-KAVKASKA	13	25%
CENTRALNOEVROPSKA	10	19%
EVROAZIJSKA	7	13%
CENTRALNOEVROPSKO-PIRINEJSKA	6	12%

HOLARKTIČKA	6	12%
CENTRALNOEVROPSKO- BOREALNA	4	8%
BOREALNA	5	10%
CENTRALNOEVROPSKO- MEDITERANSKA	1	2%
<b>UKUPNO</b>	<b>52</b>	<b>100%</b>



Grafikon 22: Spektri grupa arealtipova u zajednicama: 1. *Aceri heldreichii-Fagetum*; 2. *Piceo-Abietetum* (%)

Kada se uporede spektri arealtipova u zajednicama *Aceri heldreichii-Fagetum* i *Piceo-Abietetum*, zapaža se da pretežno srednjeevropske vrste, predstavljene centralnoevropskom, centralnoevropsko-kavaskom i centralnoevropsko-pirinejskom grupom arealtipova apsolutno dominiraju u obe zajednice (62% u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum* i 56% u zajednici *Piceo-Abietetum*), što potvrđuje pretežno mezofilni karakter obe zajednice. Vrste široke ekološke amplitude, predstavljene holarktičkom i evroazijskom grupom arealtipova su u obe zajednice prisutne u približno identičnom procentualnom odnosu (26% u zajednici *Aceri heldreichii-Fagetum* i 25% u zajednici *Piceo-Abietetum*). Međutim, u zajednici *Piceo-Abietetum* se zapaža znatno veće



učešće flornih elemenata hladnih predela (borealna, centralnoevropsko-borealna i arktično-alpijska grupa arealtipova), koje su prisutne sa 18% ukupnog broja vrsta u odnosu na zajednicu *Aceri heldreichii-Fagetum* gde su prisutne sa 8%, što govori o većoj frigorifilnosti ove biljne zajednice.

## 8.5. Varijabilnost planinskog javora na osnovu morfoloških markera

### 8.5.1. Korelaciona analiza morfoloških markera

Korelaciona analiza je utvrđivanje međuzavisnosti dve promenljive karakteristike. Koeficijent korelacije ( $r$ ) pokazuje stepen kvantitativnog slaganja ovih promenljivih u linearnoj međuzavisnosti. On se kreće od -1 do +1, u zavisnosti od jačine slaganja dve promenljive. Kod pozitivne korelacije se  $r$  kreće od 0 do +1, a kod negativne od 0 do -1. Pozitivna korelacija znači da porastom jedne promenljive raste i druga, a negativna obrnuto. Ako postoji potpuna linearna međuzavisnost promenljivih onda koeficijent korelacije iznosi -1 ili +1. Koeficijent korelacije se izračunava po formuli:

$$r = \frac{\sum(X_i - X_{sr})(Y_i - Y_{sr})}{(n-1)(S_x S_y)}$$

gde su  $X$  i  $Y$  vrednosti promenljivih, a  $S_x$  i  $S_y$  njihove standardne devijacije.

Za ocenu statističke značajnosti koeficijenta korelacije dobijena vrednost se upoređuje sa tabličnom vrednošću u tablicama  $t$ -distribucije, dobijenom po sledećoj formuli:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Ako je dobijena vrednost koeficijenta „ $r$ “ veća od tablične, onda je dobijena vrednost statistički značajna za odgovarajuću verovatnoću (Hadživuković 1973; Mann 2009).

Za grubu aproksimaciju intenziteta korelacije može da posluži sledeća tablica:

R od 0.00 do  $\pm 0.20$  znači nikakvu ili neznatnu korelaciju;

R od  $\pm 0.20$  do  $\pm 0.40$  znači blagu korelaciju;

R od  $\pm 0.40$  do  $\pm 0.70$  znači značajnu korelaciju;

R od  $\pm 0.70$  do  $\pm 1.00$  znači visoku ili vrlo visoku korelaciju;

U tabeli 33 su dati rezultati linearne korelacije za merena i izvedena obeležja listova planinskog javora na proučavanim lokalitetima.

OBELEŽJA	DL	ŠBO	ŠB	ŠS	PE	UG	P	O	dl/šbo	dl/šb	dl/šs	dl/p	dl/o	šbo/šb	šbo/šs	šbo/p	šbo/o	šb/šs	šb/p	šb/o	šs/p	šs/o	p/o
DL	1.00																						
ŠBO	0.78	1.00																					
ŠB	0.68	0.43	1.00																				
ŠS	0.67	0.72	0.46	1.00																			
PE	0.53	0.54	0.50	0.58	1.00																		
UG	-0.01	0.54	-0.32	0.30	0.18	1.00																	
P	0.53	0.80	0.73	0.86	0.68	0.18	1.00																
O	0.78	0.75	0.70	0.71	0.67	0.15	0.81	1.00															
dl/šbo	0.07	-0.54	0.21	-0.27	-0.16	-0.91	-0.19	-0.17	1.00														
dl/šb	0.12	0.25	-0.62	0.11	-0.11	0.44	-0.11	-0.10	-0.23	1.00													
dl/šs	0.04	-0.22	0.04	-0.70	-0.27	-0.42	-0.36	-0.21	0.43	-0.02	1.00												
dl/p	-0.57	-0.67	-0.63	-0.82	-0.65	-0.26	-0.91	-0.69	0.32	0.24	0.58	1.00											
dl/o	-0.08	-0.28	-0.31	-0.35	-0.45	-0.26	-0.32	-0.66	0.36	0.31	0.40	0.42	1.00										
šbo/šb	0.07	0.48	0.56	0.22	0.01	0.79	0.04	0.02	-0.67	0.86	-0.23	0.00	0.50	1.00									
šbo/šs	0.00	0.20	0.11	-0.53	-0.16	0.23	-0.23	-0.09	-0.28	0.15	0.73	0.36	0.15	0.27	1.00								
šbo/p	-0.62	-0.42	-0.76	-0.73	-0.60	0.18	-0.85	-0.63	-0.16	0.37	0.40	0.88	0.27	0.34	0.53	1.00							
šbo/o	-0.12	0.20	-0.45	-0.12	-0.28	0.48	-0.13	-0.48	-0.45	0.48	0.04	0.13	0.65	0.60	0.41	0.38	1.00						
šb/šs	-0.05	-0.32	0.46	-0.56	-0.11	-0.58	-0.17	-0.06	0.46	-0.68	0.73	0.23	0.05	-0.73	0.42	0.02	-0.31	1.00					
šb/p	-0.62	-0.79	-0.21	-0.85	-0.55	-0.50	-0.79	-0.58	0.44	-0.39	0.56	0.79	0.19	-0.53	0.25	0.60	-0.18	0.66	1.00				
šb/o	-0.17	-0.44	0.34	-0.35	-0.24	-0.60	-0.13	-0.42	0.50	-0.66	0.32	0.09	0.49	-0.74	-0.03	-0.15	0.06	0.67	0.50	1.00			
šs/p	-0.67	-0.59	-0.74	-0.37	-0.52	0.02	-0.75	-0.61	0.04	0.30	-0.15	0.67	0.17	0.18	-0.20	0.67	0.10	-0.33	0.44	-0.16	1.00		
šs/o	-0.09	-0.01	-0.25	0.38	-0.07	0.16	0.10	-0.30	-0.11	0.24	-0.60	-0.22	0.38	0.23	-0.55	-0.18	0.43	-0.61	-0.36	0.08	0.38	1.00	
p/o	0.56	0.56	0.50	0.69	0.44	0.13	0.81	0.33	-0.13	-0.08	-0.39	-0.81	0.16	0.04	-0.29	-0.78	0.27	-0.22	-0.72	0.21	-0.62	0.48	1.00

Tabela 33: Matrica koeficijenta linearne korelacije za merena i izvedena obeležja lista planinskog javora

Granična vrednost za ocenu značajnosti korelacije nivoa značajnosti 0.05 i 238 stepeni slobode je  $r=0.128$

DL-dužina lisne ploče (cm)

ŠB-širina lista između bazalnih režnjeva (cm)

PE-dužina lisne peteljke (cm)

P-površina lista (cm<sup>2</sup>)

dl/šbo-odnos dužina lisne ploče/širina lista između bočnih režnjeva

dl/šs-odnos dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog režnja

dl/o-odnos dužina lisne ploče/obim lista

šbo/šs-odnos širina lista između bočnih režnjeva/širina srednjeg lisnog režnja

šbo/o-odnos širina lista između bočnih režnjeva/obim lista

šb/p-odnos širina lista između bazalnih režnjeva/površina lista

šs/p-odnos širina srednjeg lisnog režnja/površina lista

p/o -odnos površina lista/obim lista

ŠBO-širina lista između bočnih režnjeva (cm)

ŠS-širina srednjeg lisnog režnja (cm)

UG-ugao između srednjeg i bočnog lisnog režnja (°)

O-obim lista (cm)

dl/šb-odnos dužina lisne ploče/ širina lista između bazalnih režnjeva

dl/p-odnos dužina lisne ploče/površina lista

šbo/šb-odnos širina lista između bočnih režnjeva/širina lista između bazalnih režnjeva

šbo/p-odnos širina lista između bočnih režnjeva/površina lista

šbo/šs-odnos širina lista između bočnih režnjeva/ širina srednjeg lisnog režnja

šb/o-odnos širina lista između bazalnih režnjeva/ obim lista

šs/o-odnos širina srednjeg lisnog režnja/obim lista

Dužina lisne ploče (DL) je u pozitivnoj korelaciji sa skoro svim merenim obeležjima izuzev veličine ugla između srednjeg i bočnog lisnog reznja (UG), sa kojim ne stoji ni u kakvoj korelacionoj vezi. U vrlo jakoj korelaciji je sa širinom lista između bočnih reznjeva (ŠBO) i obimom lista (O), a u značajnoj korelaciji je sa širinom lista između bazalnih reznjeva (ŠB), širinom srednjeg lisnog reznja (ŠS), površinom lista (P) i dužinom peteljke lista (PE). Od izvedenih relativnih odnosa, dužina lisne ploče je u statistički značajnoj pozitivnoj korelaciji sa odnosom površina lista/obim lista (p/o). Dužina lisne ploče je u statistički značajnoj negativnoj korelaciji sa sledećim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/površina lista (dl/p), širina lista između bočnih reznjeva/površina lista (šbo/p), širina lista između bazalnih reznjeva/površina lista (šb/p), širina lista između bazalnih reznjeva/obim lista (šb/o) i širina srednjeg lisnog reznja/površina lista (šs/p), dok sa ostalim izvedenim obeležjima nije u značajnoj statističkoj korelaciji.

Širina lista između bočnih reznjeva (ŠBO) je u statistički značajnoj pozitivnoj korelaciji sa svim merenim obeležjima. U vrlo jakoj korelaciji je sa: dužinom lisne ploče (DL), širinom srednjeg lisnog reznja (ŠS), površinom (P) i obimom (O) lista, a u značajnoj korelaciji sa: dužinom lisne ploče (DL), dužinom peteljke lista (PE), veličinom ugla između srednjeg i bočnog lisnog reznja (UG) i širinom lista između bazalnih reznjeva (ŠB). Širina lista između bočnih reznjeva je u pozitivnoj korelaciji sa sledećim izvedenim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bazalnih reznjeva (dl/šb), širina lista između bočnih reznjeva/širina lista između bazalnih reznjeva (šbo/šb), širina lista između bočnih reznjeva/širina srednjeg lisnog reznja (šbo/šs), širina lista između bočnih reznjeva/obim lista (šbo/o) i površina lista/obim lista (p/o). Širina lista između bočnih reznjeva je u negativnoj korelaciji sa sledećim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bočnih reznjeva (dl/šbo), dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog reznja (dl/šs), dužina lisne ploče/površina lista (dl/p), dužina lisne ploče/obim lista (dl/o), širina lista između bočnih reznjeva/površina lista (šbo/p), širina lista između bazalnih reznjeva/širina srednjeg lisnog reznja (šb/šs) širina lista između bazalnih reznjeva/površina lista (šb/p), širina lista između bazalnih reznjeva/obim lista (šb/o) i širina srednjeg lisnog reznja/površina lista (šs/p).

Širina lista između bazalnih režnjeva (ŠB) je u pozitivnoj korelaciji sa skoro svim merenim obeležjima, osim veličine ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja (UG), sa kojim je u blagoj negativnoj korelaciji. Širina lista između bazalnih režnjeva je u vrlo jakoj pozitivnoj korelaciji sa: dužinom lisne ploče (DL), površinom lista (P) i obimom (O) lista. U jakoj pozitivnoj korelaciji je sa: širinom lista između bočnih režnjeva (ŠBO), širinom srednjeg lisnog režnja (ŠS) i dužinom peteljke (PE). Širina lista između bazalnih režnjeva je u pozitivnoj korelaciji sa sledećim izvedenim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bočnih režnjeva (dl/šbo), širina lista između bočnih režnjeva/širina lista između bazalnih režnjeva (šbo/šb), širina lista između bazalnih režnjeva/širina srednjeg lisnog režnja (šb/šs), širina lista između bazalnih režnjeva/obim lista (šb/o) i površina lista/obim lista (p/o). Širina lista između bazalnih režnjeva je u negativnoj korelaciji sa sledećim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bazalnih režnjeva (dl/šb), dužina lisne ploče/površina lista (dl/p), dužina lisne ploče/obim lista (dl/o), širina lista između bočnih režnjeva/površina lista (šbo/p), širina lista između bočnih režnjeva/obim lista (šbo/o), širina lista između bazalnih režnjeva/površina lista (šb/p), širina srednjeg lisnog režnja/površina lista (šs/p) i širina srednjeg lisnog režnja/obim lista (šs/o).

Širina srednjeg lisnog režnja (ŠS) je u pozitivnoj korelaciji sa svim merenim obeležjima. U vrlo jakoj pozitivnoj korelaciji je sa: širinom lista između bočnih režnjeva (ŠBO), površinom lista (P) i obimom (O) lista. U jakoj pozitivnoj korelaciji je sa: dužinom lisne ploče (DL), širinom lista između bazalnih režnjeva (ŠB) i dužinom peteljke (PE), dok je u blagoj pozitivnoj korelaciji sa veličinom ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja (UG). Širina srednjeg lisnog režnja je u pozitivnoj korelaciji sa sledećim izvedenim relativnim odnosima: širina lista između bočnih režnjeva/širina lista između bazalnih režnjeva (šbo/šb), širina srednjeg lisnog režnja/obim lista (šs/o) i površina lista/obim lista (p/o). Širina srednjeg lisnog režnja je u negativnoj korelaciji sa sledećim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bočnih režnjeva (dl/šbo), dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog režnja (dl/šs), dužina lisne ploče/površina lista (dl/p), dužina lisne ploče/obim lista (dl/o), širina lista između bočnih režnjeva/širina srednjeg lisnog

režnja (šbo/šs), širina lista između bočnih režnjeva/površina lista (šbo/p), širina lista između bazalnih režnjeva/širina srednjeg lisnog režnja (šb/šs), širina lista između bazalnih režnjeva/površina lista (šb/p), širina lista između bazalnih režnjeva/obim lista (šb/o) i širina srednjeg lisnog režnja/površina lista (šs/p).

Dužina peteljke lista (PE) je u statistički značajnoj pozitivnoj korelaciji sa svim merenim obeležjima. Ni sa jednim obeležjem ne stoji u vrlo jakoj pozitivnoj korelaciji. U jakoj pozitivnoj korelaciji je sa: dužinom lisne ploče (DL), širinom lista između bočnih režnjeva (ŠBO), širinom lista između bazalnih režnjeva (ŠB), širinom srednjeg lisnog režnja (ŠS), površinom (P) i obimom (O) lista, dok slaba pozitivna korelacija postoji sa veličinom ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja (UG). Od izvedenih relativnih odnosa, dužina peteljke lista je u statistički značajnoj pozitivnoj korelaciji sa površinom lista/obimom lista (p/o). Dužina peteljke lista je u statistički značajnoj negativnoj korelaciji sa sledećim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bočnih režnjeva (dl/šbo), dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog režnja (dl/šs), dužina lisne ploče/površina lista (dl/p), dužina lisne ploče/obim lista (dl/o), širina lista između bočnih režnjeva/širina srednjeg lisnog režnja (šbo/šs), širina lista između bočnih režnjeva/površina lista (šbo/p), širina lista između bočnih režnjeva/obim lista (šbo/o), širina lista između bazalnih režnjeva/površina lista (šb/p), širina lista između bazalnih režnjeva/obim lista (šb/o) i širina srednjeg lisnog režnja/površina lista (šs/p).

Veličina ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja (UG) je u statistički značajnoj korelaciji sa skoro svim merenim obeležjima, osim dužine lisne ploče (DL), gde nema korelacione povezanosti. Veličina ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja je u pozitivnoj korelaciji sa: širinom lista između bočnih režnjeva (ŠBO) gde je korelacija značajno pozitivna, dok je sa širinom srednjeg lisnog režnja (ŠS), dužinom peteljke lista (PE), površinom (P) i obimom (O) lista ta korelacija blaga. Statistički značajna, ali blaga negativna korelacija postoji sa širinom lista između bazalnih režnjeva (ŠB), dok sa ostalim obeležjima: dužinom lisne ploče (DL), dužinom peteljke (PE), površinom (P) i obimom (O) lista nema statistički značajne korelacije. Veličina ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja je u pozitivnoj korelaciji sa sledećim izvedenim relativnim

odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bazalnih režnjeva (dl/šb), širina lista između bočnih režnjeva/širina lista između bazalnih režnjeva (šbo/šb), širina lista između bočnih režnjeva/širina srednjeg lisnog režnja (šbo/šs), širina lista između bočnih režnjeva/površina lista (šbo/p), širina lista između bočnih režnjeva/obim lista (šbo/o), širina srednjeg lisnog režnja/obim lista (šs/o) i površina lista/obim lista (p/o). Veličina ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja je u negativnoj korelaciji sa sledećim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bočnih režnjeva (dl/šbo), dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog režnja (dl/šs), dužina lisne ploče/površina lista (dl/p), dužina lisne ploče/obim lista (dl/o), širina lista između bazalnih režnjeva/širina srednjeg lisnog režnja (šb/šs), širina lista između bazalnih režnjeva/površina lista (šb/p) i širina lista između bazalnih režnjeva/obim lista (šb/o).

Površina lisne ploče (P) je u pozitivnoj korelaciji sa svim merenim obeležjima. U vrlo jakoj korelaciji je sa: širinom lista između bočnih režnjeva (ŠBO), širinom lista između bazalnih režnjeva (ŠB), širinom srednjeg lisnog režnja (ŠS), i obimom (O) lista. U jakoj korelaciji je sa dužinom lisne ploče (DL) i dužinom peteljke (PE), a u blagoj korelaciji sa veličinom ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja (UG). Od izvedenih relativnih odnosa, površina lisne ploče je u pozitivnoj korelaciji sa odnosom površina lista/obim lista (p/o). U negativnoj korelaciji je sa sledećim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bočnih režnjeva (dl/šbo), dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog režnja (dl/šs), dužina lisne ploče/površina lista (dl/p), dužina lisne ploče/obim lista (dl/o), širina lista između bočnih režnjeva/širina srednjeg lisnog režnja (šbo/šs), širina lista između bočnih režnjeva/površina lista (šbo/p), širina lista između bočnih režnjeva/obim lista (šbo/o), širina lista između bazalnih režnjeva/širina srednjeg lisnog režnja (šb/šs), širina lista između bazalnih režnjeva/površina lista (šb/p), širina lista između bazalnih režnjeva/obim lista (šb/o) i širina srednjeg lisnog režnja/površina lista (šs/p).

Obim lista (O) je u pozitivnoj korelaciji sa svim merenim obeležjima. U vrlo jakoj korelaciji je sa: dužinom lisne ploče (DL), širinom lista između bočnih režnjeva (ŠBO), širinom lista između bazalnih režnjeva (ŠB), širinom srednjeg lisnog režnja (ŠS) i



površinom (P) lista. U jakoj pozitivnoj korelaciji je sa dužinom peteljke (PE), a samo je sa veličinom ugla između srednjeg i bočnog lisnog reznja (UG) u slaboj pozitivnoj korelaciji. Od izvedenih relativnih odnosa, obim lista je u pozitivnoj korelaciji sa odnosom površina lista/obim lista (p/o). Obim lista je u negativnoj korelaciji sa sledećim relativnim odnosima: dužina lisne ploče/širina lista između bočnih reznjeva (dl/šbo), dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog reznja (dl/šs), dužina lisne ploče/površina lista (dl/p), dužina lisne ploče/obim lista (dl/o), širina lista između bočnih reznjeva/površina lista (šbo/p), širina lista između bočnih reznjeva/obim lista (šbo/o), širina lista između bazalnih reznjeva/površina lista (šb/p), širina lista između bazalnih reznjeva/obim lista (šb/o), širina srednjeg lisnog reznja/površina lista (šs/p) i širina srednjeg lisnog reznja/obim lista (šs/o).

Može se da zaključiti da skoro svi mereni elementi stoje u međusobnoj pozitivnoj korelaciji, koja je jaka do vrlo jaka. Jedini izuzetak predstavlja veličina ugla između srednjeg i bočnog lisnog reznja (UG), koja pokazuje izvestan stepen pozitivne korelacije sa većinom obeležja: širinom lista između bočnih reznjeva (ŠBO), širinom srednjeg lisnog reznja (ŠS), dužinom peteljke (PE), površinom (P) i obimom (O) lista. Međutim, jedino sa širinom lista između bočnih reznjeva (ŠBO) ta korelaciona povezanost je snažna, dok je sa ostalim obeležjima slaba. Sa druge strane, veličina ugla između srednjeg i bočnog reznja ne pokazuje nikakvu korelacionu povezanost sa dužinom lisne ploče (DL), a sa širinom lista između bazalnih reznjeva (ŠB) je prisutna blaga negativna korelacija. Mereni obeležja stoje sa izvedenim obeležjima u vrlo različitim korelativnim odnosima: od snažne pozitivne korelacije, preko slabo ili neznatno izraženih korelativnih odnosa do snažne negativne korelacije.

### 8.5.2. Analiza varijanse

Analizom varijanse testiraju se razlike više od dve sredine istog ili različitih skupova. Osnovni cilj analize varijanse je dokazati da li je varijabilitet među grupama veći od varijabiliteta unutar grupa. Ako je varijabilitet među grupama statistički značajno

veći od varijabiliteta unutar pojedinih grupa, onda te grupe ne pripadaju istoj populaciji (Petz 1985). Nulta hipoteza je da ne postoje razlike između grupa, tj. da su njihove sredine jednake ( $X_{1sr}=X_{2sr}=X_{3sr}=\dots X_{srk}$ ). Iz ovog proizilazi da, kad je nulta hipoteza tačna, uzorci se mogu smatrati da su iz jednog osnovnog skupa  $\mu$  sa odgovarajućom varijansom  $\sigma^2$ .

Testiranje nulte hipoteze vrši se deljenjem dve nezavisne varijanse i to varijanse između grupa i varijanse unutar grupa. Tako se dobija vrednost F testa, tj.

$$F = \frac{QT / k - 1}{QP / N - 1},$$

gde je QT suma kvadrata tretmana, a QP suma kvadrata pogreške. Izračunata vrednost F se upoređuje sa vrednostima u tablici F distribucije za odgovarajući prag značajnosti  $\alpha$  kao i  $r_1$  i  $r_2$  stepen slobode. U analizi varijanse je  $r_1=k-1$ , a  $r_2=N-k$ , gde je k broj tretmana, a N ukupan broj podataka. F distribucija je formirana na osnovu odnosa varijansi uzoraka posebno za svaki stepen slobode. Tablica pruža podatke za nivo rizika (prag značajnosti)  $\alpha=0.05$  i  $\alpha=0.01$ . Data ili manja vrednost u tablicama, koja zavisi od  $r_1$  i  $r_2$ , biće postignuta u 95%, odnosno 99% slučajeva, ako su uzorci izabrani na slučajan način iz istog osnovnog skupa. Kada se radi o istom osnovnom skupu, količnik veći od kritične vrednosti u kombinaciji svih uzoraka biće postignut samo u 5%, odnosno 1% slučajeva. Ako je hipoteza tačna, tj. ako su sve sredine jednake i potiču iz jednog osnovnog skupa, sa sredinom  $\mu$  i varijansom  $\sigma^2$ , tada je i količnik iz odnosa varijansi između grupa i unutar grupa manji od kritične vrednosti u tabelama uz odgovarajući prag značajnosti. Kod tačne nulte hipoteze varijansa između grupa nije značajna i praktično se ne razlikuje od varijanse unutar grupa. Varijansa unutar grupa može da se smatra kao najbolja ocena slučajnih kolebanja jedinica u ogledu. F-test daje odgovor o homogenosti eksperimenta u celini, ali ništa ne govori o značaju razlike između sredina pojedinih tretmana. Da bi se uporedile sredine pojedinih tretmana korišćeni su Scheffe-ov i Tukey-ev test, a vrednost tih test je upoređena sa kritičnim vrednostima u tablicama t-distribucije za  $N-k$  stepeni slobode. To je broj stepeni slobode varijacije unutar grupa u analizi varijanse. Hipoteza o jednakosti dve sredine se prihvata uz rizik  $\alpha$  ako je izračunato t

manje od kritične vrednosti u tablicama t-distribucije. U konkretnom slučaju analiza varijanse je rađena za utvrđivanje značaja razlika obeležja između lokaliteta. (Cvjetićanin 1999; Mann 2009). Sva istraživanja su rađena na nivou značajnosti  $\alpha=0.05$ .

Tabela 34: Statistički značaj razlika srednjih dužina lisne ploče po Tuckey-u i Scheffe-u  
F=4.046 (statistički značajne razlike su prikazane masnim slovima)

TUCKEY	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.398	-						
Golija	0.593	0.196	-					
Jastrebac	0.461	0.063	0.133	-				
Javorje	<b>0.943</b>	0.545	0.350	0.483	-			
Perućica	0.084	0.481	0.677	0.544	<b>1.027</b>	-		
Rudnik	0.422	0.024	0.171	0.038	0.521	0.506	-	
Stara planina	0.226	0.172	0.368	0.235	<b>0.717</b>	0.310	0.196	-
SCHEFFE	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.398	-						
Golija	0.593	0.196	-					
Jastrebac	0.461	0.063	0.133	-				
Javorje	<b>0.943</b>	0.545	0.350	0.483	-			
Perućica	0.084	0.481	0.677	0.544	<b>1.027</b>	-		
Rudnik	0.422	0.024	0.171	0.038	0.521	0.506	-	
Stara planina	0.226	0.172	0.368	0.235	0.717	0.310	0.196	-

Tabela 35: Statistički značaj razlika srednjih širina bočnog lisnog režnja po Tuckey-u i Scheffe-u  $F=3.756$  (statistički značajne razlike su prikazane masnim slovima)

TUCKEY	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.560	-						
Golija	<b>1.481</b>	0.921	-					
Jastrebac	0.990	0.430	0.490	-				
Javorje	<b>1.328</b>	0.768	0.152	0.338	-			
Perućica	0.382	0.178	1.099	0.609	0.947	-		
Rudnik	<b>1.347</b>	0.787	0.134	0.357	0.019	0.966	-	
Stara planina	1.127	0.567	0.354	0.137	0.201	0.746	0.220	-
SCHEFFE	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.560	-						
Golija	<b>1.481</b>	0.921	-					
Jastrebac	0.990	0.430	0.490	-				
Javorje	1.328	0.768	0.152	0.338	-			
Perućica	0.382	0.178	1.099	0.609	0.947	-		
Rudnik	1.347	0.787	0.134	0.357	0.019	0.966	-	
Stara planina	1.127	0.567	0.354	0.137	0.201	0.746	0.220	-

Tabela 36: Statistički značaj razlika srednjih širina bazalnog lisnog režnja po Tuckey-u i Scheffe-u  $F=2.896$  (statistički značajne razlike su prikazane masnim slovima)

TUCKEY	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.438	-						
Golija	0.550	0.112	-					
Jastrebac	0.205	0.233	0.345	-				
Javorje	0.495	0.056	0.055	0.290	-			
Perućica	0.728	<b>1.166</b>	<b>1.278</b>	0.933	<b>1.223</b>	-		
Rudnik	0.120	0.318	0.430	0.085	0.375	0.848	-	
Stara planina	0.673	0.235	0.123	0.469	0.179	<b>1.402</b>	0.554	-
SCHEFFE	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.438	-						
Golija	0.550	0.112	-					
Jastrebac	0.205	0.233	0.345	-				
Javorje	0.495	0.056	0.055	0.290	-			
Perućica	0.728	1.166	1.278	0.933	1.223	-		
Rudnik	0.120	0.318	0.430	0.085	0.375	0.848	-	
Stara planina	0.673	0.235	0.123	0.469	0.179	1.402	0.554	-

Tabela 37: Statistički značaj razlika srednjih širina srednjeg lisnog režnja po Tuckey-u i Scheffe-u  $F=7.294$  (statistički značajne razlike su prikazane masnim slovima)

TUCKEY	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	<b>0.655</b>	-						
Golija	<b>0.921</b>	0.266	-					
Jastrebac	<b>0.760</b>	0.106	0.160	-				
Javorje	<b>0.597</b>	0.058	0.324	0.164	-			
Perućica	0.256	0.399	<b>0.665</b>	<b>0.504</b>	0.341	-		
Rudnik	<b>0.714</b>	0.059	0.207	0.046	0.117	0.458	-	
Stara planina	<b>0.579</b>	0.076	0.341	0.181	0.017	0.323	0.135	-
SCHEFFE	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	<b>0.655</b>	-						
Golija	<b>0.921</b>	0.266	-					
Jastrebac	<b>0.760</b>	0.106	0.160	-				
Javorje	<b>0.597</b>	0.058	0.324	0.164	-			
Perućica	0.256	0.399	<b>0.665</b>	0.504	0.341	-		
Rudnik	<b>0.714</b>	0.059	0.207	0.046	0.117	0.458	-	
Stara planina	0.579	0.076	0.341	0.181	0.017	0.323	0.135	-

Tabela 38: Statistički značaj razlika srednjih dužina lisne peteljke po Tuckey-u i Scheffe-u  $F=6.015$  (statistički značajne razlike su prikazane masnim slovima)

TUCKEY	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.299	-						
Golija	<b>1.655</b>	<b>1.355</b>	-					
Jastrebac	0.326	0.027	<b>1.328</b>	-				
Javorje	0.357	0.058	<b>1.298</b>	0.031	-			
Perućica	0.623	0.923	<b>2.278</b>	0.950	0.980	-		
Rudnik	0.464	0.165	1.191	0.138	0.107	1.087	-	
Stara planina	1.103	0.804	0.552	0.777	0.746	<b>1.726</b>	0.639	-
SCHEFFE	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.299	-						
Golija	<b>1.655</b>	1.355	-					
Jastrebac	0.326	0.027	1.328	-				
Javorje	0.357	0.058	1.298	0.031	-			
Perućica	0.623	0.923	<b>2.278</b>	0.950	0.980	-		
Rudnik	0.464	0.165	1.191	0.138	0.107	1.087	-	
Stara planina	1.103	0.804	0.552	0.777	0.746	<b>1.726</b>	0.639	-

Tabela 39: Statistički značaj razlika srednjih vrednosti ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja po Tuckey-u i Scheffe-u  $F=3.231$  (statistički značajne razlike su prikazane masnim slovima)

TUCKEY	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.749	-						
Golija	<b>3.886</b>	3.136	-					
Jastrebac	1.505	0.756	2.381	-				
Javorje	0.652	0.098	3.234	0.853	-			
Perućica	2.691	1.942	1.195	1.186	2.039	-		
Rudnik	3.726	2.977	0.160	2.221	3.074	1.035	-	
Stara planina	3.579	2.830	0.306	2.074	2.928	0.888	0.147	-
SCHEFFE	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	0.749	-						
Golija	3.886	3.136	-					
Jastrebac	1.505	0.756	2.381	-				
Javorje	0.652	0.098	3.234	0.853	-			
Perućica	2.691	1.942	1.195	1.186	2.039	-		
Rudnik	3.726	2.977	0.160	2.221	3.074	1.035	-	
Stara planina	3.579	2.830	0.306	2.074	2.928	0.888	0.147	-



Tabela 40: Statistički značaj razlika srednjih vrednosti površina lista po Tuckey-u i Scheffe-u  $F=7.125$  (statistički značajne razlike su prikazane masnim slovima)

TUCKEY	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	<b>14.175</b>	-						
Golija	<b>20.357</b>	6.183	-					
Jastrebac	<b>15.973</b>	1.798	4.385	-				
Javorje	<b>17.277</b>	3.103	3.080	1.305	-			
Perućica	2.369	11.806	<b>17.988</b>	<b>13.604</b>	<b>14.908</b>	-		
Rudnik	<b>17.669</b>	3.494	2.688	1.696	0.392	<b>15.300</b>	-	
Stara planina	<b>19.394</b>	5.219	0.964	3.421	2.116	<b>17.025</b>	1.725	-
SCHEFFE	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	14.175	-						
Golija	<b>20.357</b>	6.183	-					
Jastrebac	<b>15.973</b>	1.798	4.385	-				
Javorje	<b>17.277</b>	3.103	3.080	1.305	-			
Perućica	2.369	11.806	<b>17.988</b>	13.604	14.908	-		
Rudnik	<b>17.669</b>	3.494	2.688	1.696	0.392	15.300	-	
Stara planina	<b>19.394</b>	5.219	0.964	3.421	2.116	<b>17.025</b>	1.725	-

Tabela 41: Statistički značaj razlika srednjih vrednosti obima lista po Tuckey-u i Scheffé-u  $F=6.934$  (statistički značajne razlike su prikazane masnim slovima)

TUCKEY	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	6.965	-						
Golija	<b>15.191</b>	8.226	-					
Jastrebac	<b>10.574</b>	3.609	4.617	-				
Javorje	<b>14.158</b>	7.193	1.033	3.584	-			
Perućica	0.212	7.177	<b>15.403</b>	<b>10.786</b>	<b>14.370</b>	-		
Rudnik	<b>14.638</b>	7.674	0.552	4.065	0.480	<b>14.851</b>	-	
Stara planina	9.500	2.535	5.691	1.074	4.658	9.712	5.138	-
SCHEFFE	Biogradska gora	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	Perućica	Rudnik	Stara planina
Biogradska gora	-							
Goč	6.965	-						
Golija	<b>15.191</b>	8.226	-					
Jastrebac	10.574	3.609	4.617	-				
Javorje	<b>14.158</b>	7.193	1.033	3.584	-			
Perućica	0.212	7.177	<b>15.403</b>	10.786	<b>14.370</b>	-		
Rudnik	<b>14.638</b>	7.674	0.552	4.065	0.480	<b>14.851</b>	-	
Stara planina	9.500	2.535	5.691	1.074	4.658	9.712	5.138	-

Tabela 42: Homogene grupe populacija za merena obeležja listova po Tuckey-u i Scheffe-u

<b>Dužina lisne ploče</b>		Tuckey		Scheffe		<b>Širina bočnog lisnog režnja</b>		Tuckey		Scheffe	
Javorje	8.617	***		***		Golija	12.096	***		***	
Golija	8.967	***	***	***	***	Rudnik	12.230	***		***	***
Jastrebac	9.010	***	***	***	***	Javorje	12.249	***		***	***
Rudnik	9.138	***	***	***	***	Stara planina	12.450	***	***	***	***
Goč	9.162	***	***	***	***	Jastrebac	12.587	***	***	***	***
Stara planina	9.334		***	***	***	Goč	13.017	***	***	***	***
Biogradska gora	9.560		***		***	Perućica	13.196	***	***	***	***
Perućica	9.644		***		***	Biogradska gora	13.578		***		***
<b>Širina bazalnog lisnog režnja</b>		Tuckey		Scheffe		<b>Veličina ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja</b>		Tuckey		Scheffe	
Stara planina	10.459	***		***		Golija	47.523	***		***	
Golija	10.583	***		***		Rudnik	47.683	***	***	***	
Javorje	10.638	***		***		Stara planina	47.830	***	***	***	
Goč	10.694	***		***		Perućica	48.718	***	***	***	
Jastrebac	10.928	***	***	***		Jastrebac	49.904	***	***	***	
Rudnik	11.013	***	***	***		Goč	50.660	***	***	***	
Biogradska gora	11.132	***	***	***		Javorje	50.754	***	***	***	
Perućica	11.861		***	***		Biogradska gora	51.409		***	***	

Tabela 42 (nastavak)

Dužina srednjeg lisnog režnja		Tuckey			Scheffe			Dužina lisne peteljke		Tuckey			Scheffe		
		***			***	***				***	***	***	***	***	
Golija	4.276	***			***			Golija	7.986	***			***		
Jastrebac	4.436	***			***	***		Stara planina	8.537	***	***		***	***	
Rudnik	4.483	***	***		***	***		Rudnik	9.176	***	***	***	***	***	***
Goč	4.542	***	***		***	***		Javorje	9.283		***	***	***	***	***
Javorje	4.600	***	***		***	***		Jastrebac	9.314		***	***	***	***	***
Stara planina	4.618	***	***		***	***	***	Goč	9.341		***	***	***	***	***
Perućica	4.941		***	***		***	***	Biogradska gora	9.640		***	***		***	***
Biogradska gora	5.197			***			***	Perućica	10.263			***			***
<b>Površina lista</b>								<b>Obim lista</b>							
Golija	69.981	***			***			Golija	95.257	***			***		
Stara planina	70.945	***			***			Rudnik	95.810	***			***		
Rudnik	72.669	***			***	***		Javorje	96.290	***			***		
Javorje	73.061	***			***	***		Jastrebac	99.874	***			***	***	
Jastrebac	74.366	***			***	***		Stara planina	100.948	***	***		***	***	
Goč	76.164	***	***		***	***	***	Goč	103.483	***	***		***	***	
Perućica	87.969		***	***		***	***	Biogradska gora	110.448		***			***	
Biogradska gora	90.338			***			***	Perućica	110.660		***			***	

Statistički značajne razlike u dužini listova po Tuckey-u postoje između lokaliteta Javorje i sledećih lokaliteta: Biogradska gora, Perućica i Stara planina, a po Scheffe-u samo između lokaliteta Javorje u odnosu na Biogradsku goru i Perućicu. Postoje dve grupe homogenosti pri čemu u zasebne grupe mogu da se svrstaju, sa jedne strane Javorje, a sa druge strane Stara planina, Biogradska gora i Perućica po Tuckey-u, a po Scheffe-u samo Biogradska gora i Perućica. U pogledu dužine listova između bočnih lisnih režnjeva režnjeva po Scheffe-u statistički značajna razlika postoji samo između lokaliteta Biogradska gora i Golija, a po Tuckey-u i između lokaliteta Biogradska gora i Javorje i Biogradska gora i Rudnik. Postoje dve grupe homogenosti, pri čemu zasebnu grupu čini sa jedne strane populacija sa Golije, a sa druge strane sa Biogradske gore (Scheffe), dok po Tuckey-u u prvu grupu spadaju još i populacije sa Rudnika i Javorja. U odnosu na dužinu listova između bazalnih režnjeva po Scheffe-u ne postoje nikakve statistički značajne razlike između populacija, a po Tuckey-u postoje između populacije na Perućici u odnosu na sledeće populacije: Goč, Golija, Javorje i Stara planina. Po Tuckey-u se izdvajaju dve grupe homogenosti, pri čemu se u prvu zasebnu grupu mogu izdvojiti populacije: Goč, Golija, Javorje i Stara planina, a u drugu grupu populacija iz Perućice. U odnosu na širinu srednjeg lisnog režnja najveća razlika postoji između populacija na lokalitetu Biogradska gora u odnosu na ostale populacije. Ova populacija se statistički značajno razlikuje u odnosu na sledeće populacije: Goč, Golija, Jastrebac, Javorje i Rudnik (Scheffe), a po Tuckey-u takođe i u odnosu na populaciju Stara planina. Takođe postoji i statistički značajna razlika između populacija Perućica i Golija (Scheffe), odnosno još i između populacija Perućica i Jastrebac (Tuckey). Po ovom svojstvu se izdvajaju tri grupe homogenosti. U prvu zasebnu grupu spada populacija sa Golije, a u treću zasebnu grupu populacija sa Biogradske gore (Scheffe). Ostale populacije imaju prelazan karakter, ali uglavnom naginju prvoj zasebnoj homogenoj grupi. Po Tuckey-u u prvu zasebnu grupu, osim populacije sa Golije, spada i populacija sa Jastrepca. Na osnovu karakteristika dužine lisne peteljke, po Scheffe-u postoje statistički značajne razlike između lokaliteta Golija i Biogradska gora, Golija i Perućica i Stara planina i Perućica. Po Tuckey-u postoje i statistički značajne razlike još i između lokaliteta Golija i Goč, Golija i Jastrebac i Golija i Javorje. Ovde se izdvajaju tri grupe homogenosti. U prvu zasebnu grupu se, po oba metoda, izdvaja populacija sa Golije, u

treću zasebnu grupu se izdvaja populacija iz Perućice, a ostale populacije imaju intermedijarni karakter. U odnosu na veličinu ugla između srednjeg i bočnog lisnog režnja, među populacijama su uočene male razlike. Po Scheffé-u nema statistički značajne razlike među proučavanim populacijama, a po Tuckey-u statistički značajna razlika postoji samo između lokaliteta Biogradska gora i Golija. Po Tuckey-u se izdvajaju dve homogene grupe. U jednu zasebnu grupu se može izdvojiti populacija sa Golije, a u drugu zasebnu grupu populacija sa Biogradske gore. U pogledu površine lista najveća razlika postoji između populacije Biogradska gora u odnosu na ostale populacije, od kojih statistički značajne razlike postoje u odnosu na populacije: Golija, Jastrebac, Javorje, Rudnik i Stara planina (Scheffé), a po Tuckey-u još i na populaciju Goč. Osim toga, statistički značajne razlike postoje između populacija Perućica i Golija i Perućica i Stara planina (Scheffé), a po Tuckey-u populacija sa Perućice se još statistički značajno razlikuje i u odnosu na populacije sa Jastrepca, Javorja i Rudnika. Po ovom parametru postoje tri grupe homogenosti. U prvu zasebnu grupu se izdvajaju populacije sa Golije i Stare planine (Scheffé), a po Tuckey-u još i populacije sa Rudnika i Javorja. U treću zasebnu grupu se izdvaja populacija sa Biogradske gore, a ostale imaju intermedijarni karakter. U odnosu na obim lista statistički značajne razlike pokazuju populacije sa Biogradske gore i Perućice u odnosu na ostale populacije, i to populacija sa Biogradske gore se statistički značajno razlikuje u odnosu na populacije sa Golije, Javorja i Rudnika (Scheffé), a po Tuckey-u još i u odnosu na populaciju sa Jastrepca. Populacija sa Perućice se, po Scheffé-u, statistički značajno razlikuje u odnosu na populacije sa Golije, Javorja i Rudnika, a po Tuckey-u još i u odnosu na populaciju sa Jastrepca.

Statistički značajne razlike postoje po skoro svim merenim obeležjima. Kada su u pitanju dužina bazalnog lisnog režnja i ugao između srednjeg i bočnog lisnog režnja, te razlike su vrlo male. Po Tuckey-u su konstatovane samo kod jednog para populacija, a po Scheffé-u nisu statistički značajne. Kod ostalih svojstava, razlike su statistički značajnije ali nisu velike. Obično se mogu izdvojiti samo dve grupe homogenosti, jedino kada su u pitanju obeležja površina lista i dužina lisne peteljke, postoje četiri grupe homogenosti, ali u tom slučaju većina populacija pokazuje intermedijarne karakteristike, što ukazuje na relativno malu varijabilnost morfoloških karakteristika listova planinskog javora na datim lokalitetima, odnosno na to da su populacije relativno homogene.

### 8.5.3. Klaster analiza

Klaster analiza predstavlja skup metoda za rešavanje problema grupisanja jedinica nekog konačnog skupa na osnovu većeg broja indikatora, koji datira od 1939. godine. Klaster analiza, kao metod multivarijacione analize, obuhvata brojne i raznovrsne tehnike koje služe za otkrivanje struktura kompleksnih sistema, a osnovni zadatak je nalaženje "prirodnog" grupisanja skupa posmatranih jedinica. Posmatrane jedinice se grupišu u "prirodne grupe" tj. klasterne, tako da jedinice unutar klastera imaju međusobno visok stepen sličnosti, koji se zasniva na kriterijumu bliskosti, usled čega su elementi u grupi bliži jedni drugima, nego elementima u drugim grupama. Kriterijum bliskosti se bazira na sličnosti struktura posmatranih jedinica, za čije utvrđivanje je potrebno početne podatke transformisati u zbirna, zajednička svojstva. Zbirna svojstva omogućavaju i da se odrede granice u kojima se mogu očekivati vrednosti varijabli nove jedinice posmatranja, koja je klasifikovana u neki drugi klaster. Opšta klasifikaciona šema izgleda ovako: 1. definisanje problema, 2. izbor posmatranih jedinica (E), 3. izbor indikatora (x), 4. matrica podataka  $X_{n \times p}$ , 5. matrica odstojanja D, 6. hijerarhijska klasifikacija H, 7. prikaz i interpretacija podataka.

Model klaster analize može se protumačiti ako posmatramo konačan skup (E) koji se sastoji od n jedinica  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ , pri čemu  $e_i$  može biti pojedinačan element ili podskup neke populacije  $P_e$ . Kod proučavanja planinskog javora pojedinačni elementi- $e_i$  su stabla. Jedinice posmatranja  $e_i$  nose informaciju o višedimenzionalnom obeležju:  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_p\}$ , a pri tom obeležja mogu biti kvalitativne i kvantitativne prirode i iskazana u nominalnim, ordinarnim, intervalnim ili racionalnim mernim jedinicama. Kod proučavanja varijabilnosti planinskog javora predmet analize su bila kvantitativna obeležja listova (8 merenih i 15 izvedenih). Svako obeležje može imati  $l_k$  gradacija. Za kvantitativna obeležja gradacija se iskazuje intervalima variranja u okviru kojih se sve posmatrane jedinice smatraju ekvivalentnim. Ukoliko vrednost obeležja j kod jedinice  $e_i$  obeležimo sa  $x_{ij}$  dobijamo polaznu matricu podataka sa n redova (jedinice posmatranja) i p kolona (obeležja):

$$X_{np} = \begin{bmatrix} X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1p} \\ X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2p} \\ \dots \\ X_{n1}, X_{n2}, \dots, X_{np} \end{bmatrix}$$

Grupisanju u klastere prethodi određivanje matrice bliskosti ( $n \times n$ ) čiji elementi mere stepen sličnosti ili razlike između svih parova iz matrice podataka. Mera bliskosti iskazuje međusobne razlike između jedinica  $e_i, e_j$  iz skupa  $E$ , a to su: mera odstojanja  $d(e_i, e_j)$  i mera sličnosti  $s(e_i, e_j)$ . Mera odstojanja je nenegativna realna funkcija  $d_{ij} = d(e_i, e_j)$ , koja zadovoljava uslove:

- A)  $d(e_i, e_j) \geq 0$  za  $\{e_i, e_j\} \subseteq E$  (uslov nenegativnosti),
- B)  $d(e_i, e_j) = 0 \iff X^{(i)} = X^{(j)}$  (uslov nenegativnosti),
- C)  $d(e_i, e_j) = d(e_j, e_i)$  (uslov simetričnosti),
- d)  $d(e_i, e_j) \leq d(e_j, e_k) + d(e_k, e_i)$  (uslov triangularnosti),

Najpoznatije mere odstojanja su: euklidsko (Descart-ovo) odstojanje, Mahalonobis-ovo (generalisano), apsolutno (Frechet-ovo), sup-norma odstojanje, I-odstojanje, kvadratno I-odstojanje, Jeffery-Matusita odstojanje, koeficijent divergencije, Canberra odstojanje, rastojanje Čebiševa, Hi kvadrat odstojanje, BC-indeks, koeficijent heterogenosti i CRL-odstojanje (Pearson-ov koeficijent rasne sličnosti).

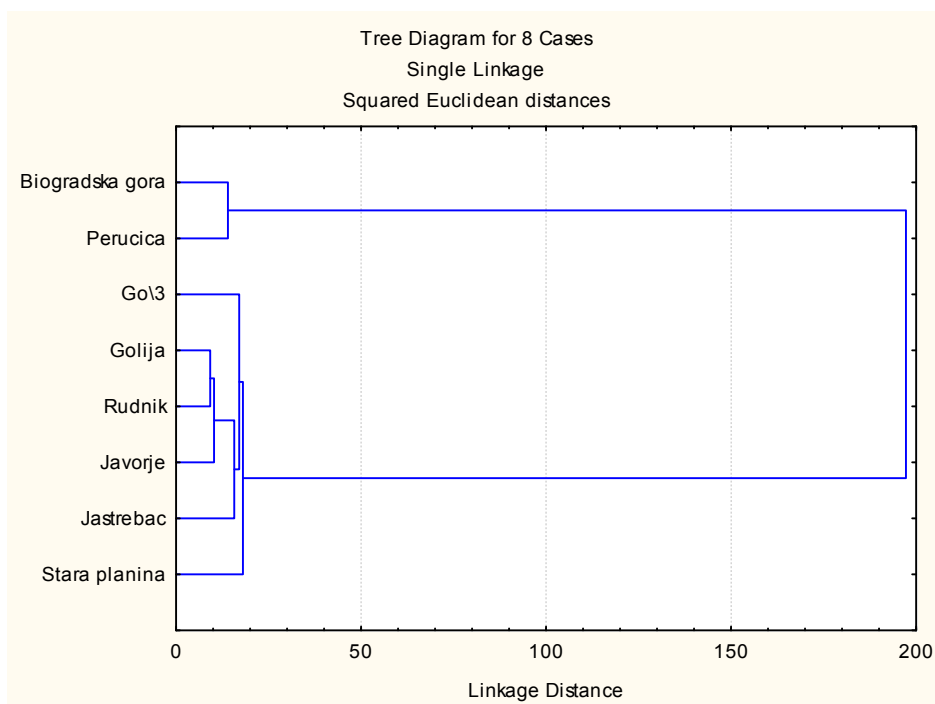
Posle izbora matrice bliskosti vrši se izbor metoda grupisanja. Najčešće se koriste hijerarhijski metodi klasifikovanja kod kojih se pri svakom ponavljanju elementi pridružuju prethodno izdvojenim klasterima ili sa drugim elementima obrazuju nove klastere, dok se ne kompletira hijerarhijska struktura datog skupa. Metodi hijerarhijskog udruživanja se razlikuju po tome kako se pri formiranju klastera određuje njihova bliskost. Najčešće se koriste sledeće metode: vizuelne metode, Sneath-ov metod, Sorensen-ov metod (kompletno povezivanje), Sokal-Michener-ov metod, Ward-ov metod, centroidno povezivanje i medijalno povezivanje (Cvjetičanin 1999).

Prilikom proučavanja morfoloških karakteristika planinskog javora u ovom istraživanju urađena je klaster-analiza za obeležja, posebno za merena i posebno za

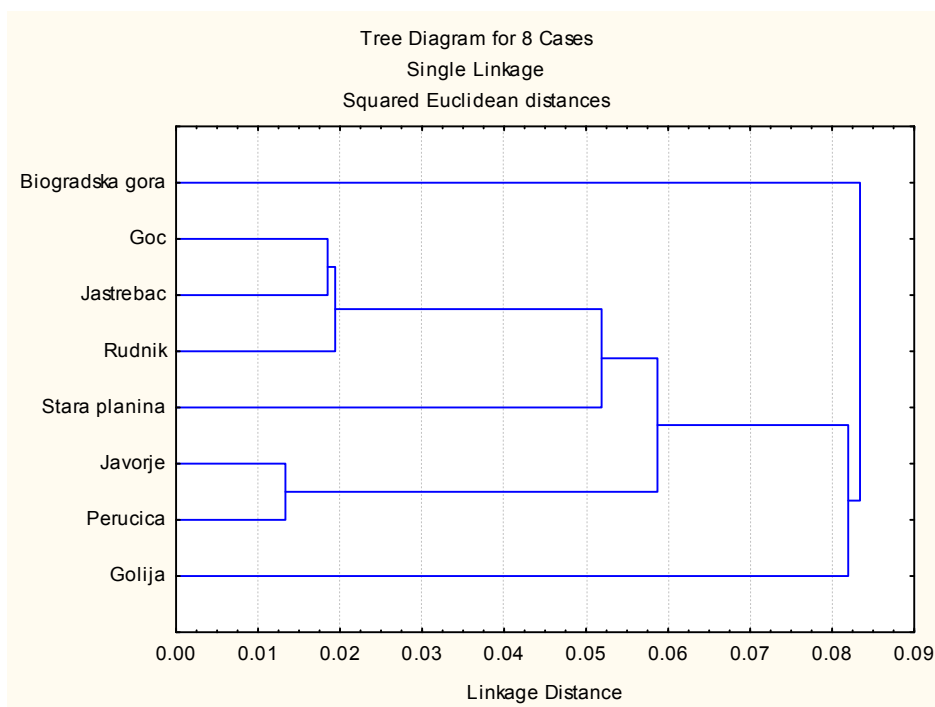


izvedena. Za određivanje rastojanja je korišćeno kvadratno euklidsko odstojanje, koje predstavlja geometrijsko odstojanje u multidimenzionom prostoru i najčešće se koristi u ovoj vrsti istraživanja, a za meru povezivanja odabrano je pojedinačno povezivanje, gde je distanca između klastera kalkulirana kao distanca dva najbliža objekta u susednim klasterima (STATSOFT 2008).

Grafikon produkovan na osnovu svih merenih obeležja (8 obeležja) pokazuje da se jasno izdvajaju populacije sa Biogradske gore i Perućice koje grade jednu homogenu grupu, dok sve ostale populacije grade drugu homogenu grupu. Klaster produkovan na osnovu izvedenih obeležja (21 obeležje) pokazuje drugačiju sliku. I na ovom klasteru se jasno izdvaja populacija sa Biogradske gore u jednu homogenu grupu, ali populacija sa Perućice ne stoji sa njom u bliskoj vezi i, zajedno sa populacijom sa Javorja, predstavlja posebnu homogenu grupu. Populacija sa Golije takođe predstavlja jednu homogenu grupu, kao i populacija sa Stare planine, a ostale populacije (Goč, Jastrebac i Rudnik) su raspoređene u petu homogenu grupu.



Grafikon 23: Dendrogram klaster analize urađen na osnovu merenih obeležja listova različitih populacija planinskog javora u Srbiji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini



Grafikon 24: Dendrogram klaster analize urađen na osnovu izvedenih obeležja (odnosa merenih obeležja) listova populacija planinskog javora u Srbiji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini

#### 8.5.4. Izdvajanje infraspecijskih taksona na osnovu morfoloških markera

Za karakteriziranje i izdvajanje infraspecijskih taksona planinskog javora na proučavanim lokalitetima na morfološkoj osnovi poslužila su istraživanja Jovanovića (1973), Jankovića i Stevanovića (1983), Jankovića *et al.* (1984); Perovića (2007a, 2007b) u Srbiji; Fukareka (1953) u Bosni i Hercegovini; Lakušića, R. (1964.) u bivšoj Jugoslaviji i Palamareva (1979) u Bugarskoj. Na osnovu morfoloških i morfometrijskih karakteristika listova u proučenim populacijama planinskog javora izdvojena su dva varijeteta i četiri forme. Izdvojeni varijeteti su var. *macropterum* i var. *heldreichii*. U okviru var. *macropterum* su izdvojene četiri forme: f. *typicum*, f. *dissectum*, f. *rotundiloba* i f. *equiloba*.

Ključ za determinaciju intraspecijskih kategorija planinskog javora:

- 1a Bočni lisni režnjevi se preklapaju.....var. *heldreichii*  
 1b Bočni lisni režnjevi razmaknuti i nikad se ne preklapaju.....var. *macropterum*....2  
 2a Lisni režnjevi duboko usečeni, skoro do lisne osnove.....f. *dissectum*  
 2b Lisni režnjevi manje usečeni.....3  
 3a Lisni režnjevi zaobljeni.....f. *rotundiloba*  
 3b Lisni režnjevi nisu zaobljeni.....4  
 4a Bazalni lisni režnjevi zaravnjeni (lisna osnova zaravnjena).....f. *equiloba*  
 4b Bazalni lisni režnjevi nisu zaravnjeni (lisna osnova nije zaravnjena).....f. *typicum*

I. var. ***macropterum*** (Vis.) Pax; (Syn: *Acer heldreichii* Orph. subsp. *visianii* (Nyman) Maly; *Acer heldreichii* Orph. subsp. *visianii* var. *panicii* (Maly) Hayek; *Acer macropterum* Vis.; *Acer visiani* Nym; *Acer visiani* var. *panicii* Maly; *Acer visianii* var. *vulgare* Maly).

Listovi petorežnjeviti. Režnjevi izduženo eliptični, razdvojeni, srednji deo je slabo klinast pri osnovi. Karakteristično je da su bočni lisni režnjevi razmaknuti i ne preklapaju se. Ovom varijetetu pripada većina proučenih stabala, 160 od 240 jedinki tj. 67%. Ovaj varijetet je zastupljen u svim populacijama i u njima u isto vreme i preovlađuje, izuzev populacije na Perućici gde preovlađuje var. *heldreichii*.

Prosečne morfometrijske vrednosti merenih i izvedenih obeležja listova var. *macropterum* su: dužina lisne ploče 9,15 cm, širina bočnog lisnog režnja 12,70 cm, širina bazalnog lisnog režnja 10,63 cm, širina srednjeg lisnog režnja 4,46 cm, dužina lisne peteljke 8,94 cm, ugao između srednjeg i bočnog lisnog režnja 50,0°, površina lista 73,24 cm<sup>2</sup>, obim lista 100,30 cm, odnos dužina lisne ploče/širina bočnog lisnog režnja 0,73, odnos dužina lisne ploče/širina bazalnog lisnog režnja 0,88, odnos dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog režnja 2,08, odnos dužina lisne ploče/dužina lisne peteljke 1,11, odnos dužina lisne ploče/površina lista 0,13, odnos dužina lisne ploče/obim lista 0,09, odnos širina bočnog lisnog režnja/širina bazalnog lisnog režnja 1,23, odnos širina bočnog lisnog režnja/širina srednjeg lisnog režnja 2,88, odnos širina bočnog lisnog

režnja/dužina lisne peteljke 1,54, odnos širina bočnog lisnog režnja/površina lista 0,18, odnos širina bočnog lisnog režnja/obim lista 0,13, odnos širina bazalnog lisnog režnja/širina srednjeg lisnog režnja 2,42, odnos širina bazalnog lisnog režnja/dužina lisne peteljke 1,27, odnos širina bazalnog lisnog režnja/površina lista 0,15, odnos širina bazalnog lisnog režnja/obim lista 0,11, odnos širina srednjeg lisnog režnja/dužina lisne peteljke 0,54, odnos širina srednjeg lisnog režnja/površina lista 0,06, odnos širina srednjeg lisnog režnja/obim lista 0,05, odnos dužina lisne peteljke/površina lista 0,13, odnos dužina lisne peteljke/obim lista 0,09, odnos površina lista/obim lista 0,72.

U okviru var. *macropterum* najzastupljenija je forma *typicum*, kojoj pripada 101 stablo i prisutna je u svim populacijama.

Prosečne morfometrijske vrednosti merenih i izvedenih obeležja listova var. *macropterum* f. *typicum* su: dužina lisne ploče 9,14 cm, dužina bočnog lisnog režnja 12,70 cm, dužina bazalnog lisnog režnja 10,74 cm, dužina srednjeg lisnog režnja 4,47 cm, dužina lisne peteljke 8,89 cm, ugao između srednjeg i bočnog lisnog režnja 49,9°, površina lista 73,91 cm<sup>2</sup>, obim lista 99,40 cm, odnos dužina lisne ploče/širina bočnog lisnog režnja 0,73, odnos dužina lisne ploče/širina bazalnog lisnog režnja 0,87, odnos dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog režnja 2,07, odnos dužina lisne ploče/dužina lisne peteljke 1,12, odnos dužina lisne ploče/površina lista 0,13, odnos dužina lisne ploče/obim lista 0,09, odnos širina bočnog lisnog režnja/širina bazalnog lisnog režnja 1,21, odnos širina bočnog lisnog režnja/širina srednjeg lisnog režnja 2,87, odnos širina bočnog lisnog režnja/dužina lisne peteljke 1,55, odnos širina bočnog lisnog režnja/površina lista 0,18, odnos širina bočnog lisnog režnja/obim lista 0,13, odnos širina bazalnog lisnog režnja/širina srednjeg lisnog režnja 2,44, odnos širina bazalnog lisnog režnja/dužina lisne peteljke 1,29, odnos širina bazalnog lisnog režnja/površina lista 0,15, odnos širina bazalnog lisnog režnja/obim lista 0,11, odnos širina srednjeg lisnog režnja/dužina lisne peteljke 0,54, odnos širina srednjeg lisnog režnja/površina lista 0,06, odnos širina srednjeg lisnog režnja/obim lista 0,05, odnos dužina lisne peteljke/površina lista 0,13, odnos dužina lisne peteljke/obim lista 0,09, odnos površina lista/obim lista 0,73.

Formi *dissectum* pripada 39 stabala i ova forma se takođe može naći u svim proučavanim populacijama.

Prosečne morfometrijske vrednosti merenih i izvedenih obeležja listova var. *macropterum* f. *dissectum* su: dužina lisne ploče 9,12 cm, širina bočnog lisnog reznja 12,81 cm, širina bazalnog lisnog reznja 10,56 cm, širina srednjeg lisnog reznja 4,40 cm, dužina lisne peteljke 8,99 cm, ugao između srednjeg i bočnog lisnog reznja 50,4°, površina lista 71,27 cm<sup>2</sup>, obim lista 103,71 cm, odnos dužina lisne ploče/širina bočnog lisnog reznja 0,72, odnos dužina lisne ploče/širina bazalnog lisnog reznja 0,89, odnos dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog reznja 2,10, odnos dužina lisne ploče/dužina lisne peteljke 1,11, odnos dužina lisne ploče/površina lista 0,14, odnos dužina lisne ploče/obim lista 0,09, odnos širina bočnog lisnog reznja/širina bazalnog lisnog reznja 1,26, odnos širina bočnog lisnog reznja/širina srednjeg lisnog reznja 2,95, odnos širina bočnog lisnog reznja/dužina lisne peteljke 1,56, odnos širina bočnog lisnog reznja/površina lista 0,19, odnos širina bočnog lisnog reznja/obim lista 0,13, odnos širina bazalnog lisnog reznja/širina srednjeg lisnog reznja 2,43, odnos širina bazalnog lisnog reznja/dužina lisne peteljke 1,27, odnos širina bazalnog lisnog reznja/površina lista 0,15, odnos širina bazalnog lisnog reznja/obim lista 0,10, odnos širina srednjeg lisnog reznja/dužina lisne peteljke 0,53, odnos širina srednjeg lisnog reznja/površina lista 0,06, odnos širina srednjeg lisnog reznja/obim lista 0,04, odnos dužina lisne peteljke/površina lista 0,13, odnos dužina lisne peteljke/obim lista 0,08, odnos površina lista/obim lista 0,68.

Formi *equiloba* pripada 10 stabala i predstavnici sa ovim morfološkim karakteristikama se mogu naći u populacijama na Goču, Goliji, Jastrepču i Rudniku, a nisu pronađeni u populacijama na Biogradskoj gori, Perućici, Javorju i Staroj planini.

Prosečne morfometrijske vrednosti merenih i izvedenih obeležja listova var. *macropterum* f. *equiloba* su: dužina lisne ploče 9,65 cm, širina bočnog lisnog reznja 12,09 cm, širina bazalnog lisnog reznja 11,06 cm, širina srednjeg lisnog reznja 4,17 cm, dužina lisne peteljke 8,95 cm, ugao između srednjeg i bočnog lisnog reznja 43,1°, površina lista 70,62 cm<sup>2</sup>, obim lista 94,77 cm, odnos dužina lisne ploče/širina bočnog lisnog reznja 0,80, odnos dužina lisne ploče/širina bazalnog lisnog reznja 0,89, odnos dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog reznja 2,34, odnos dužina lisne ploče/dužina lisne peteljke 1,16, odnos dužina lisne ploče/površina lista 0,14, odnos dužina lisne ploče/obim lista 0,10, odnos širina bočnog lisnog reznja/širina bazalnog lisnog reznja

1,12, odnos širina bočnog lisnog reznja/širina srednjeg lisnog reznja 2,93, odnos širina bočnog lisnog reznja/dužina lisne peteljke 1,46, odnos širina bočnog lisnog reznja/površina lista 0,18, odnos širina bočnog lisnog reznja/obim lista 0,13, odnos širina bazalnog lisnog reznja/širina srednjeg lisnog reznja 2,67, odnos širina bazalnog lisnog reznja/dužina lisne peteljke 1,31, odnos širina bazalnog lisnog reznja/površina lista 0,16, odnos širina bazalnog lisnog reznja/obim lista 0,12, odnos širina srednjeg lisnog reznja/dužina lisne peteljke 0,50, odnos širina srednjeg lisnog reznja/površina lista 0,06, odnos širina srednjeg lisnog reznja/obim lista 0,04, odnos dužina lisne peteljke/površina lista 0,13, odnos dužina lisne peteljke/obim lista 0,09, odnos površina lista/obim lista 0,73.

Formi *rotundiloba* pripada takođe 10 stabala, a predstavnici se mogu naći u populacijama na Biogradskoj gori, Goču, Jastrepcu i Javorju. Jedinke sa karakteristikama ove forme nisu nađene na lokalitetima Golija, Perućica, Rudnik i Stara planina. Međutim, u ranijim istraživanjima (Perović 2007a, Perović 2007b) ova forma je nađena i na planinskom masivu Rudnik, doduše, predstavljena samo jednim primerkom.

Prosečne morfometrijske vrednosti merenih i izvedenih obeležja listova var. *macropterum* f. *rotundiloba* su: dužina lisne ploče 8,85 cm, dužina bočnog lisnog reznja 12,95 cm, dužina bazalnog lisnog reznja 9,28 cm, dužina srednjeg lisnog reznja 5,00 cm, dužina lisne peteljke 9,09 cm, ugao između srednjeg i bočnog lisnog reznja 55,9°, površina lista 76,86 cm<sup>2</sup>, obim lista 100,17 cm, odnos dužina lisne ploče/širina bočnog lisnog reznja 0,69, odnos dužina lisne ploče/širina bazalnog lisnog reznja 0,97, odnos dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog reznja 1,78, odnos dužina lisne ploče/dužina lisne peteljke 1,04, odnos dužina lisne ploče/površina lista 0,12, odnos dužina lisne ploče/obim lista 0,09, odnos širina bočnog lisnog reznja/širina bazalnog lisnog reznja 1,43, odnos širina bočnog lisnog reznja/širina bočnog lisnog reznja 2,60, odnos širina bočnog lisnog reznja/dužina lisne peteljke 1,52, odnos širina bočnog lisnog reznja/površina lista 0,18, odnos širina bočnog lisnog reznja/obim lista 0,13, odnos širina bazalnog lisnog reznja/širina srednjeg lisnog reznja 1,87, odnos širina bazalnog lisnog reznja/dužina lisne peteljke 1,07, odnos širina bazalnog lisnog reznja/površina lista 0,13, odnos širina bazalnog lisnog reznja/obim lista 0,09, odnos širina srednjeg lisnog reznja/dužina lisne peteljke 0,59, odnos širina srednjeg lisnog reznja/površina lista 0,07,

odnos širina srednjeg lisnog režnja/obim lista 0,05, odnos dužina lisne peteljke/površina lista 0,13, odnos dužina lisne peteljke/obim lista 0,09, odnos površina lista/obim lista 0,76.

II. var . *heldreichii* (Syn: var. *euheldreichii* Pax)

Listovi petorežnjeviti. Režnjevi duboko usečeni, nazubljeni, obrnuto jajasti, delimično se prekrivaju, srednji deo je jako klinast pri osnovi. Ovaj varijetet se karakteriše tim da se bočni lisni režnjevi preklapaju. Ovom varijetetu pripada 80 jedinki u istraživanim populacijama, odnosno 33% ukupnog broja. Predstavnici su zastupljeni u svim populacijama, ali su skoro uvek u manjini u odnosu na predstavnike varijeteta *macropterum*, osim na lokalitetu Perućica gde preovlađuju.

Prosečne morfometrijske vrednosti merenih i izvedenih obeležja listova var. *heldreichii* su: dužina lisne ploče 9,27 cm, širina bočnog lisnog režnja 12,62 cm, širina bazalnog lisnog režnja 11,48 cm, širina srednjeg lisnog režnja 4,99 cm, dužina lisne peteljke 9,69 cm, ugao između srednjeg i bočnog lisnog režnja 48,0°, površina lista 84,34 cm<sup>2</sup>, obim lista 104,18 cm, odnos dužina lisne ploče/širina bočnog lisnog režnja 0,75, odnos dužina lisne ploče/širina bazalnog lisnog režnja 0,83, odnos dužina lisne ploče/širina srednjeg lisnog režnja 1,88, odnos dužina lisne ploče/dužina lisne peteljke 1,05, odnos dužina lisne ploče/površina lista 0,12, odnos dužina lisne ploče/obim lista 0,09, odnos širina bočnog lisnog režnja/širina bazalnog lisnog režnja 1,14, odnos širina bočnog lisnog režnja/širina srednjeg lisnog režnja 2,56, odnos širina bočnog lisnog režnja/dužina lisne peteljke 1,43, odnos širina bočnog lisnog režnja/površina lista 0,16, odnos širina bočnog lisnog režnja/obim lista 0,12, odnos širina bazalnog lisnog režnja/širina srednjeg lisnog režnja 2,33, odnos širina bazalnog lisnog režnja/dužina lisne peteljke 1,28, odnos širina bazalnog lisnog režnja/površina lista 0,14, odnos širina bazalnog lisnog režnja/obim lista 0,11, odnos širina srednjeg lisnog režnja/dužina lisne peteljke 0,56, odnos širina srednjeg lisnog režnja/površina lista 0,06, odnos širina srednjeg lisnog režnja/obim lista 0,05, odnos dužina lisne peteljke/površina lista 0,12, odnos dužina lisne peteljke/obim lista 0,09, odnos površina lista/obim lista 0,80.

Tabela 43: Zastupljenost pojedinih varijeteta i formi planinskog javora izražena brojem individua po populacijama

VARIJETETI I FORME	Rudnik	Goč	Jastrebac	Stara planina	Golija	Javorje	Perućica	Biogradska gora
var. <i>macropterum</i>								
f. <i>typicum</i>	12	12	17	16	11	15	11	7
f. <i>dissectum</i>	5	10	3	1	8	3	2	7
f. <i>rotundiloba</i>	-	2	2	-	-	3	-	3
f. <i>equiloba</i>	2	1	3	-	4	-	-	-
var. <i>heldreichii</i>	11	5	5	13	7	9	17	13

Tabela 44: Srednje vrednosti merenih obeležja po varijetetima i formama u proučenim populacijama

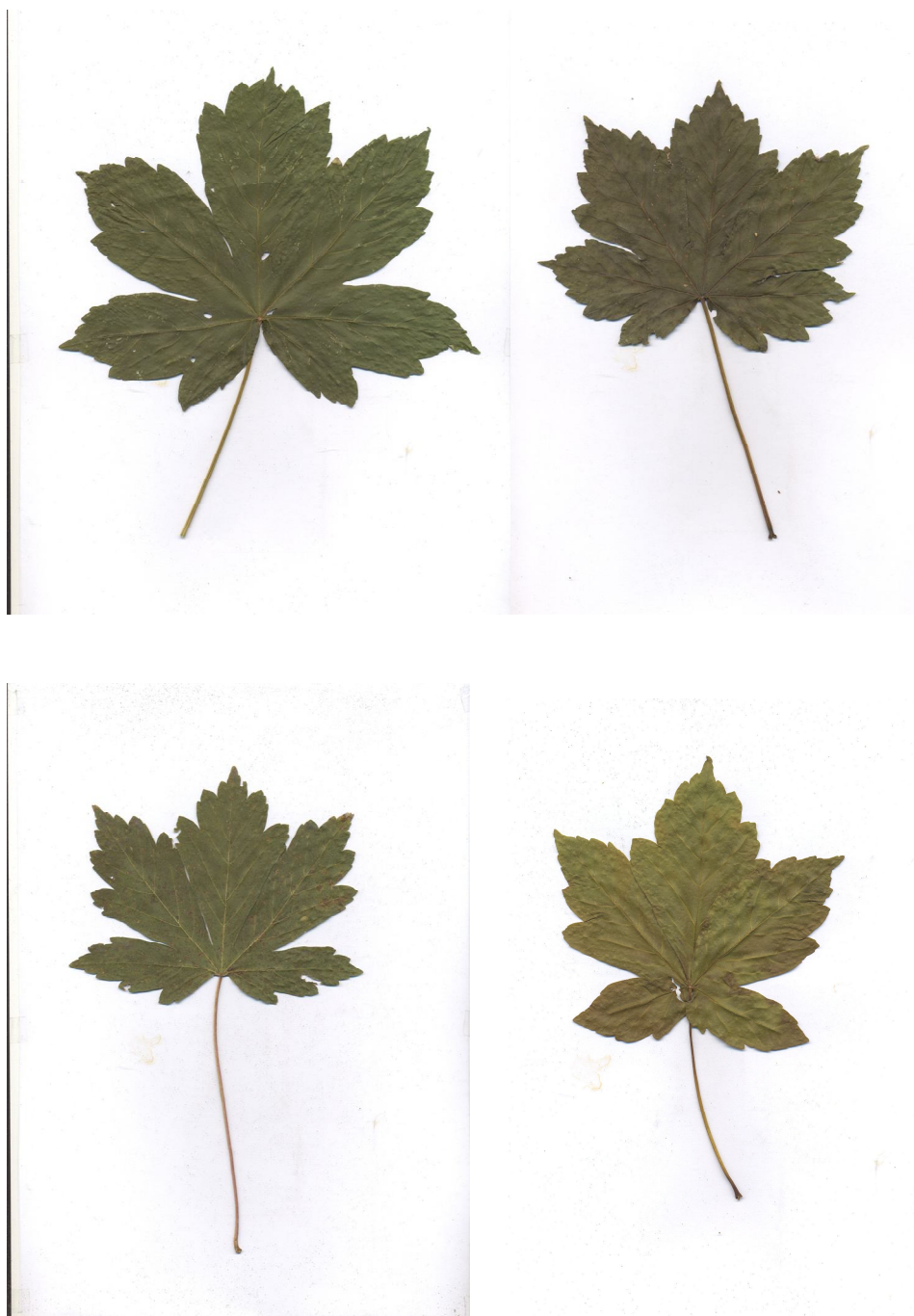
Varijeteti i forme	OBELEŽJA							
	DL	ŠBO	ŠB	ŠS	PE	UG	P	O
1. var <i>macropterum</i>	9,15	12,70	10,63	4,46	8,94	50,0	73,24	100,30
1.1.f. <i>typicum</i>	9,14	12,70	10,74	4,47	8,89	49,9	73,91	99,40
1.2. f. <i>rotundiloba</i>	8,85	12,95	9,28	5,00	9,09	55,9	76,86	100,17
1.3. f. <i>dissectum</i>	9,12	12,81	10,56	4,40	8,99	50,4	71,27	103,71
1.4. f. <i>equiloba</i>	9,65	12,09	11,06	4,17	8,95	43,1	70,62	94,77
2. var. <i>heldreichii</i>	9,27	12,62	11,48	4,99	9,69	48,0	84,34	104,18

Legenda: DL-dužina lisne ploče (cm); ŠBO-širina lista između bočnih reznjeva (cm); ŠB-širina lista između bazalnih reznjeva (cm); ŠS-širina srednjeg lisnog reznja (cm); PE-dužina lisne peteljke (cm); UG-ugao između srednjeg i bočnog lisnog reznja (°); P-površina lista (cm<sup>2</sup>); O-obim lista (cm)

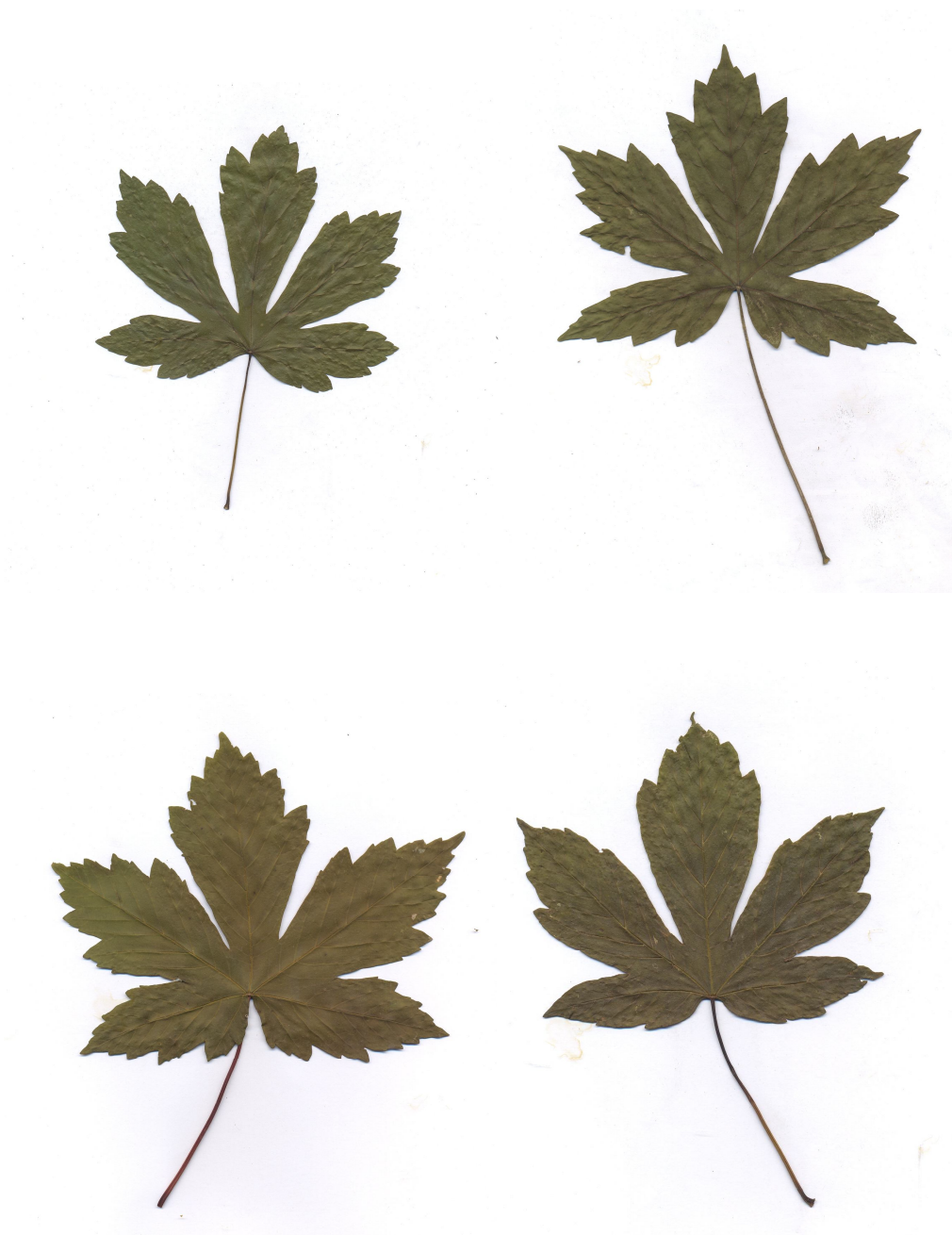




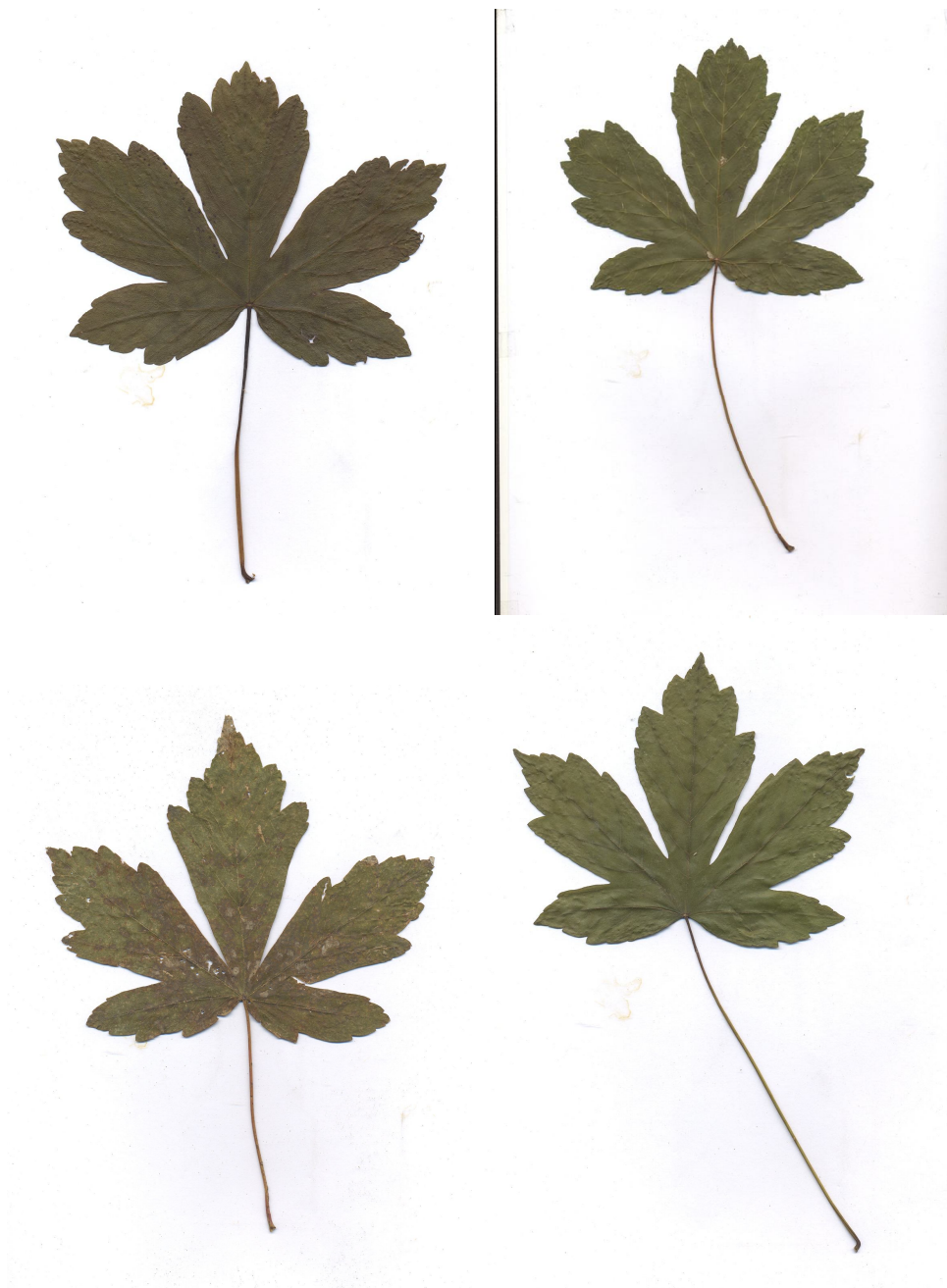
Slika 52: *Acer heldreichii* Orph. var. *heldreichii* (primerci sa stabala Goč 20, Golija 6, Jastrebac 11 i Javorje 4)



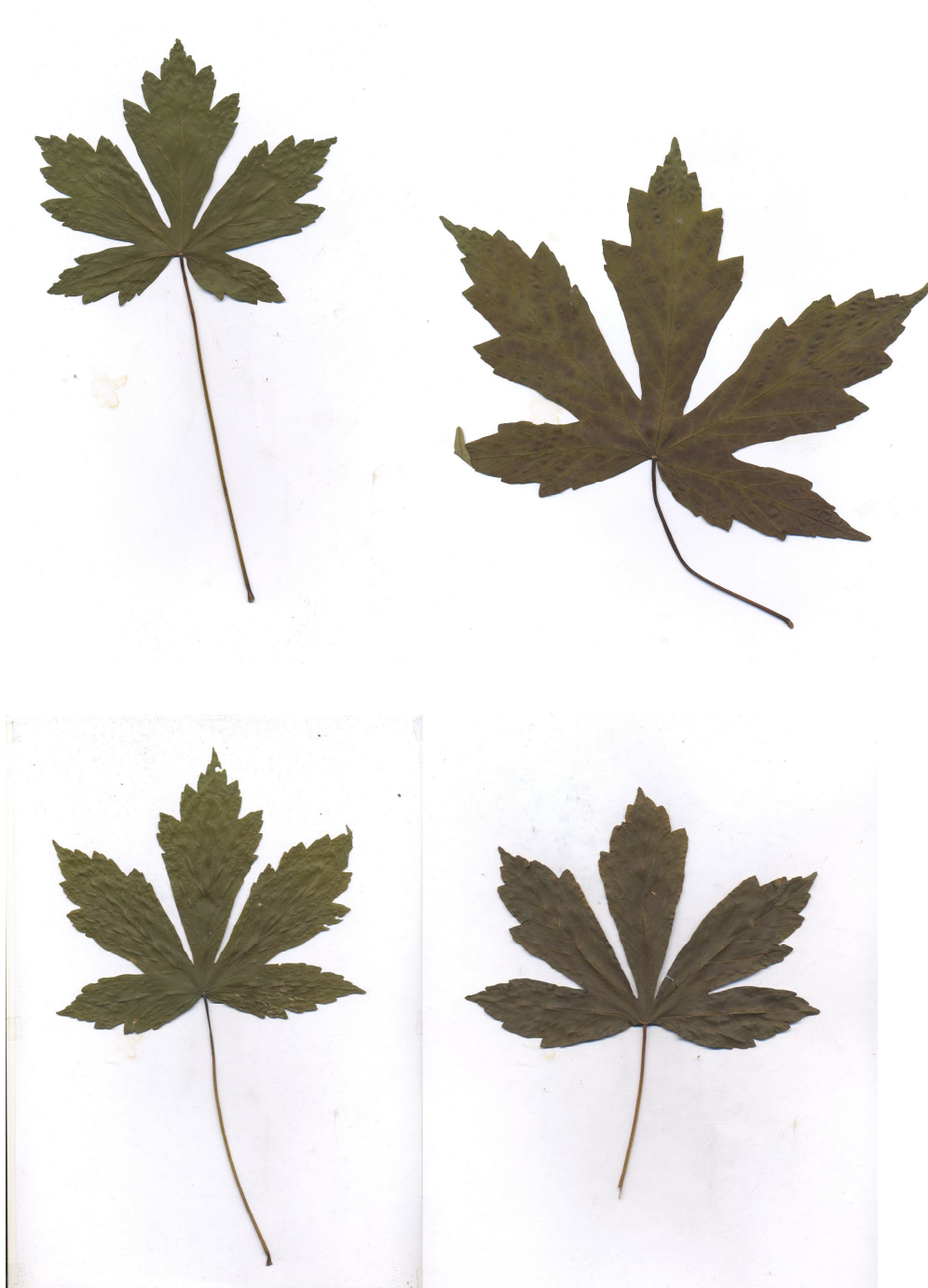
Slika 53: *Acer heldreichii* Orph. var. *heldreichii* (primerci sa stabala Perućica 23, Rudnik 7, Stara planina 29 i Biogradska gora 4)



Slika 54: *Acer heldreichii* Orph. var. *macropterum* f. *typicum* (primerci sa stabala Biogradska gora 26, Goč 16, Golija 27 i Jastrebac 22)



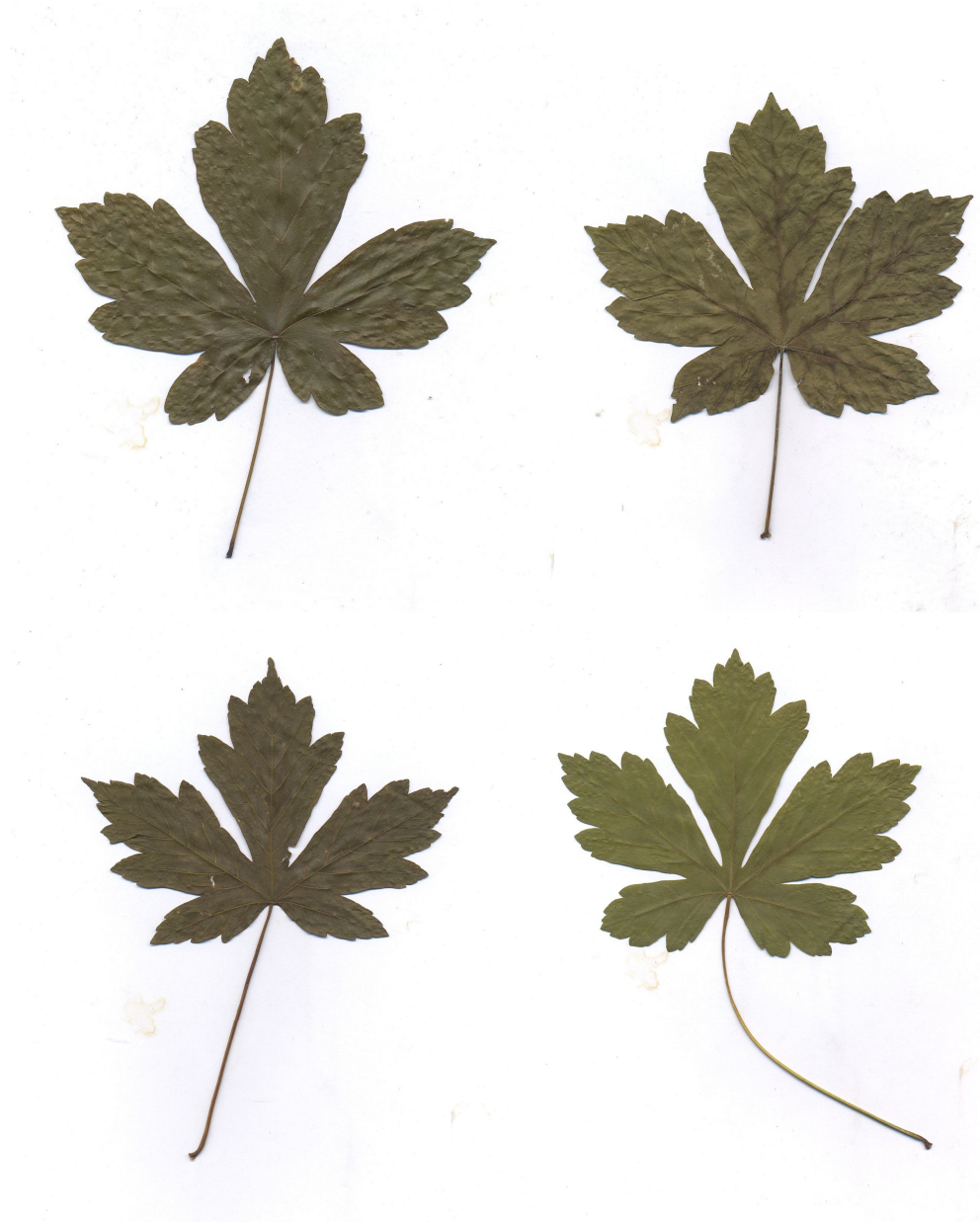
Slika 55: *Acer heldreichii* Orph. var. *macropterum* f. *typicum* (primerci sa stabala Javorje 23, Perućica 19, Rudnik 9 Stara planina 19)



Slika 56: *Acer heldreichii* Orph. var. *macropterum* f. *dissectum* (primerci sa stabala Goč 30, Golijska 9, Javorje 7 i Rudnik 15)



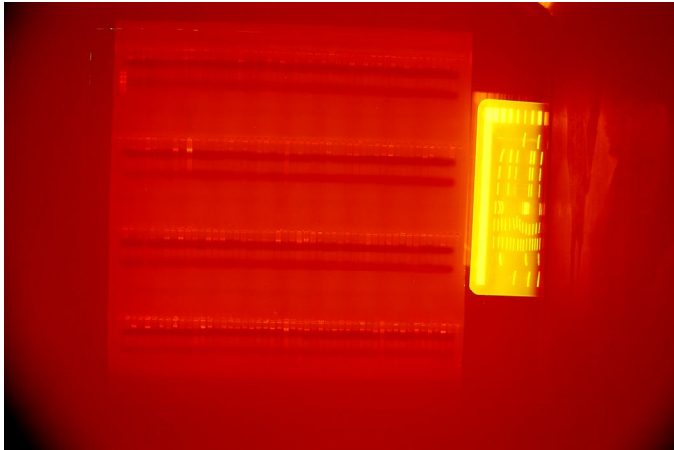
Slika 57: *Acer heldreichii* Orph. var. *macropterum* f. *equiloba* (primerci sa stabala Goč 3, Golija 28, Jastrebac 30 i Rudnik 29)



Slika 58: *Acer heldreichii* Orph. var. *macropterum* f. *rotundiloba* (primerci sa stabala Biogradska gora 12, Goč 23, Jastrebac 23 i Javorje 30)

## 8.6. Analiza molekularnih markera

### 8.6.1. Ekstrakcija DNK iz listova



Slika 59: Provera uspešnosti ekstrakcije DNK iz uzoraka *Acer heldreichii* Orph. DNA Easy Mini Kit, pod ultraljubičastim osvetljenjem.

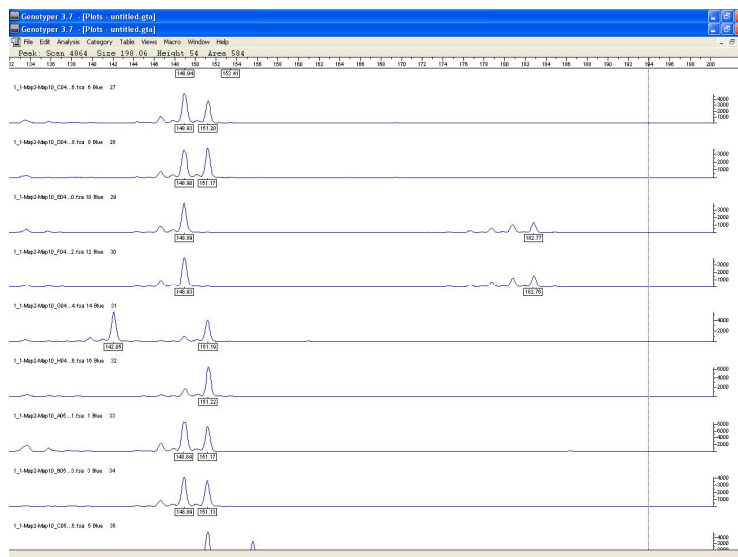
Ekstrakcija DNK iz uzoraka je bila u potpunosti uspešna. Iz svih 210 analiziranih jedinki *Acer heldreichii* sa sedam lokaliteta, u laboratoriji Katedre za genetiku i oplemenjivanje biljaka Šumarskog fakulteta Univerziteta u Gentingenu, izdvojena je dovoljna količina DNK zadovoljavajućeg kvaliteta koja je poslužila za amplifikaciju SSR markera.

### 8.6.2. Kapilarna elektroforeza

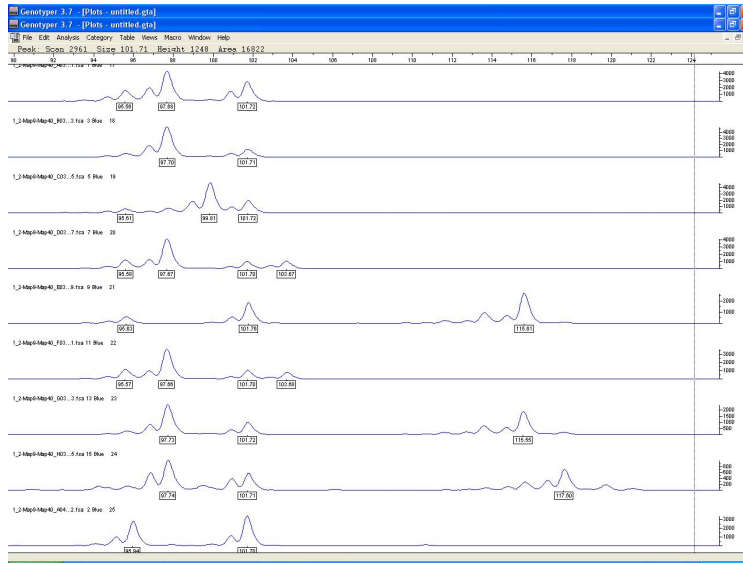
Nakon izvršene kapilarne elektroforeze napravljen je preliminarni test baziran na 14 uzoraka, tj. 2 uzorka po svakoj populaciji u cilju identifikovanja polimorfnih mikrosatelita kod *Acer heldreichii*. Od 8 razvijenih markera za *Acer pseudoplatanus*



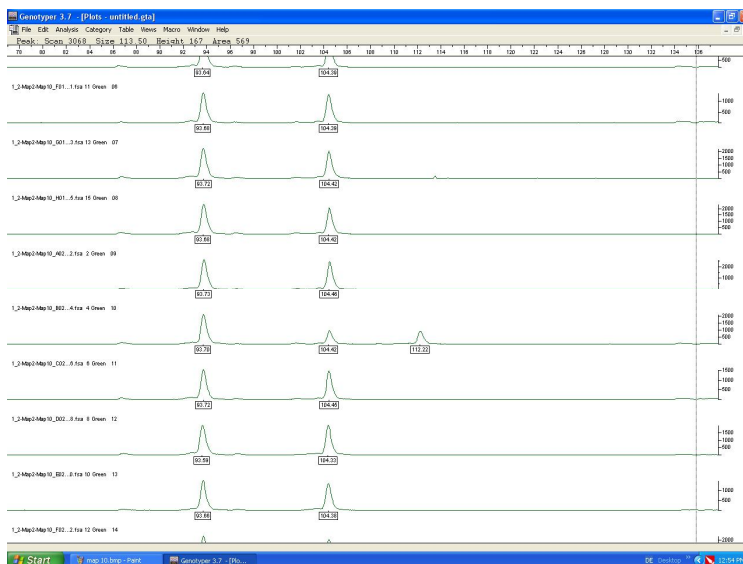
(MAP 2, MAP 9, MAP 10, MAP 12, MAP 33, MAP 34, MAP 40 i MAP 46) (Pandey *et al.* 2004), četiri markera su bila polimorfna kod *Acer heldreichii* uzoraka: MAP 2, MAP 9, MAP 10 and MAP 34 i oni su kasnije korišćeni za utvrđivanje genotipa svih uzoraka. Markeri MAP 12, MAP 33, MAP 40 i MAP 46 su bili monomorfni na osnovu rezultata inicijalnog testa i nisu kasnije korišćeni u istraživanju. Totalni broj alela nađen u svih sedam populacija planinskog javora je 54. Raspored amplifikovanih alela po markeru i populaciji je prikazan u tabeli 49. Prosečan broj alela po lokusu je 7,3, a kod pojedinačnih populacija se kreće između 6,2 na Rudniku do 8,5 na Biogradskoj gori (Tabela 46). Najveći nivo polimorfizma je primećen kod markera MAP 34, koji je amplifikovao 24 različita alela.



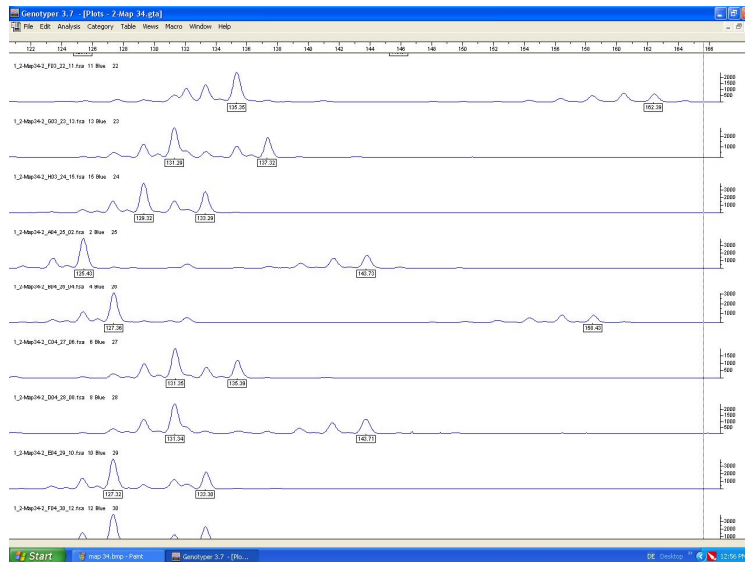
Slika 60: Hromatogram sa prikazom dela produkata amplifikacije MAP 2 prajmera na osam jedinki *Acer heldreichii* produkovan softverom Genescan 3.7 (Applied Biosystems)



Slika 61: Hromatogram sa prikazom dela produkata amplifikacije MAP 9 prajmera na devet jedinki *Acer heldreichii* produkovan softverom Genescan 3.7 (Applied Biosystems)



Slika 62: Hromatogram sa prikazom dela produkata amplifikacije MAP 10 prajmera na devet jedinki *Acer heldreichii* produkovan softverom Genescan 3.7 (Applied Biosystems)



Slika 63: Hromatogram sa prikazom dela produkata amplifikacije MAP 34 prajmera na osam jedinki *Acer heldreichii* produkovan softverom Genescan 3.7 (Applied Biosystems)

MAP 10								MAP 9							
Dužina alela (bp)	Rudnik	Jastrebac	Golija	B.Gora	Javorje	Perućica	Goč	Dužina alela (bp)	Rudnik	Jastrebac	Golija	B.Gora	Javorje	Perućica	Goč
94	30	30	30	30	30	30	30	93	0	0	0	2	0	0	5
104	30	30	30	30	30	30	30	96	15	15	11	12	23	6	13
112	3	0	0	2	1	1	1	98	24	13	24	23	11	26	22
								100	7	8	6	4	3	11	5
								102	30	30	30	30	30	30	29
								104	0	2	2	2	0	3	0
								108	0	14	7	0	12	4	8
								110	0	1	3	1	0	0	0
								111	0	0	0	0	0	0	1
								116	0	1	0	2	0	0	0
								118	0	0	2	6	0	4	0
								120	0	0	0	0	0	0	0
MAP 2								MAP 34							
138	0	0	0	1	1	2	0	119	0	2	1	2	0	0	0
141	0	0	0	2	0	1	0	121	0	0	0	0	0	0	10
142	1	9	10	3	5	4	13	123	5	0	1	2	0	2	8
147	0	2	10	2	0	0	4	125	0	1	3	12	6	19	1
149	14	11	11	10	12	11	11	127	0	0	2	2	11	1	0
151	19	21	20	19	18	20	21	129	2	16	10	8	3	7	9
153	10	1	1	12	10	10	7	131	13	12	14	9	4	3	11
156	1	6	1	0	0	3	0	132	3	1	6	0	0	2	1
158	0	0	0	0	1	0	0	133	5	6	7	4	8	8	9
160	1	0	0	0	0	0	0	135	0	6	4	5	7	1	5
172	0	0	0	1	0	0	0	137	20	4	2	5	0	6	1
179	1	0	0	0	1	1	0	139	0	4	5	1	7	4	2
183	3	0	0	0	0	2	0	141	1	2	0	0	0	0	0
185	1	0	0	0	1	0	0	144	0	0	2	0	7	1	0
187	1	0	0	0	0	0	0	146	0	1	0	1	1	0	0
								148	0	2	2	0	0	0	0
								154	0	3	0	0	0	0	0
								156	4	0	2	0	0	0	0
								158	0	0	0	1	3	0	0
								160	0	0	1	0	0	0	0
								162	0	0	0	1	0	0	0
								166	0	0	0	2	0	0	0
								168	0	0	0	0	0	0	1
								176	0	0	0	0	5	1	1

Tabela 45: Broj stabala po populacijama sa zabeleženim alelima amplifikovanim SSR markerima

### 8.6.3. Statistička analize genetičke varijabilnosti

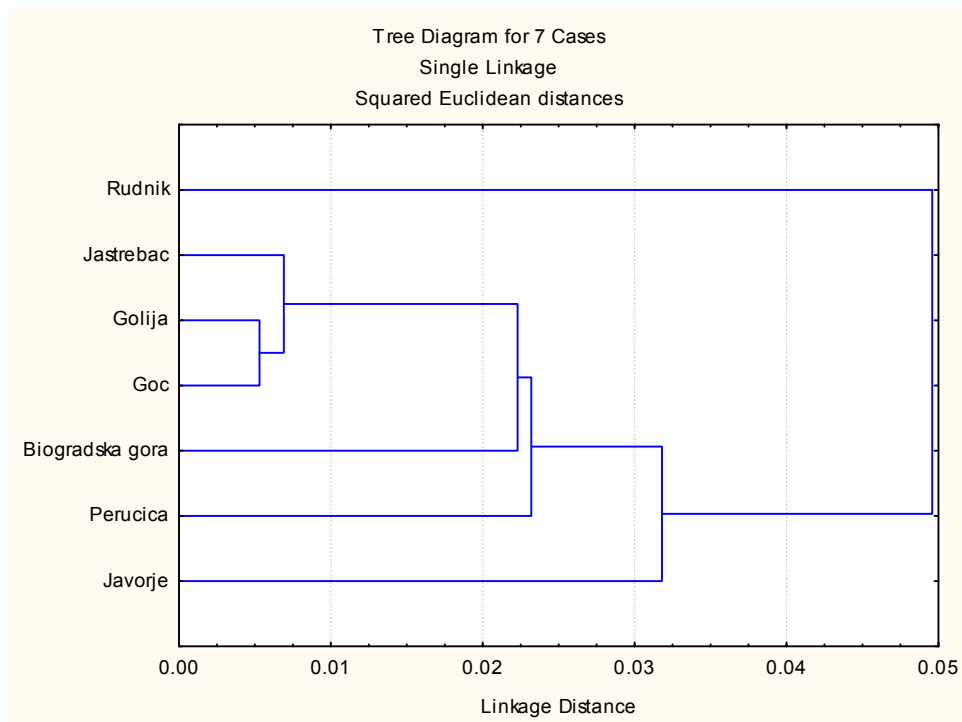
Očekivana heterozigotnost se malo razlikuje između populacija. Srednja vrednost je 0,71, najveća vrednost je kod populacija Golija, Jastrebac i Perućica (0,72), a najmanja kod populacije Rudnik (0,68). Matrica Nei-eve genetičke distance između populacija pokazuje da je najveća distanca između populacija Javorje i Rudnik (0,18), a najmanja između populacija Golija i Jastrebac, Golija i Goč, kao i Perućica i Biogradska gora (0,05) (Tabela 47). Srednja vrednost Nei-eve genetičke distance između populacija je 0,11. Matrica Jaccard-ove genetičke sličnosti pokazuje slične rezultate. Najveća genetička sličnost je među populacijama Golija i Jastrebac (0,694), a najmanja sličnost među populacijama Rudnik i Biogradska gora (0,372).

Tabela 46: Broj alela po populaciji i prosečan broj alela po lokusu, kao i očekivana heterozigotnost i Shannon-Wiener indeks diverziteta

	Rudnik	Goč	Golija	Jastrebac	Javorje	B.gora	Perućica	Sve populacije
Ukupan broj alela	25	27	32	29	27	34	31	54
Prosečan broj alela po lokusu	6,2	6,8	8,0	7,2	6,8	8,5	7,8	8,3
Broj specifičnih alela	2	3	2	1	1	3	0	12
Očekivana heterozigotnost	0,68	0,70	0,72	0,72	0,71	0,70	0,72	0,71
Shannon-Wiener indeks diverziteta	1,27	1,16	1,36	1,36	1,14	1,27	1,16	1,24

Tabela 47: Matrica Nei-eve genetske distance između populacija

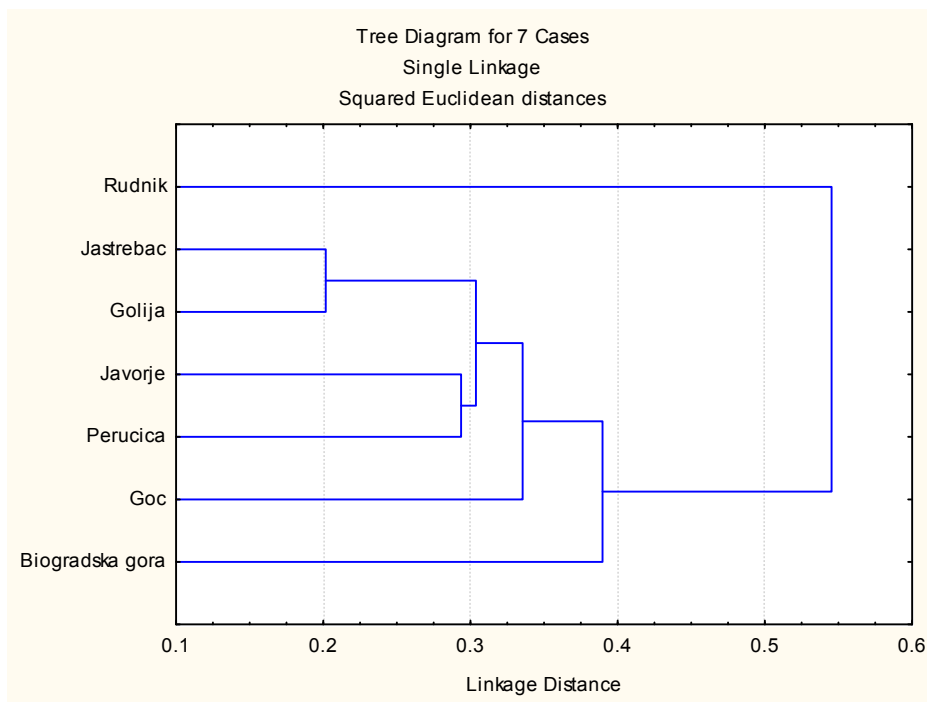
	Rudnik	Jastrebac	Golija	B.gora	Javorje	Perucica
Rudnik						
Jastrebac	0.17					
Golija	0.14	0.05				
B. gora	0.09	0.09	0.07			
Javorje	0.18	0.11	0.12	0.08		
Perućica	0.15	0.15	0.13	0.05	0.13	
Goč	0.14	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14



Grafikon 25: Dendrogram klaster analize urađen na osnovu Nei-eve genetičke distance između populacija

Tabela 48: Matrica Jaccard-ove genetske sličnosti između populacija

	Rudnik	Jastrebac	Golija	B.gora	Javorje	Perućica	Goč
Rudnik	1						
Jastrebac	0,459	1					
Golija	0,462	0,694	1				
B. gora	0,372	0,575	0,571	1			
Javorje	0,444	0,474	0,475	0,525	1		
Perućica	0,556	0,538	0,658	0,585	0,657	1	
Goč	0,486	0,556	0,553	0,525	0,543	0,611	1



Grafikon 26: Dendrogram klaster analize urađen na osnovu Jaccard-ove genetičke sličnosti između populacija

Ukupan broj zabeleženih alela u populacijama je 54, od kojih se 13 (24% ukupnog broja) pojavljuje u svih sedam populacija, 4 (7%) u šest populacija, 4 (7%) u pet populacija, 4 (7%) u četiri populacije, 8 (15%) u tri populacije, 9 (17%) u dve populacije, a 12 alela (22%) su zabeleženi samo u po jednoj populaciji („privatni“, tj. specifični aleli). Specifični aleli se nalaze kod jedne ili dve individue u svakoj populaciji, sa izuzetkom alela 154 (MAP 34), koji je nađen kod tri individue u populaciji Jastrebac (10% ukupnog broja individua u populaciji) i alela 121 (MAP 34) koji je nađen kod deset individua u populaciji Goč (33% ukupnog broja individua u populaciji).

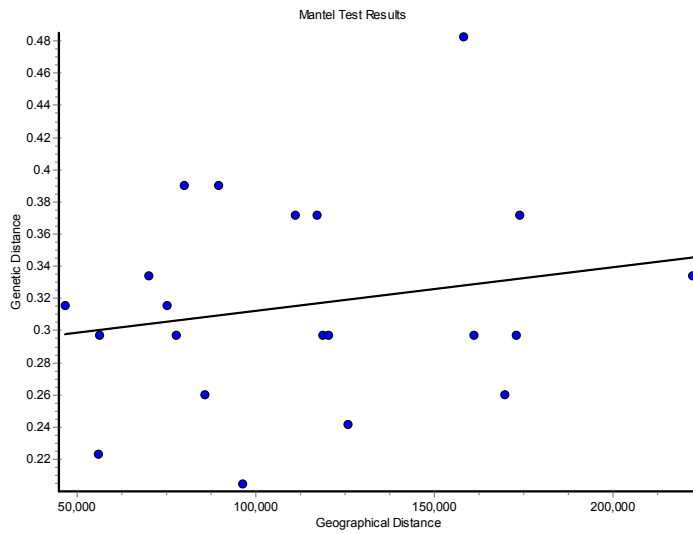
Klaster dijagrami bazirani na Nei-ovoj genetičkoj distanci između populacija i Jaccardov-om indeksu sličnosti (Grafikoni 25 i 26) pokazuju veliku genetičku bliskost između prostorno bliskih populacija u centralnom delu Srbije (pogotovo između populacija na Jastrepču i Goliji), dok dijagram Nei-eve genetičke distance osim toga pokazuje i veoma veliku sličnost populacije na Goču prethodno spomenutim populacijama. Genetičke distance između populacija u prašumama Biogradska gora i Perućica su takođe male. Populacija na Javorju pokazuje intermedijarne karakteristike prema populacijama iz prašuma Biogradska gora i Perućica, dok se populacija na Rudniku jasno diferencija u odnosu na sve druge populacije po oba proučena parametra i pokazuje najveći nivo genetske specifičnosti u odnosu na sve ostale populacije.

## **8.7. Korelacija prostornog i genetičkog diverziteta**

### **8.7.1. Mantelov test**

Rezultati Mantelovog testa pokazuju vrlo nisku korelaciju između prostornih i genetičkih distanci između populacija, koja nije statistički značajna ( $r=0.196783$ ,  $p>0.05$ ) (Grafikon 27). Verovatnoća da se dobije veća ili jednaka korelacija od posmatrane je  $P=0,2118$ , a verovatnoća da se dobije manja ili jednaka korelacija od posmatrane je  $P=0,7892$ .

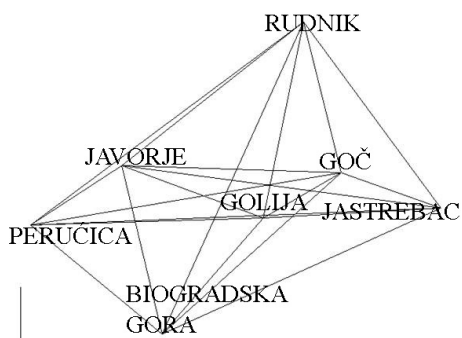




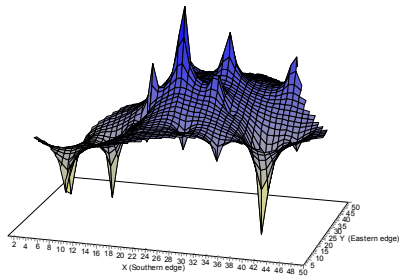
Grafikon 27: Rezultat mantelovog testa za utvrđivanje korelacije između prostorne i genetičke distance između populacija

### 8.7.2. Genetički reljef

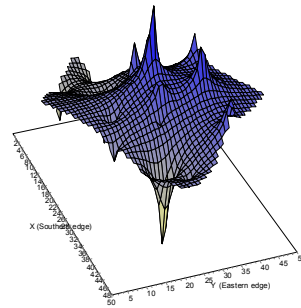
Za analizu interpolacije genetičkog reljefa korišćen je metod pravljenja mreže između svih ispitivanih populacija, a unešeni podaci su tretirani kao sirovi podaci.



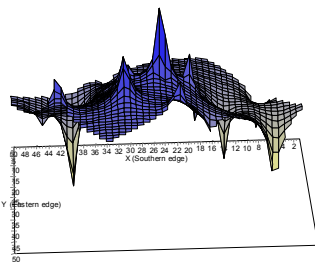
Slika 64: Mreža na osnovu svih parova populacija



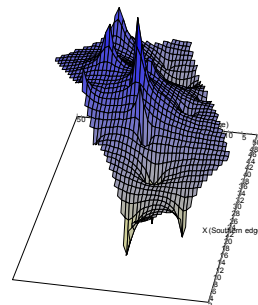
Pogled iz pravca juga



Pogled iz pravca istoka

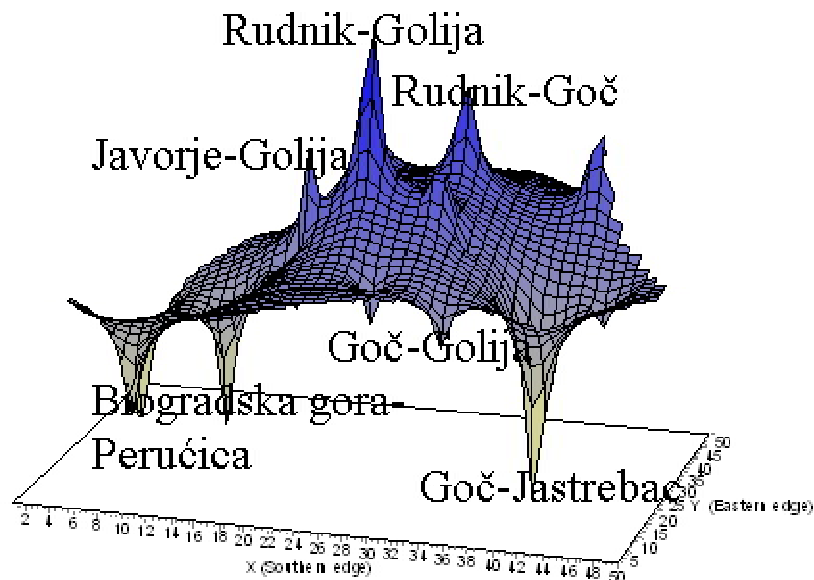


Pogled iz pravca severa



Pogled iz pravca zapada

Slika 65: Rezultati interpolacije genetičkog reljefa primenom sirovih podataka i mreže napravljene na osnovu svih parova ispitivanih populacija

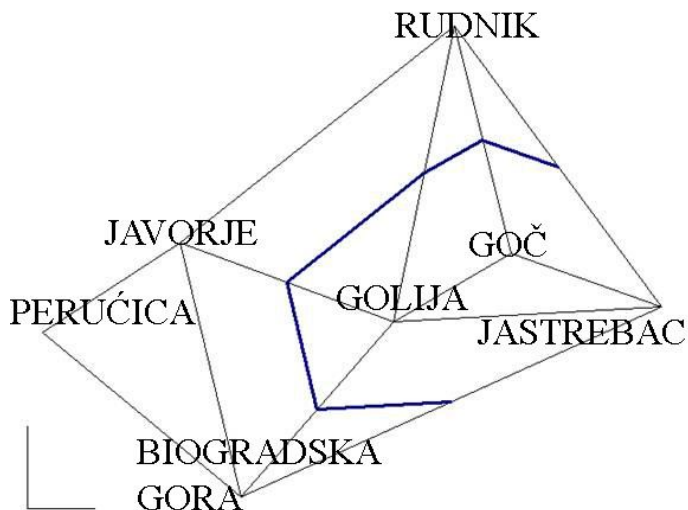


Slika 66: Izgled genetičkog reljefa dobijenog primenom sirovih podataka i mreže na osnovu svih parova ispitivanih populacija, sa najvišim i najnižim vrednostima genetičke distance

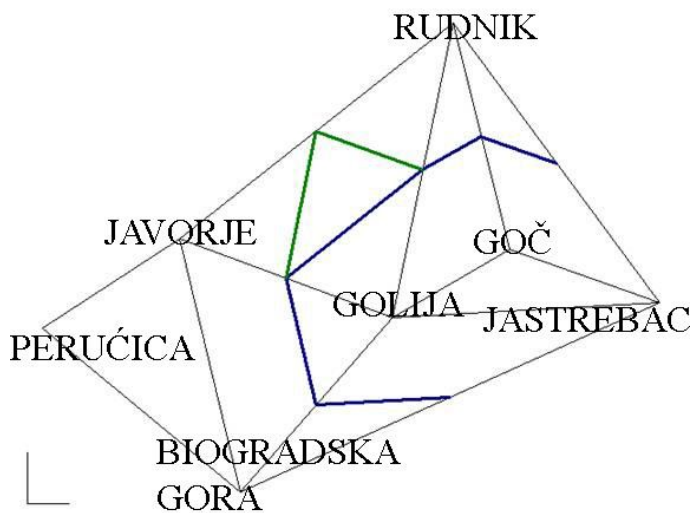
Iz rezultata interpolacije genetičkog reljefa se može uočiti da najveću genetičku distancu pokazuje populacija sa lokaliteta Rudnik prema geografski bliskim populacijama, a najviše prema lokalitetu Golija. Sa druge strane, najmanju genetičku distancu pokazuju populacije Goč i Jastrebac, a takođe je vrlo niska distanca između populacija Biogradska gora i Perućica.

### 8.7.3. Primena Monmonijerovog algoritma maksimalnih razlika

Na osnovu prethodnih ispitivanja, utvrđeno je da je za potrebe ovih istraživanja dovoljno precizno projektovati Monmonijerov algoritam sa jednom ili dve genetičke barijere. To je posledica relativno malog broja populacija uzetih u ovo istraživanje i njihovih relativno malih genetičkih distanci, pri čemu detektovanje više od dve genetičke barijere ne bi dalo svrsishodne rezultate, a može se primeniti u slučaju da se ispitivanja vrše na većem broju populacija.



Slika 67: Rezultati analize Monmonijerovog algoritma korišćenjem jedne genetičke barijere



Slika 68: Rezultati analize Monmonijerovog algoritma korišćenjem dve genetičke barijere

Rezultati analize Monmonijerovog algoritma maksimalnih razlika među populacijama, pokazuju znatnu sličnost sa rezultatima analize genetičkih distanci po Nei-u. Ukoliko se u istraživanjima primeni jedna barijera, zapaža se da se, u jednu grupu mogu svrstati populacije Goč, Jastrebac i Golija, između kojih postoji najveća genetička bliskost utvrđena i analizom Nei-eve genetičke distance, a ostale populacije se svrstavaju u drugu grupu. Ukoliko se primene dve genetičke barijere, formira se i treća grupa koju predstavlja populacija Rudnik, koja i analizom Nei-eve genetičke distance pokazuje znatne razlike u odnosu na ostale populacije.

### 8.8. Poređenje korelacije klimatskih i genetičkih distanci populacija

Na osnovu analize matrica genetičkih distanci populacija izračunatih softverskim paketom ATETRA (van Puyvelde 2010) i matrica klimatskih distanci izračunatih preko Pirsonovog koeficijenta korelacije posebno za temperature i padavine (Tabela 51), analiza korelacije genetičkih i klimatskih distanci je izvršena u softverskom paketu STATISTICA Ver. 9 (Statsoft 2008).

Dobijena vrednosti koeficijenta korelacije između genetičkih i klimatskih distanci izračunatih na osnovu temperature za nivo signifikantnosti  $p < 0.05$ ,  $N=21$  iznosi  $r_1=0.33$ .

Tabela 49: Apsolutna razlika temperatura između lokaliteta

$ X_i - X_j $	Rudnik	Goč	Jastrebac	Stara planina	Golija	Javorje	Biogradska gora	Perućica
Rudnik	0	2,1	2,1	2,9	3,0	1,0	3,3	2,2
Goč	2,1	0	0	0,8	0,9	1,1	1,2	0,1
Jastrebac	2,1	0	0	0,8	0,9	1,1	1,2	0,1
Stara planina	2,9	0,8	0,8	0	0,1	1,9	0,4	0,7
Golija	3,0	0,9	0,9	0,1	0	2,0	0,3	0,8
Javorje	1,0	1,1	1,1	1,9	2,0	0	2,3	1,2
Biogradska gora	3,3	1,2	1,2	0,4	0,3	2,3	0	1,1
Perućica	2,2	0,1	0,1	0,7	0,8	1,2	1,1	0

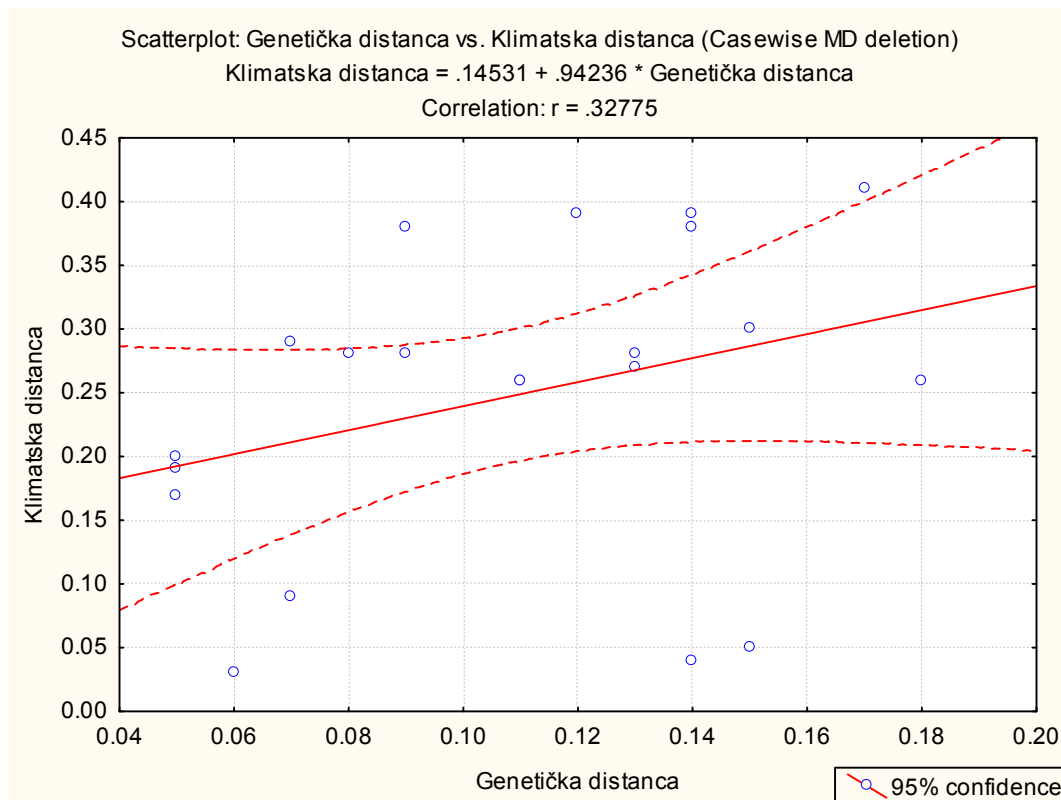
Tabela 50: Srednja maksimalna razlika temperatura između lokaliteta

$ X_i - X_j $	Rudnik	Goč	Jastrebac	Stara planina	Golija	Javorje	Biogradska gora	Perućica
Rudnik	0	2,7	2,6	3,4	4,0	2,1	4,4	3,7
Goč	2,7	0	0,3	1,4	2,8	2,3	2,2	2,4
Jastrebac	2,6	0,3	0	1,4	2,5	2,4	2,3	2,1
Stara planina	3,4	1,4	1,4	0	1,5	3,1	1,1	2,0
Golija	4,0	2,8	2,5	1,5	0	2,6	1,7	1,5
Javorje	2,1	2,3	2,4	3,1	2,6	0	4,2	2,2
Biogradska gora	4,4	2,2	2,3	1,1	1,7	4,2	0	3,1
Perućica	3,7	2,4	2,1	2,0	1,5	2,2	3,1	0

Tabela 51: Klimatska distanca između lokaliteta na osnovu vrednosti temperature

$ X_i - X_j $	Rudnik	Goč	Jastrebac	Stara planina	Golija	Javorje	Biogradska gora	Perućica
Rudnik	0	0,39	0,41	0,43	0,38	0,26	0,38	0,30
Goč	0,39	0	0,03	0,30	0,17	0,26	0,29	0,04
Jastrebac	0,41	0,03	0	0,31	0,20	0,26	0,28	0,05
Stara planina	0,43	0,30	0,31	0	0,04	0,31	0,18	0,18
Golija	0,38	0,17	0,20	0,04	0	0,39	0,09	0,27
Javorje	0,26	0,26	0,26	0,31	0,39	0	0,28	0,28
Biogradska gora	0,38	0,29	0,28	0,18	0,09	0,28	0	0,19
Perućica	0,30	0,04	0,05	0,18	0,27	0,28	0,19	0

Na osnovu analize koeficijenta korelacije između genetičkih i klimatskih distanci može se zaključiti da postoji blaga korelativna veza između genetičke varijabilnosti i vrednosti temperatura kao klimatskih parametara. Međutim, ta korelacija je dosta slaba i iako se iz dobijenih zaključaka može smatrati da klimatski parametri imaju uticaja na raspored alela u populacijama planinskog javora u Srbiji, ne može se zaključiti da je taj uticaj značajan.



Grafikon 28: Korelacija između genetičke i klimatske distance izračunata na osnovu temperatura

### 8.9. Poređenje varijabilnosti planinskog javora na osnovu analize morfoloških i molekularnih markera

Upoređenje međuzavisnosti morfoloških i molekularnih markera je izvršeno na taj način što su u prvom koraku izdvojeni varijeteti i forme na osnovu morfoloških karakteristika. Zatim je za svaki varijetet utvrđen broj i raspored alela po molekularnim markerima, uzevši u obzir individue koje pripadaju određenom varijetetu, da bi na kraju bio izvršen statistički test sa ciljem da se utvrdi da li postoji statistička povezanost varijeteta po genetičkim osnovama. Pošto se usled poliploidije nije moglo utvrditi brojno stanje određenih gena po lokusima, nego samo njihovo prisustvo ili odsustvo, analiza genetičke varijabilnosti je karakterisana binarnim znakovima (1-prisustvo, 0-odsustvo).



Usled toga što je bila reč o frekvencijama, a ne o mernim jedinicama za poređenje varijabilnosti kombinacijom molekularnih i morfoloških markera korišćen je  $\chi^2$  (hi-kvadrat) test.

Hi-kvadrat test se primenjuje kada se radi o kvantitativnim brojeanim podacima, a ne o mernim jedinicama. Izračunava se po sledećoj formuli:  $\chi^2 = \sum (f_o - f_i)^2 / f_i$

gde je  $f_o$  = opažena frekvencija, a  $f_i$  = očekivana frekvencija (Petz 1985).

Tabela 52: Rezultati analize  $\chi^2$  testa za poređenje varijabilnosti na osnovu morfoloških i molekularnih markera

MARKER	IZRAČUNATA VREDNOST $\chi^2$ TESTA	GRANIČNA VREDNOST $\chi^2$ TESTA
MAP 2	4,4	14,1
MAP 9	7,3	14,1
MAP 10	1,2	6,0
MAP 34	<b>22,0</b>	<b>22,4</b>

Prag značajnosti je 0,05

Na osnovu izvršenog hi-kvadrat testa utvrđeno je da je za sva četiri polimorfna molekularna markera vrednost  $\chi^2$  dobijena računskim putem manja od granične vrednosti za date stepene slobode, tj. da ne postoji jasna statistički značajna povezanost između varijeteta utvrđenih analizom morfološke varijabilnosti i genetičkog varijabiliteta utvrđenog analizom mikrosatelitskih molekularnih markera. Vrednost markera MAP 2, MAP 9 i MAP 10 je znatno ispod granične vrednosti, ali vrednost dobijena testiranjem markera MAP 34 (22,0) je vrlo blizu statistički značajne vrednosti (22,4). Ako se uzme u obzir da je to istovremeno i najpolimorfiji marker dobijen u ovom istraživanju (zapažena su 24 alela), a istovremeno i marker na kojem je zabeležena najveća razlika u polimorfnosti u odnosu na *Acer pseudoplatanus*, kod koga je registrovano samo devet

različitih alela (Pandey *et al.* 2004), postoji verovatnoća da su karakteristike ovog lokusa u korelaciji sa morfološkim karakteristikama, što je potrebno utvrditi naknadnim istraživanjima. Ekspresija genotipa je uslovljena i modifikovana delovanjem različitih faktora poput plejotropije, epistaze, dejstva gena modifikatora i polimernih gena.

## **9. DISKUSIJA**

### **9.1. Ekološki uslovi proučavanih populacija planinskog javora**

#### **9.1.1. Klimatske karakteristike**

Klima predstavlja veoma važan ekološki faktor u formiranju i rasprostranjenju biljnih vrsta i zajednica. Najznačajniji klimatski faktori su temperatura vazduha i količina padavina, koji odražavaju klimatske specifičnosti za određena područja. Svi proučavani lokaliteti se odlikuju manje-više niskim srednjim godišnjim temperaturama i velikim količinama padavina. Usled nedostatka meteoroloških podataka za proučavane lokalitete, korišćeni su aproksimirani podaci sa postojećih najbližih sinoptičkih stanica, koje se u svim slučajevima nalaze na nižim nadmorskim visinama od onih na kojima su proučavane populacije planinskog javora. Aproksimirani podaci ne pokazuju egzaktno nego približne vrednosti, koje uglavnom daju dobre rezultate, ali u nekim slučajevima nisu pogodne za pojedine slučajeve klasifikacije klime, kao što je slučaj sa određivanjem stepena kontinentalnosti.

Srednja godišnja temperatura na proučavanim lokalitetima se kreće između 3,7°C na Biogradskoj gori do 7,0°C na Rudniku, gde su i populacije koje se nalaze na najmanjim nadmorskim visinama, a srednja temperatura u vegetacionom periodu se kreće od 8,4°C na Biogradskoj gori do 12,7°C na Rudniku. Treba napomenuti da je u populacijama na Biogradskoj gori, Staroj planini i Goliji temperatura i u vegetacionom periodu ispod 10°C, što deluje nepovoljno na razvoj biljaka. Najhladniji mesec je na svim

lokalitetima januar, sa temperaturama od  $-5,1^{\circ}\text{C}$  na Goliji do  $-1,6^{\circ}\text{C}$  na Rudniku, dok je najtopliji mesec na skoro svim lokalitetima jul, osim na Javorju gde je to avgust. Srednje temperature najtoplijeg meseca se kreću od  $11,5^{\circ}\text{C}$  na Biogradskoj gori do  $15,8^{\circ}\text{C}$  na Rudniku. Nivo srednje godišnje količine padavina je visok na svim lokalitetima. Najniži je na Goliji gde iznosi  $1026,0\text{ mm}$ , a najviši na Biogradskoj gori gde iznosi  $2486,3\text{ mm}$ . U vegetacionom pogledu količina padavina se kreće između  $562,4\text{ mm}$  na Goliji do  $853,1\text{ mm}$  na Biogradskoj gori. Iz ovih podataka se vidi da su populacije planinskog javora na svim lokalitetima dobro snabdevene vlagom u toku cele godine i da se suša kao nepovoljan ekološki faktor ovde nikad ne javlja. Do identičnih zaključaka se dolazi i analizom De Martonovig indeksa suše, kao i klimadijagrama po Gosenu i Valteru. U pogledu rasporeda padavina u toku godine postoji jasna razlika između planinskih masiva u Srbiji i masiva Bjelasice i Maglića na kojima se nalaze prašume Biogradska gora u Crnoj Gori i Perućica u Bosni i Hercegovini. Na svim lokalitetima u Srbiji najvlažniji mesec je jun, dok su najsuvlji februar ili januar. Naprotiv, na lokalitetima Biogradska gora i Perućica najvlažniji mesec je novembar, a najsuvlji jul. Na osnovu toga se može zaključiti da su ovde prisutna dva pluviometrijska režima što je uslovljeno većom ili manjom udaljenošću od basena Jadranskog mora. Na planinskim masivima u Srbiji, udaljenim od Jadranskog mora, prisutan je kontinentalni pluviometrijski režim, koji se odlikuje najvećim količinama padavina u maju i junu, nakon čega nastupa minimum padavina u avgustu, da bi u toku jeseni količine padavina opet narasle i u novembru dostigle sekundarni maksimum, a zatim u zimu i rano proleće nastupa glavni minimum padavina. Naprotiv, planine Bjelasica i Maglić, koje se nalaze relativno blizu Jadranskog mora, imaju primorski pluviometrijski režim, koji se karakteriše tim da su najveće količine padavina u jesenjim i zimskim mesecima, dok je minimum padavina u leto. Razlozi za to su što se u kontinentalnim krajevima najveće količine padavina dobijaju od oblaka nestabilnosti koji u veoma kratkom vremenu daju velike količine padavina, a najviše se pojavljuju u maju i junu kada postoje prodori hladnih vazdušnih masa koji donose formiranje kumulonimbusa i pljuskove. Nasuprot tome, u primorskim krajevima su najveće količine padavina u jesenjim mesecima kada se polarni front spusti nisko na Mediteran, pri čemu vazdušne mase dolaze sa mora i daju obilne padavine na primorskoj strani Dinarskog sistema (Gburčik 1995).

Tomtvajtov klimatski indeks za skoro sve lokalitete pokazuje karakteristike perhumidne klime (Tip A), osim na lokalitetu Rudnik gde je klima jako humidna. Ovi pokazatelji govore da se planinski javor izrazito šumska vrsta i da se uvek javlja u klimatskim uslovima vrlo pogodnim za šumsku vegetaciju.

Na osnovu podataka iz literature (Lakušić, R. 1989), srednje godišnje temperature na staništima planinskog javora se kreću između  $2^{\circ}\text{C}$  i  $7^{\circ}\text{C}$ , što se potpuno uklapa u vrednosti dobijene u ovom istraživanju. Populacija na Rudniku se nalazi u klimatskim uslovima gde je srednja godišnja temperatura  $7,0^{\circ}\text{C}$ , na gornjoj granici one koju daje Lakušić, a to je istovremeno i populacija planinskog javora koja raste na najnižim visinama u Srbiji, u uslovima najtoplije klime. Po istom autoru apsolutne minimalne temperature na staništima planinskog javora se spuštaju do  $-35^{\circ}\text{C}$  i  $-40^{\circ}\text{C}$ , a apsolutne maksimalne idu do  $30^{\circ}\text{C}$ , pa on predstavlja najfrigorifilniju vrstu, ne samo unutar roda *Acer* L. već i od svih lišćarskih vrsta naših krajeva. Kasne prolećne mrazeve podnosi bolje od subalpijske bukve, što mu omogućuje da se diže na veće visine nego ona i da na nekim planinama izgrađuje uzak pojas iznad pojasa subalpijske šume bukve, odnosno da se javlja u čistim sastojinama na najhladnijim staništima u pojasu subalpijskih bukovih šuma. Iznad pojasa subalpijskih šuma se u obliku niskog šiba javlja u zajednici sa klečicom i borovnicom, čime dokazuje vitalnost i otpornost prema apsolutnim minimalnim temperaturama (Lakušić, R, 1989). Drugi autori navode nešto više ekstremne temperature koje planinski javor može da podnese. Van Gelderen *et al.* (1994) navode da je planinski javor po stepenu otpornosti svrstan u petu kategoriju tj. da podnosi minimalne temperature do  $-29^{\circ}\text{C}$ , a po Bärtels-u (Stilinović 1987) planinski javor se nalazi u kategoriji 6a tj. podnosi temperature do  $-23^{\circ}\text{C}$ . U svakom slučaju se radi o vrsti dosta otpornoj na mraz. To se vidi i iz toga, što su po Kepenovoj klasifikaciji, sve proučavane populacije u ovom istraživanju, sem one na Rudniku, svrstane u klimatski tip D (vlažna umerena klima sa oštrom zimom), a takođe sve populacije, osim onih na Rudniku i Javorju se nalaze u klimatskim uslovima gde manje od 4 meseca ima srednju temperaturu iznad  $10^{\circ}\text{C}$ .

Kernerov termodromski koeficijent (Stepen kontinentalnosti) nije mogao biti precizno izračunat. Uzrok tome je korišćenje aproksimovanih klimatskih podataka sa lokaliteta koji se uvek nalaze na nadmorskim visinama nižim od onih na kojim su

proučavane populacije. Na nižim nadmorskim visinama u kontinentalnim područjima je proleće toplije od jeseni, usled toga što se kopno brzo zagreva (Gburčik 1995), dok je sa povećanjem nadmorske visine ova karakteristika kontinentalnosti klime sve manje izražena (Kolić 1988). S obzirom na veliku osetljivost Kernerove klasifikacije kontinentalnosti klime, gde se rezultati izražavaju u stotim delovima °C, mala odstupanja od realnih vrednosti prilikom aproksimacije srednjih temperatura u aprilu ili oktobru dovode do velikih razlika u rezultatima. Najtačniji rezultati su dobijeni za populacije na lokalitetima Perućica, Biogradska gora i Javorje iz razloga što je ovde bilo moguće aproksimirati podatke sa meteoroloških stanica u planinskim područjima (Žabljak, Kolašin i Zlatibor) koje imaju identičan klimatski režim kao i lokaliteti na kojima se nalaze proučavane populacije. Litoralna klima koja je karakteristična za populacije na Biogradskoj gori i Perućici je uslovljena blizinom Jadranskog mora i s njim povezanim uticajem mediteranske klime, gde temperature u proleće sporije rastu nego u kontinentalnim područjima, dok u isto vreme u jesen i sporije opadaju. Iz toga proizilazi da se za precizno određivanje Kernerovog koeficijenta moraju koristiti podaci direktno sa proučavanih lokaliteta.

### **9.1.2. Orografske karakteristike**

Planinski javor je isključivo rasprostranjen u planinskom pojasu vegetacije. Alexandrov i Pandeva (2003) navode da se ova vrsta prvenstveno javlja u rasponu nadmorskih visina 1200-1900 m i da se retko spušta ispod 1200 m nadmorske visine. Najniže zabeleženo nalazište planinskog javora je istovremeno i najsevernije, a to je planina Rudnik, gde se pojavljuje na 950 m nadmorske visine (Gajić 1955). Naši rezultati su potpuno u skladu sa ovim tvrdnjama, jer su sve populacije bile vezane za subalpijski pojas vegetacije osim populacije na Rudniku, koja se nalazi u montanom pojasu na nadmorskim visinama 1000-1100 m.

Lakušić, R. (1989) navodi da se planinski javor može naći na svim ekspozicijama, ali je najčešći na severnim, na blažim nagibima i u udolinama koje su vlažne i sa razvijenijim tлом, na mestima gde se duže zadržava sneg. Naša istraživanja u potpunosti

potvrđuju ovu tezu. Ekspozicije na kojima se nalaze proučavane populacije su prvenstveno hladne i zaklonjene. Najčešće su zastupljene severne i severozapadne, zatim severoistočne. Samo na Jastrepcu, Goču i Javorju se populacije nalaze i na toplijim ekspozicijama (zapadna i jugozapadna), a nigde nije zabeležena južna ekspozicija. Nagibi na kojima se populacije planinskog javora nalaze su različiti, ali imaju tendenciju da budu blagi i u nekim slučajevima su tereni potpuno ravni, dok se, s druge strane, retko javljaju strmi nagibi i po pravilu ne prelaze 30°. Jedino se populacije na Staroj planini nalaze na vrlo strmim terenima, dok nigde nisu zabeležene populacije na vrletnim terenima.

### **9.1.3. Edafski faktori**

#### **9.1.3.1. Geološka podloga**

Planinski javor ima veoma široku ekološku valencu u odnosu na geološku podlogu i zemljište. U našim proučavanjima je nađen na 10 različitih tipova geoloških podloga. Najčešće su prisutni škriljci (na Jastrepcu, Goliji i Javorju), zatim peščari (na Rudniku i Staroj planini), krečnjaci i krečnjačke breče (na Biogradskoj gori i Perućici), filiti (na Jastrepcu i Goliji), graniti i granodioriti (na Goču), glinci (na Rudniku), korniti (na Goliji) i gnajsevi (na Jastrepcu). Lakušić, R. (1989) navodi da ova vrsta raste na svim tipovima stena, na krečnjačkim i silikatnim masivima, ali je na silikatima njegova brojnost i pokrovnost nešto veća. U našem istraživanju je potvrđena široka edafska valentnost ove vrste, jer je nađen na stenama koje pripadaju i magmatskim i sedimentnim i metamorfnim. Takođe se zapaža tendencija da je veće učešće ove vrste na stenama bogatim silicijumom (škriljci, peščari, graniti, granodioriti, filiti, gnajsevi, glinci), gde su rasprostranjene sve proučavane populacije u Srbiji. U znatno manjoj meri je zastupljen na krečnjacima (populacije u prašumama Biogradska gora i Perućica). Treba dodati da je u Biogradskoj gori planinski javor zastupljen na laporovitim krečnjacima i krečnjačkim brečama, na kojima nastaju dublja i plodnija zemljišta nego na jedrim krečnjacima na kojima je registrovan u prašumi Perućica, u kojoj ova vrsta ima najmanju zastupljenost,

ako se izuzme nalazište na Rudniku, koje se nalazi na, za planinski javor, veoma malim nadmorskim visinama. Treba istaći da nigde nije zapaženo prisustvo planinskog javora na tipičnim bazičnim i ultrabazičnim stenama, kao što su serpentiniti, peridotiti, dijabazi, spiliti, gabrovi itd.

### 9.1.3.2. Zemljišta

Lakušić, R. (1989) navodi da je planinski javor rasprostranjen na različitim tipovima zemljišta, od organomineralnih rendzina do kiselih smeđih zemljišta i podzola. Na njegovim staništima pH vrednost zemljišta varira između 4 i 7,5, a procentualno učešće humusa iznosi i preko 25%. Rezultati ovog istraživanja potpuno potvrđuju Lakušićevu tezu o širokoj valenci planinskog javora u odnosu na reakciju zemljišta jer je nađen u vrlo varijabilnim uslovima, od ekstremno kiselih zemljišta, gde vrednost pH u (B) horizontu varira od 4,2 (Javorje profil 2) do blago bazičnih sa pH vrednošću 7,7 (Perućica profil 1). Međutim, jedino u prašumi Perućica je planinski javor nađen na zemljištima neutralne do blago bazične reakcije, a na svim ostalim lokalitetima raste na ekstremno kiselim do umereno kiselim zemljištima. Kojić *et al.* (1994, 1997) navode da je planinski javor pretežno neutrofilna vrsta, ali naša istraživanja pokazuju da je on acidofilna do acidofilno-neutrofilna vrsta. Količina humusa u proučenim zemljišnim profilima je vrlo varijabilna, ali može da pređe i 25%. Velika količina humusa u pedološkim profilima je izazvana niskim temperaturama i visokom količinom padavina, što uslovljava slabiju transformaciju organskih materija, pa predstavlja korak ka procesu opodzoljivanja (Antić *et al.* 1972). Na proučavanim lokalitetima planinski javor je nađen na četiri tipa zemljišta, ali prvenstveno raste na kiselim smeđim zemljištima. Opšta produktivnost kiselih smeđih zemljišta se može sagledati iz proizvodne klasifikacije šumskih zemljišta, koja je napravljena u Bosni i Hercegovini, pri čemu je silikatnom luvisolu, kao najproduktivnijem šumskom zemljištu dodeljeno maksimalnih 100 poena, dok su ostali tipovi zemljišta upoređivani sa njim i u skladu sa tim su im dodeljivani poeni. Kiselim smeđim zemljištima je dodeljeno 56 poena i ona se smatraju srednje produktivnim šumskim zemljištima (Ćirić 1991). Ostali zabeleženi tipovi zemljišta

(smeđe zemljište na krečnjaku, krečnjačko-dolomitne crnice i humusno-silikatna zemljišta) imaju manju produktivnost (37, 25 i 21 poen na osnovu proizvodne klasifikacije šumskih zemljišta), ali na njima se planinski javor nalazi srazmerno retko. Na nisko produktivnim šumskim zemljištima, krečnjačko-dolomitnim crnicama i humusno-silikatnim zemljištima se nalaze samo populacije na Perućici i mali deo populacija na Jastrepcu. Treba zapaziti da je populacija na Perućici najmalobrojnija u odnosu na ostale proučene populacije koje se nalaze u sličnim klimatskim uslovima, pri čemu verovatno nepovoljni edafski uslovi igraju značajnu ulogu.

U istraživanju je analiziran i nivo obezbeđenosti zemljišta azotom, kalijumom i fosforom, koji uz kalcijum, magnezijum i sumpor predstavljaju makroelemente, tj. elemente koji su biljkama potrebni u velikoj količini (Cheswort *et al.* 2008). Svi proučeni zemljišni profili su dobro obezbeđeni azotom i uglavnom imaju dovoljnu količinu kalijuma i fosfora. Prema zahtevima za hranjivim materijama u zemljištu, Kojić *et al.* (1994, 1997) tretiraju planinski javor kao mezotrofnu vrstu, što je potpuno u skladu sa rezultatima ovog istraživanja. U celini se može uzeti da su zemljišni uslovi na skoro svim proučenim lokalitetima povoljni za razvoj planinskog javora, uzevši u obzir njihovu relativno veliku dubinu, dobre uslove za humizaciju biljnih ostataka i relativno dobru obezbeđenost mineralnim materijama. Jović *et al.* (2009) navode da su šume bukve i planinskog javora (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 57) na kiselom smeđem zemljištu visokog proizvodnog potencijala, a Antić *et al.* (2007) navode da na kiselim smeđim zemljištima rastu najproduktivnije bukove šume u Srbiji.

#### 9.1.4. Fitocenološke karakteristike

Planinski javor je rasprostranjen u različitim biljnim zajednicama. U Srbiji i na prostoru bivše Jugoslavije ova vrsta je zabeležena kao primešana u sledećim šumskim zajednicama: šumama subalpske bukve (*Fagetum subalpinum* Greb. 1950), planinske bukve (*Fagetum montanum* Jov. 1953), bukve i jele (*Abieti-Fagetum* Jov. 1953), smrče (*Piceetum abietis* Miš. et Pop. 1980), bukve, jele i smrče (*Piceo-Fago-Abietetum* Čol. 1965), molike (*Pinetum peuces* Jank. 1959), gorskog javora i belog jasena (*Aceri-*



*Fraxinetum* Čer. et Jov. 1950), munike (*Pinetum heldreichii* Jank. 1958), bora krivulja (*Pinion mughi* Pawl. 1928), kao i žbunastoj zajednici šleske vrbe i zelene jove na Staroj planini (*Salici silesiaca-Alnetum viridis* Čol, Miš. et Pop. 1963) (Bjelčić 1966; Glišić 1975a; Stefanović 1986; Rauš 1987; Jovanović 1997; Mišić 1997; Tomić 2004; Dinić 2006; Dinić, Janković 2006; Mišić, Dinić 2006).

Međutim, planinski javor najveću brojnost postiže u pojasu subalpijskih bukovih šuma, gde, osim što se pojavljuje kao primešana vrsta, predstavlja i jednog od edifikatora mešovite zajednice bukve i planinskog javora *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957. Ova zajednica je u različitim regionima bivše Jugoslavije različito nazivana: *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957. u centralnoj Srbiji, *Aceri heldreichii-Fagetum subalpinum* Jank. et Stef. 1983. na Kosovu i Metohiji, *Aceri visianii-Fagetum* Fuk. et Stef. 1958. u Bosni i Hercegovini i *Fageto-Aceretum visianii* Bleč et Lkšć. 1970. u Crnoj Gori (Blečić, Lakušić 1976; Tomić 2004; Tomić, Rakonjac 2011). Ovu zajednicu je prvi opisao Jovanović, B. 1957. godine u Srbiji na planini Goč pod nazivom *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957 (Jovanović 1957, 1959). Zajednica planinskog javora i bukve u Srbiji je najčešće rasprostranjena na nadmorskim visinama 1300-1600 (1700 m) (Jovanović, Cvjetičanin 2005), nešto je razređenog sklopa, ali edifikatori, balkanska bukva i planinski javor imaju pravilan habitus i postižu znatne visine. Zajednica je floristički siromašna, naročito drvenastim vrstama. Klimatski uslovi su povoljni-klima je dovoljno humidna i ne previše hladna. Zemljište je tipa humusno-silikatnog i obično je dovoljno plodno (Tomić 1992, 2004; Tomić, Rakonjac 2013). U ovoj fitocenozi je planinski javor vitalan i dobro se obnavlja (Mišić 1997).

Osim kao edifikator u zoni subalpijskih bukovih šuma, na području država Zapadnog Balkana planinski javor vrlo retko gradi zajednice sa drugim drvenastim vrstama. Zajednica planinskog javora i smrče je opisana na Jahorini (*Aceri visianii-Piceetum subalpinum*) (Stefanović 1970) i Goliji (*Aceri heldreichii-Piceetum abietis*) (Gajić 1989a; Mišić 1997). Na Jahorini je ova zajednica zabeležena na visinama 1400-1700 m na krečnjaku i verfenskim škriljcima, na svežim, senovitim ekspozicijama sa puno snega. U toj zajednici su karakteristične subalpijske vrste: *Salix silesiaca*, *Sorbus chamaemespilus*, *Lonicera borbasiana*, *Homogyne alpina*, *Valeriana montana*, *Athyrium distentifolium*, česte su vrste roda *Vaccinium* i mahovine (Mayer 1984). Na planini Ozren

u jugozapadnoj Srbiji je opisana zajednica *Pancicio-Aceri heldreichii-Piceetum abietis* Matović 1993, u kojoj su edifikatori planinski javor i endemična zeljasta vrsta *Pancicia serbica*. Zajednica se nalazi na brdu Litica, na nadmorskoj visini 1400-1410 m, na severnoj i severozapadnoj ekspoziciji. Zajednica je dobro zaštićena od suvih i hladnih vetrova koji dolaze sa Pešterske visoravni, a otvorena prema dolini Lima iz koje dolaze tople i vlažne vazdušne mase, koje su odlučujući faktor opstanka ove mezofilne zajednice. Nagib terena je 10-25°, geološka podloga dijabaz-rožnac, a zemljište eutrični kambisol. Zajednica *Pancicio-Aceri heldreichii-Piceetum abietis* Matović 1993 je sekundarnog karaktera i predstavlja progradacionu fazu vegetacije na devastiranom staništu bukve, jele i smrče. Planinski javor, koji je bio zastupljen kao primešana vrsta u spomenutoj zajednici je povećao brojnost i zauzeo ulogu edifikatora, a *Pancicia serbica* je zajedno sa drugim mezofilnim vrstama prodršla iz okolnih livada u proređenu šumu i postala dominantna u spratu prizemne flore (Matović *et al.* 1997; Rakonjac 2002). U Grčkoj je planinski javor zabeležen i u zajednicama grčke jele (*Abietum cephalonicae*) (Lakušić, R. 1964; Αθαλασσαδη 1986; Boratinsky *et al.* 1992; Alexandrov, Pandeva 2003).

Na većini proučenih nalazišta u ovom istraživanju planinski javor gradi tipične mešovite šumske zajednice sa subalpskom bukvom (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957). U okviru ove zajednice su izdvojene dve subasocijacije: subas. *typicum*, koja se nalazi u subalpskom pojasu vegetacije i kojoj pripadaju populacije sa nalazišta Goč, Jastrebac, Javorje, Biogradska gora i Perućica i subas. *carpinetosum betuli*, koja je zabeležena na Rudniku. Ta subasocijacija se razvija u planinskom pojasu vegetacije, na najnižim nadmorskim visinama na kojima je planinski javor u Srbiji uopšte zabeležen (950-1050 m). Srednja godišnja temperatura je 7,0°C, veća nego na drugim posmatranim lokalitetima, a po Kepenovoj klasifikaciji ovde je zastupljena vlažna umerena klima sa blagim zimama, za razliku od svih ostalih proučenih lokaliteta gde je zastupljena vlažna umerena klima sa oštrim zimama. Na Rudniku se planinski javor pojavljuje u toplijim klimatskim uslovima u odnosu na one gde se razvija tipična zajednica *Aceri heldreichii-Fagetum* subas. *typicum*, što se odražava na floristički sastav subasocijacije *carpinetosum betuli*, koja se karakteriše većim brojem mezofilnih vrsta kojih nema u frigoriflnim stanišnim uslovima tipične zajednice bukve i planinskog javora. To se u prvom redu

odnosi na prisustvo tipičnog mezofita, običnog graba (*Carpinus betulus* L.), koji predstavlja diferencijalnu vrste zajednice *Aceri heldreichii-Fagetum* subass. *carpinetosum betuli* (Perović, Cvjetićanin 2009). Karakteristične vrste asocijacije *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. su: *Polygonatum verticillatum* (L.)Al., *Cicerbita alpina* (L.)Wallr., *Adenostyles alliariae* (Gouan)A. Kern, *Doronicum columnae* L, *Polystichum aculeatum* (L)Roth. itd. (Mayer 1984), koje su sve zastupljene u analiziranim fitocenološkim snimcima u okviru subass. *typicum*, ali, sa izuzetkom *Polystichum aculeatum* (L).Roth nisu zabeležene u subas. *carpinetosum betuli*.

Na Staroj planini i Goliji planinski javor je rasprostranjen u mešovitim bukovo-jelovo-smrčevim šumama (*Piceo-Abietetum* Čolić 65 (syn. *Piceo-Fago-Abietetum* Čol. 1965)). Na Goliji su zajednice u kojima se nalazi planinski javor opisane i kao mešovite šume bukve i smrče, u kojoj planinski javor predstavlja diferencijalnu vrstu i te populacije su izdvojene u asocijaciju *Piceto-Fagetum silicicolum*, subass. *heldreichietosum* Gajić 1989 (Gajić 1989a). Postojanje bukovo-smrčevih šuma u Srbiji prvi spominje Gajić (1972), a zatim ih i opisuje na planini Goliji (Gajić 1989a), koja je zasada jedini lokalitet na kome su ove šume u Srbiji opisane. Gajić (1989a) navodi da je asocijacija *Piceto-Fagetum subalpinum* Jov. prvi put opisana na Suvoj planini od strane Branislava Jovanovića. Međutim, Jovanović je pod asocijacijom *Piceto-Fagetum subalpinum* Jov imao u vidu pretplaninske (subalpske) bukove šume u kojima smrča potpuno odsustvuje ili je prisutna samo pojedinačnim stablima (Jovanović 1953). S obzirom da su mešovite zajednice bukve i smrče opisane u zoni gde se po pravilu u Srbiji razvijaju klimaregionalne bukovo-jelovo-smrčeve šume (Tomić 2004), zatim da se iznad ovih zajednica formira dobro razvijen pojas klimaregionalnih smrčevih šuma i na kraju da su u ovim zajednicama zabeleženi pojedinačni primerci jele, postoji velika verovatnoća da se i ovde radi o zajednici bukovo-jelovo-smrčevih šuma *Piceo-Abietetum* Čolić 65 (syn. *Piceo-Fago-Abietetum* Čol. 1965), gde je, usled negativnog delovanja antropogenog faktora, jela skoro iščezla. Mišić, Jovanović (1983) ističu da odsustvo jele na mnogim našim planinama, u zoni bukovo-jelovo-smrčevih šuma, ne znači da joj klimatski uslovi ne odgovaraju, već se najčešće radi o devastaciji šuma, pri čemu najviše stradaju četinari. Tome u prilog govore Stojanović, Krstić (2000), koji navode da je u mešovitim bukovo-jelovo-smrčevim šumama jela biološki najslabija vrsta prilikom

obnavljanja šuma čistom ili oplodnom sečom i najteže se prirodno obnavlja. Jovanović (1950) daje primer za Suvu planinu gde je jela samo u vidu jednog primerka nađena na visini 1350 m, na mestu dodira bukove i smrčeve sastojine. To, prema autoru, ukazuje da je ovu vrstu potisnula bukva, koja se ovde dobro podmlađuje posle seče, a što se tiče smrče, ona se bolje očuvala, pre svega, zato što se njene sastojine nalaze na višim, vrlo strmim i nepristupačnim terenima. U usvojenoj međunarodnoj fitocenološkoj nomenklaturi (Tomić 2006; Tomić, Rakonjac 2011) nije prihvaćeno postojanje mešovitih šuma bukve i smrče bez jele. Planinski javor je na Goliji jako vitalan (Gajić 1989a; Mišić 1997), a budući da predstavlja vrstu zaštićenu zakonom i izuzet je iz režima gazdovanja, verovatno da mu je posrednim dejstvom antropogenog faktora sekundarno značajno povećano učešće u odnosu na primarne edifikatore ove zajednice-smrču, bukvu i jelu.

Zapaža se da planinski javor prvenstveno gradi zajednice sa subalpskom bukvom, a vrlo retko sa smrčom. Osim zajednice na Goliji, zajednica planinskog javora i smrče je, na prostorima bivše Jugoslavije, opisana još samo na Jahorini (Stefanović 1970). Ova pojava jasno govori o manjoj frigorifilnosti planinskog javora u odnosu na smrču i njegovog približavanja u ovom pogledu bukvi (*Fagus moesiaca* /Domin, Maly/Czeczott). Tako Kojić *et al.* (1994, 1997) svrstavaju planinski javor i bukvu u grupu mezotermnih vrsta, dok smrču tretiraju kao frigorifilno-mezotermnu vrstu. Iz tog razloga se planinski javor u Srbiji najčešće pojavljuje u uslovima gde je maritimnost mikroklimе veća nego što je uobičajeno u većem delu Srbije i približava se uslovima koji postoje na zapadnom delu Balkanskog poluostrva. Međutim, planinski javor je ipak frigorifilnija vrsta od mezijske bukve i bolje podnosi kasne prolećne mrazeve od nje, što mu omogućava da se „diže na veće nadmorske visine nego ona i da na nekim planinama izgrađuje uzak pojas iznad pojasa subalpijske bukve ili da se javlja u čistim sastojinama na hladnijim staništima u pojasu subalpijskih bukovih šuma“ (Lakušić, R. 1989). Relativno česta pojava subalpijskih bukovih šuma u mezijskoj provinciji, gde su po pravilu razvijene šume smrče, može delimično imati i antropogeni uzrok. Horvat *et al.* (1974) navode da, kao i u ilirskoj provinciji, bukva gradi i u nekim delovima mezijske provincije gornju granicu šumske vegetacije. Autori smatraju da je do toga verovatno došlo tek nakon dugogodišnjeg gazdovanja niskim šumama, jer se bukva lakše regeneriše nego smrča. Na

ovaj način je *Picea abies* Karst. iz nekih subalpijskih šuma Balkanskog poluostrva skoro potpuno potisnuta, iako tamo od prirode preovlađuje.

U jugozapadnom delu centralne Evrope, na Švarcvaldu, Vogezima i Sudetima razvijena je subalpijska zajednica bukve i gorskog javora (*Aceri pseudoplatani-Fagetum* Bartsch 1940), koja je rasprostranjena na nadmorskim visinama 600-1700 m i može da gradi gornju granicu šumske vegetacije. Ova zajednica se razvija u uslovima blagih zima bogatih snegom i velike vlažnosti vazduha (Mertz 2002). U takvim klimatskim uslovima četinarske vrste u mladosti stradaju od snežne gljive (*Phacidium infestans* Karst) (Mayer 1984), koja se najčešće javlja na borovima, a ustanovljena je i na smrči, jeli, duglaziji itd. (Karadžić 1992). Zajednica *Aceri pseudoplatani-Fagetum* Bartsch 1940 naseljava bogata, biološki vrlo aktivna, vlažna zemljišta na senčanim položajima. Ka istoku, usled kontinentalnije klime, ova zajednica ustupa mesto smrčevim šumama (Mayer 1984). Na krečnjačkim planinama Dinarskog sistema je opisana veoma slična zajednica *Aceri-Fagetum illyricum* Horvat 1974. u kojoj su edifikatori evropska bukva (*Fagus sylvatica* L), gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L) i planinski javor (u južnoilirskom području). Ona izgrađuje pojas između zajednice bukve i jele i zajednice klekovine bora, na nadmorskoj visini 1500 do 1800 m, na seriji krečnjačkih zemljišta. Rasprostranjena je u klimatskim uslovima, koji se karakterišu relativno kratkim vegetacionim periodom i niskim prosekom srednjih mesečnih i godišnjih temperatura, povećanom relativnom vlagom vazduha, velikim količinama snežnih nanosa i njihovim dugotrajnim zadržavanjem. Nalazi se na blažim nagibima (0-20°), nikad na vrletnim terenima. Najčešće vrste u ovoj zajednici su: *Lonicera alpigena*, *Rhamnus fallax*, *Daphne mezereum*, *Rubus saxatilis*, *Adenostyles alliariae*, *Cirsium erysithales*, *Ranunculus platanifolius*, *Valeriana montana*, *Cicerbita alpina*, *Polystichum aculeatum* itd. (Horvat et al. 1974; Stefanović 1986). Zajednica *Aceri-Fagetum illyricum* Horvat 1974. predstavlja ekološki blisku zajednicu *Aceri heldreichii-Fagetum*, ali se javlja u uslovima maritimnije i manje kontinentalne klime, koja omogućava bukvi da opstane na većim nadmorskim visinama nego u mezijskoj provinciji, kao i *Acer pseudoplatanus* L., koji je manje frigorifilna vrsta od *Acer heldreichii* Orph i u mezijskoj provinciji raste na nižim nadmorskim visinama od njega.

#### 9.1.4.1. Ekološki spektri i spektri arealtipova

Od životnih oblika u proučenim zajednicama apsolutno dominiraju hemikriptofite, čije je učešće 56%, što je i očekivano, s obzirom da je ova životna forma najrasprostranjenija u našoj flori i predstavlja dominantan životni oblik u uslovima umereno kontinentalne klime (Культиасов 1982; Diklić 1984). Povećano učešće geofita (19%) u odnosu na normalni spektar životnih oblika Srbije, gde ova životna forma učestvuje sa 9% (Turril 1929, prema Jovanoviću 2007) u ovom slučaju je indikator niskih zimskih temperatura na staništima planinskog javora, što uslovljava kratak vegetacioni period, tako da nakupljanje rezervnih hranjivih materija u podzemnim organima omogućuje biljkama cvetanje na samom početku vegetacionog perioda, kada su temperaturni uslovi za proces fotosinteze još nepovoljni (Горышина 1979; Janković 1990a). Upoređenjem analiziranih fitocenoloških snimaka zajednica *Aceri heldreichii-Fagetum* i *Piceo-Abietetum*, zapaža se da je u šumama bukve i planinskog javora nešto veće učešće geofita nego u šumama bukve, jele i smrče. Diklić (1984) navodi da je najveće procentualno učešće geofita u Srbiji ustanovljeno u bukovim šumama. Ova pojava je izazvana izrazitim sezonskim razlikama u pogledu količine svetlosti u bukovim šumama, koje imaju izrazito sciofilan karakter nakon perioda listanja, tako da je u njima pojačano učešće efemerofita (Allaby 2005), biljaka koje u vrlo kratkom roku završe ceo svoj životni ciklus. U odnosu prema vlažnosti zemljišta, obe zajednice su izrazito mezofilne, jer čak 93% biljnih vrsta čine mezofite i submezofite. Može se uočiti još izraženija mezofilnost mešovitih bukovo-jelovo-smrčevih šuma, što je i očekivano s obzirom da se one formiraju u uslovima hladnije klime u odnosu na zajednice bukve i planinskog javora. Prema reakciji zemljišta, obe zajednice su neutrofilne, sa 65% neutrofilnih biljnih vrsta od ukupnog broja. Zapaža se da u bukovo-jelovo-smrčevim šumama ima znatno manje vrsta koje naginju bazifilnim nego u šumama bukve i planinskog javora, što je uslovljeno povećanom acidifikacijom ovih šuma usled prisustva smola i terpena u organskom otpadu četinara i usporavanja procesa humifikacije (Antić *et al.* 2007). Prema potrebnoj količini azota u zemljištu, proučavane zajednice su mezotrofne do mezotrofno-eutrofne, sa 50% mezotrofnih i 33% mezotrofno-eutrofnih

biljnih vrsta. Ovo potvrđuje zapažanja da je planinski javor vrsta koja se pojavljuje na relativno povoljnim staništima, gde su zemljišta razvijena i relativno dobro obezbeđena hranljivim materijama. Postoji blago povećanje broja eutrofnih i smanjenje broja oligotrofnih vrsta u šumama bukve i planinskog javora u odnosu na šume bukve, jele i smrče što govori da su te zajednice nešto povoljnije za razvoj biljnih vrsta sa aspekta obezbeđenosti hranljivim materijama. Prema svetlosti obe zajednice su sciofilne do polusciofilne, sa učešćem 50% vrsta koje teže sciofilnim i 37% polusciofilnih, što je uobičajeno za sve šume u kojima su glavni edifikatori bukva, jela ili smrča. Prema temperaturi, obe zajednice su pretežno mezotermne, sa 61% učešća mezotermnih biljnih vrsta. Zapaža se povećana mikrotermnost bukovo-jelovo-smrčevih šuma, jer sadrže mnogo manje vrsta koje naginju termofilnim, a takođe i povećano učešće frigorifilnih vrsta u odnosu na šume bukve i planinskog javora.

U spektru arealtipova u obe zajednice je dominantno učešće srednjeevropskih horoloških grupa, čiji se predstavnici optimalno razvijaju od submontanih do subalpijskih predela i ukazuju na dominantno mezofilan karakter proučenih zajednica (Gajić 1984b). Može se uočiti veća frigorifilnost zajednice *Piceo-Abietetum* u odnosu na zajednicu *Aceri heldreichii-Fagetum*, s obzirom da ona sadrži više nego dvostruko više vrsta koje pripadaju borealnim i arktičko-alpijskim horološkim grupama (18% u odnosu na 8%).

## **9.2. Varijabilnost planinskog javora**

### **9.2.1. Varijabilnost planinskog javora na osnovu morfoloških markera**

Taksonomska raščlanjenost planinskog javora je neusaglašena. Prvi opis ove vrste se nalazi u radu koji je publikovao Boissier u svojoj knjizi "Diagnoses plantarum orientarium novarum" (str. 71.), objavljenoj 1856, gde je planinski javor nazvan *Acer heldreichii* Orph. Ubrzo ga Josif Pančić nalazi u Srbiji, ali proučene primerke tretira kao dve različite vrste: *Acer heldreichii* Orph. in Boiss. i *Acer macropterum* Vis. Prvi koji objedinjuje ove dve vrste u jednu je botaničar Pax, 1885. On vrsti daje naziv *Acer*

*heldreichii* Orph, a u okviru nje izdvaja dva varijeteta: var. *euheldreichii*, koji se karakteriše manjim listovima (dužine 5-8 cm), a nalazi se u južnom delu areala i var. *macropterum*, koji je karakterisan krupnijim listovima (dužine 13-14 cm) i rasprostranjen je u severnom delu areala. Pax-ovu poddelu prihvata i Maly, s tim da je on ova dva varijeteta podigao na nivo podvrsta i što je naziv *macropterum* zamenio nazivom *visiani*. Maly-jevu poddelu su prihvatili botaničari Beck i Hayek, a ta podela je prihvaćena i u Flori Srbije V (Jovanović 1973), gde se navodi da se planinski javor u Srbiji javlja svojom podvrstom *visianii*, koja se karakteriše lišćem do 14 cm dugim i širokim i plodovima dugim 4-6 cm. Ova podvrsta je dalje raščlanjena na dva varijeteta: var. *visianii* (syn. *vulgare*), koji se karakteriše time da su krila ploda razmaknuta, na leđnoj strani ravna, a ne povijena, a na vrhu malo proširena i var. *paniccii* koji ima krila ploda malo razmaknuta, manje-više paralelna, na vrhu proširena i jasno povijena. Var. *visianii* se dalje raščlanjuje na dve forme, f. *visianii* koja ima plodove na gnezdu semena gole i f. *trichocarpum*, koja ima plodove na gnezdu semena dlakave. Var. *paniccii* se raščlanjuje na tri forme i to na f. *paniccii*, koja ima gole plodove, f. *cruciatum*, koja ima retko dlakave plodove, a krila su im jako povijena unapred pa se vrhovi ukrštaju i f. *obtenutum*, koja ima retko dlakave plodove, a krila su im malo otklonjena, nešto paralelna i njihovi vrhovi ne prelaze iza leđa drugog krila. Međutim, kasniji istraživači taksonomije planinskog javora iznose stavove da se Pax-ova i Maly-eva podela vrste *Acer heldreichii* na varijetete ili podvrste na osnovu veličine lista ne može održati. Tako Lakušić, R. (1964) navodi: „...na osnovu merenja samo dužine i širine liske nije moguće izvršiti gotovo nikakvo raščlanjenje u okviru vrste jer se prema tim dimenzijama nalaze jedan do drugog lokaliteti-Ravna planina iz sjeverozapadnog ugla areala, Centralni Balkan iz sjeveroistočnog ugla i Kiona-planina iz jugoistočnog ugla“. Na osnovu njegovih istraživanja, prosečna dužina liske planinskog javora na Ravnoj planini iznosi 7,75 cm, na Centralnom Balkanu 8,00 cm, a na Kioni 8,25 cm. Prosečne širine liski se kreću: 9,50 cm na Ravnoj planini, 10,50 cm na Centralnom Balkanu i 11,50 cm na Kioni. Na osnovu materijala sa 25 proučenih lokaliteta, Lakušić, R. je ustanovio da se prosečne dužine liski planinskog javora kreću u rasponu 6,00 do 13,75 cm, a prosečne širine liski 6,10 do 17,00 cm. Iz navedenog se vidi da primerci sa većeg broja lokaliteta pokazuju intermedijarne karakteristike u odnosu na Pax-ovu poddelu na var. *euheldreichii* i var. *macropterum* i ne



pripadaju ni jednom od ovih varijeteta, tj. podvrsta sensu Maly. Identičan zaključak su izveli i Janković *et al.* (1984), proučavajući ekologiju, fitocenologiju i varijabilnost planinskog javora na Prokletijama, gde navode sledeće: „Prema Pax-u dužina liske kod podvrste *eu-heldreichii* iznosi 5-8 cm; odgovarajuće vrednosti za podvrstu *visianii* su 13-14 cm... Na jednom drvetu javora sa Prilepske planine konstatovali smo da dužina varira od 5-12 cm, a na drugom od 5-14 cm. Na taj način samo jedno jedino drvo pokazuje čitav onaj raspon variranja koji Pax daje za obe podvrste planinskog javora. S druge strane, najveći broj varijanata nalazi se između 8 i 12 cm, dakle u onom rasponu koji Pax uopšte ne navodi...“.

Iz tog razloga Lakušić, R. (1964) usvaja drugačiju intraspecijsku taksonomsku podelu vrste *Acer heldreichii* Orph. u odnosu na Pax-ovu i Maly-evu. On planinski javor deli na dve podvrste: subsp. *bulgarica* i subsp. *heldreichii*. Za subsp. *bulgarica* navodi sledeće karakteristike: „List pripada kserofilnom tipu. Većinom ima tri režnja. U donjem delu su uglavnom srasli i grade zajedničku osovinu čija je dužina od 1 do 3 cm. Najširi delovi režnjeva su po pravilu 3 do 6 cm udaljeni jedan od drugog. Maksimalna širina lista je 5 do 13 cm, maksimalna dužina takođe 5 do 13 cm. Maksimalna širina nadmašuje najveću dužinu prosečno za 2,5 cm. Dužina srednjeg režnja je 5 do 13 cm i skoro uvek je jednaka dužini lista. Širina srednjeg režnja je 1,5 do 3 cm i ona je 3-5 puta manja nego njegova maksimalna dužina. Dužina plodova sa krilcima je 3 do 6 cm. Krilca zaklapaju pretežno ugao od 90°. Raste u istočnom delu areala – istočna Srbija, Bugarska. Javlja se pod uticajem oštre kontinentalne klime“. Podvrsta *heldreichii* se odlikuje sledećim karakteristikama: „List pripada mezofilnom tipu. Uglavnom je petorežnjeviti, ređe tro- i sedmorežnjeviti. Režnjevi su ili u zajedničkoj osovini srasli, mogu biti dugački do 4 cm ili je srednji režanj odvojen od ostalih. Najširi režnjevi su u ekstremnim slučajevima do 3 cm razdvojeni jedan od drugog ili se prekrivaju bočno u širini do 2 cm. Maksimalna širina lista varira između 5 i 19 cm, a maksimalna dužina 5 do 17,5 cm. Maksimalna širina lista je u proseku oko 2 cm veća od maksimalne dužine. Maksimalna dužina srednjeg režnja varira između 4 i 15 cm i uglavnom je 1 do 2 cm manja od maksimalne dužine lista. Maksimalna širina srednjeg režnja se kreće od 3 do 7 cm i ona je 2-3 puta manja od njegove maksimalne dužine. Dužina plodova je 2-7 cm. Plodovi su uglavnom dlakavi, ređe goli ili žlezdasto dlakavi. Krila plodova su pod uglom do 90°. Nekad se

delimično bočno preklapaju ili čak ukrštaju. Javlja se u severozapadnom i južnom delu areala: Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori, jugozapadnoj Srbiji, Makedoniji i Grčkoj.“

Unutar subsp. *heldreichii* Lakušić, R. (1964) navodi dva varijeteta: var. *orphanidis* i var. *malyi*. Za var. *orphanidis* navodi: „List pokazuje manje mezofilne karakteristike nego list varijeteta iz severozapadnog dela areala. Maksimalna dužina listova je prosečno kraća za 3 cm od njihove maksimalne širine. Maksimalna dužina srednjeg režnja je 1-2 cm kraća od maksimalne dužine lista. List je uglavnom 5-, ređe 3-režnjeviti. Režnjevi su po pravilu u zajedničkoj osnovi srasli, a ona u proseku iznosi 1-3 cm. Maksimalna širina lista varira od 6 do 16 cm, maksimalna dužina od 5 do 14 cm. Maksimalna širina srednjeg režnja je oko dvaput manja nego maksimalna dužina. Dužina plodova sa krilcima je 3 do 6 cm. Krilca su uglavnom pod uglom od 50 stepeni. Javlja se u južnom delu areala, u Grčkoj.“ Za var. *malyi* isti autor navodi: „List pokazuje mezofilan tip. List je uglavnom petorežnjeviti, vrlo često i sedmorežnjeviti. Režnjevi su ili srasli u zajedničku osnovu, koja može biti dugačka do 3 cm ili je srednji režanj potpuno odvojen od ostalih. Maksimalna dužina srednjeg režnja je uvek 1-3 cm manja od maksimalne dužine lista. Najširi delovi režnjeva su ili do 3 cm razdvojeni jedan od drugog ili se prekrivaju u širini do 2 cm. Maksimalna širina lista je 6-19 cm, a maksimalna dužina 6-17 cm. Maksimalna dužina srednjeg režnja je 1-3 puta veća od njegove širine. Plodovi sa krilcima su dužine 2,5-7 cm. Plodovi su uglavnom dlakavi, ređe goli ili žlezdasto dlakavi. Raste u severozapadnom delu areala: Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori, zapadnoj Srbiji i Makedoniji, odnosno oblastima izloženim jačem ili slabijem uticaju mediteranske klime i koje imaju dosta padavina za vreme vegetacionog perioda.“ Kod nas je, po istraživanjima Lakušića, zastupljen samo subsp. *heldreichii*, a u okviru njega var. *malyi*. Var. *malyi* je dalje raščlanjen na dve forme, f. *pancicii* i f. *visianii*. Ove dve forme se prvenstveno razlikuju po tome što se kod f. *pancicii* lisni režnjevi preklapaju u širini do 2 cm, a kod f. *visianii* se nikad ne prekrivaju. Treba napomenuti da je Lakušićeva podela na varijetete *orphanidis* i *malyi* vrlo nejasna i da su morfološki opisi karakteristika oba varijeteta u velikoj meri podudarni.

Vrlo sličan princip taksonomske podele koju je prezentovao Lakušić je primenjen i u Flori Bugarske (Palamarev 1979). Osnovna razlika u odnosu na Lakušićevu podelu je što u okviru planinskog javora nisu izdvajane podvrste, već su izdvojena tri varijeteta:

var. *urumovii*, var. *heldreichii* i var. *macropterum*. Var. *urumovii* se karakteriše trorežnjevitim listom, odgovara subsp. *bulgarica* po Lakušiću i predstavlja endemični takson srednjeg dela Stare planine u Bugarskoj. Varijeteti *heldreichii* i *macropterum* su izdvojeni na osnovu toga da li im se lisni režnjevi preklapaju, što je slučaj kod var. *heldreichii* ili su razdvojeni, što je slučaj kod var. *macropterum*, a ova dva taksona su identična f. *pancicii* i f. *visianii* u okviru var. *maly* po Lakušićevoj podeli. Ovakvu taksonomsku podelu planinskog javora zastupaju i Alexandrov i Pandeva (2003).

Dodatnu izmenu u sistematici planinskog javora je uneo Murray (1982), koji je dotadašnju vrstu Trautveterov javor (*Acer trautvetteri* Medv), sveo na rang podvrste *Acer heldreichii* Orph, tako da se, po njemu planinski javor deli na dve podvrste, *Acer heldreichii* Orph. subsp. *heldreichii* i *Acer heldreichii* Orph. subsp. *trautvetteri*. Ovo mišljenje zastupaju i van Gelderen *et al.* (1994) u svom monografskom delu „Maples of the world“, le Hardy de Beaulieu (2003) u svom delu „Illustrated guide to maples“, Germplasm Resources Information Network (GRIN) ([www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?410502](http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?410502), 2012) itd. Ovakva stanovišta o taksonomskoj podeli planinskog javora predstavljaju još jedan argument protiv izdvajanja podvrsta u okviru areala planinskog javora na Balkanskom poluostrvu sensu Malyi ili Lakušić.

Uzevši sve raspoložive literaturne izvore u obzir, u ovom istraživanju je primenjen princip da se varijeteti ne izdvajaju na osnovu veličine lisne ploče, već na osnovu toga da li im se lisni režnjevi preklapaju ili ne, kao što su to učinili Lakušić i Palamarev. Na osnovu proučenog biljnog materijala, u populacijama planinskog javora su izdvojena dva varijeteta: var. *heldreichii*, kod koga se lisni režnjevi preklapaju i var. *macropterum*, gde su lisni režnjevi razdvojeni. U ovom istraživanju smo se priklonili taksonomskom načelu datom u Flori Bugarske, jer smo smatrali da ta karakteristika lisne ploče određuje varijetete, a ne forme. U okviru var. *macropterum* su izdvojene četiri forme na osnovu oblika lisnih režnjeva: f. *typicum*, f. *rotundiloba*, f. *dissectum* i f. *equiloba*. Forma *typicum* ima tipične osobine varijeteta *macropterum*, f. *rotundiloba* se karakteriše zaobljenim lisnim režnjevima, kod f. *dissectum* su lisni režnjevi duboko usečeni, skoro do lisne osnove, a f. *equiloba* se karakteriše tim da joj je lisna osnova zaravnjena. Oba varijeteta, var. *macropterum* i var. *heldreichii* (koji su po Pančiću tretirani kao posebne vrste) su zapaženi u svim proučavanim populacijama. Varijetet

*macropterum* je više zastupljen, sa ukupno 160 proučenih stabala (67% ukupnog broja stabala) i predstavnici ovog varijeteta preovlađuju u svim populacijama osim u NP „Perućica“, gde je zapaženo veće učešće var. *heldreichii*. Varijetet *heldreichii* je zapažen na 80 stabala (33% ukupnog broja stabala) i uglavnom ima manju učestalost pojavljivanja nego var. *macropterum*, osim u NP „Perućica“ gde preovlađuje. Veću zastupljenost var. *macropterum* nego var. *heldreichii* je potvrdilo i istraživanje koje je izvršio Perović (2007a) na planinskim masivima Rudnik, Goč i Jastrebac, s tim što je odnos broja ova dva varijeteta bio približniji nego u ovom istraživanju (55% jedinki je pripadalo var. *macropterum*, a 45% var. *heldreichii*). U ovom istraživanju, ako se analiziraju samo stabla sa pomenuta tri lokaliteta 77% jedinki je pripadalo var. *macropterum*, a 23% var. *heldreichii*. Ovakva razlika u zastupljenosti varijeteta ukazuje na potrebu uzimanja znatno većeg uzorka u svakoj populaciji, ukoliko se želi precizno saznanje o zastupljenosti oba varijeteta u Srbiji.

Od prisutne četiri zapažene forme var. *macropterum*, najčešće se javlja f. *typicum*, kojoj pripada 101 stablo i koja je zastupljena na svim lokalitetima. Osim ove forme, sa znatnijom zastupljenošću je zabeležena i f. *dissectum*, kojoj pripada 39 stabala, takođe pronađenih na svim lokalitetima. Ostale dve forme, f. *rotundiloba* i f. *equiloba* su zastupljene manjim brojem primeraka i ne nalaze se na svim lokalitetima. Obe forme su zastupljene sa po 10 primerka: f. *equiloba* je zabeležena u populacijama na Goču, Goliji, Jastrepcu i Rudniku, dok nije zabeležena na lokalitetima Biogradska gora, Javorje, Perućica i Stara planina, a f. *rotundiloba* se javlja na lokalitetima Biogradska gora, Goč, Jastrebac i Javorje, dok nije zabeležena na lokalitetima Golija, Perućica, Rudnik i Stara planina. Međutim, ranije istraživanje morfološke varijabilnosti planinskog javora na Rudniku (Perović 2007a) je otkrilo prisustvo f. *rotundiloba* i na ovom planinskom masivu, doduše, predstavljenog samo jednim primerkom. Iz tog razloga postoji verovatnoća da će se predstavnici i ove dve forme naći i na većini lokaliteta na kojima zasad nisu pronađeni u slučaju da se istraživanja vrše na velikom broju jedinki. Broj i raspored formi u okviru varijeteta *macropterum* dobijen u ovom istraživanju je u potpunoj saglasnosti sa rezultatima dobijenim u istraživanju Perovića (2007a) u centralnom delu Srbije, gde takođe preovlađuje f. *typicum*, zatim f. *dissectum*, koje su

zastupljene u svim populacijama, a forme *rotundiloba* i *equiloba* su zastupljene malim brojem primeraka i nema ih u svim populacijama.

Prisustvo oba varijeteta u svim proučavanim populacijama planinskog javora, kao i formi *typicum* i *dissectum* varijeteta *macropterum*, uz relativno ravnomerno učešće u populacijama ređe prisutnih formi *rotundiloba* i *equiloba*, govore o znatnoj homogenosti populacija planinskog javora u Srbiji, a verovatno i u Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori, s obzirom da se ni populacije proučene u NP „Sutjeska“ i NP „Biogradska gora“ ne razlikuju znatnije od onih u Srbiji.

Od statističkih analiza u morfometrijskoj analizi primenjene su korelaciona analiza, analiza varijanse i klaster-analiza. Na osnovu rezultata korelacione analize je utvrđeno da skoro svi mereni morfološki parametri stoje u međusobno jakoj ili vrlo jakoj pozitivnoj korelaciji, što znači da se povećanjem vrednosti jednog od tih parametara, sa sigurnošću može predvideti i povećanje vrednosti ostalih parametara. Izuzetak predstavlja samo veličina ugla između srednjeg i bočnog lisnog reznja (UG), koja pokazuje izvestan stepen pozitivne korelacije sa većinom merenih obeležja, ali je ta korelaciona povezanost uglavnom slabog intenziteta, dok sa dužinom lisne ploče (DL) ne stoji ni u kakvoj korelaciji, a sa širinom lista između bazalnih reznjeva (ŠB) čak u blagoj negativnoj. Mereni elementi listova stoje sa izvedenim obeležjima u vrlo različitim korelativnim odnosima: od snažne pozitivne korelacije, preko slabo ili neznatno izraženih korelativnih odnosa do snažne negativne korelacije, iz čega proizilazi da veličine izvedenih elemenata nemaju statistički značaj u korelacionoj analizi.

Na osnovu rezultata analize varijanse utvrđeno je da statistički značajne razlike između lokaliteta postoje po svim merenim obeležjima. Najmanja razlika među lokalitetima postoji kada je u pitanju obeležje veličina ugla između srednjeg i bočnog lisnog reznja, kod koga, po Sheffe-u, nema statistički značajne razlike među lokalitetima, a po Tuckey-u značajna razlika postoji samo između lokaliteta Biogradska gora i Golija. Takođe, po Sheffe-u, nema statistički značajne razlike među lokalitetima ni kad je u pitanju obeležje širina bazalnog lisnog reznja, ali po Tuckey-u razlika postoji između lokaliteta Perućica u odnosu na lokalitete Goč, Golija, Javorje i Stara planina. Najveće razlike među lokalitetima postoje kada su u pitanju karakteristike površina i obim lista. Na osnovu izvršene klaster analize, može se videti da se populacije jasno izdvajaju u dve

grupe: u jednu spadaju populacije iz prašuma Biogradska gora i Perućica, koje imaju znatno krupnije listove u odnosu na ostale populacije, koje spadaju u drugu homogenu grupu.

## 9.2.2. Varijabilnost planinskog javora na osnovu molekularnih markera

### 9.2.2.1. Poliploidija

Izvesnu teškoću u proučavanju genetičkog varijabiliteta planinskog javora je predstavljala činjenica da je on poliploidna (autotetraploidna) vrsta. Poliploidija je pojava da organizmi imaju više od dve garniture hromozoma. Ako  $N$  predstavlja jednu garnituru hromozoma, somatska ćelija može biti diploid ( $2N$ ), triploid ( $3N$ ), tetraploid ( $4N$ ), pentaploid ( $5N$ ), heksaploid ( $6N$ ) itd. U poređenju sa diploidnim, poliploidne ćelije su generalno veće i metabolički aktivnije. To je dominantan faktor u evoluciji biljaka, gde su krugovi genomske duplikacije na velikom nivou praćeni selektivnim gubitkom gena. Tetraploidi su poliploidi koji imaju četiri haploidna seta hromozoma u jedru, dok autopoliploidija predstavlja oblik poliploidije koja nastaje prostom multiplikacijom jednog bazičnog seta hromozoma. Osim autopoliploida, postoje i alopoliploidi koji nastaju kombinacijom genetski različitih garnitura hromozoma (King *et al.* 2006). Poliploidi mogu biti homozigotni i heterozigotni. Homozigotni poliploidi nastaju duplikacijom hromozoma kroz somatičnu poliploidiju, nereducirane gamete i dupliranjem zigota bez genetskog materijala drugih individua, a heterozigotni na sličan način, ali sa prisustvom i ukrštenog oprašivanja. Drugi slučaj je češći u prirodi (Pandey 2005). Uvećavanje hromozomskih garnitura preko  $16N$  uslovljava smrt jedinke. Poliploidi su skoro uvek vitalniji od diploida iz razloga što je organizam sposoban da podnosi potpunu promenu u ukupnom broju hromozoma kada se zadrži ista relativna frekvencija svakog tipa hromozoma. U prirodi poliploidi nastaju na razne načine. Prilikom mitoze, npr. u zigotu ili u jednom pupoljku posle udvajanja hromozoma može da izostane podela jedra i citoplazme, usled čega nastaje ćelija sa poliploidnim brojem

hromozoma (mitotska, zigotna ili somatska poliploidija). Do pojave poliploidije može doći i u mejozi ako dođe do udvajanja broja hromozoma, ali izostane deoba jedra i citoplazme, pa se obrazuju gameti sa diploidnim brojem hromozoma (mejozotska poliploidija). Poliploidi sa parnim brojem gameta mogu se reprodukovati i aseksualnim i seksualnim putem, a sa neparnim brojem samo aseksualnim. Uzroci nenormalnih deoba su prvenstveno povrede u ahromatinskom aparatu ćelije: povreda niti deobnog vretena, gubitak polarnosti ćelije, uvećanje viskoziteta ćelije uz promenu električnih punjenja koloidnih čestica, spajanje centromera itd. Pri polnom razmnožavanju heterozigotni autoploidni daju raznovrsnije forme gameta od diploida (Tucović 1990). Poliploidija je vrlo česta pojava u prirodi, zabeležena kod oko 35% vrsta biljaka cvetnica, koje imaju gametske hromozome koji su multiplikacija osnovnog diploidnog broja, ali se smatra da je čak 70% do 80% vrsta možda prošlo poliploidiju u svojoj evoluciji. Poliploidija je česta i kod većine ostalih grupa biljaka, a jedino je retka kod golosemenica, gde manje od 5% vrsta pokazuje ovu pojavu. (Lewis *et al.* 1980). Najpoznatiji poliploid kod četinarara je *Sequoia sempervirens* (Спупп, Барнес 1984). Kod životinja poliploidija se pojavljuje samo sporadično. Poliploidi se češće sreću na većim geografskim širinama, nego na manjim. Verovatno da su poliploidi bolje prilagođeni za kolonizaciju i održavanje na staništima sa hladnom klimom. Osnovni uzrok uspeha poliploida u takvim surovim uslovima je što poliploidija predstavlja mehanizam koji omogućava jednorodnost, delujući kao sander, koji uklanja mutacije i retko ih pokazuje. Kod diploida mutacije, ili nove rekombinacije, nastaju lakše usled manje količine hromozoma. Poliploidi imaju mnogo hromozoma, a nove rekombinacije jedva da izazivaju veće promene u fenotipu. Osim poliploida rasprostranjenih u hladnim predelima, neki su prisutni u umerenim zonama, a ima ih dosta i u tropskim predelima. Sposobnost poliploida da kolonizuju nanovo otkrivene sredine života je verovatno glavni uzrok koji je uticao na njihovo rasprostranjenje u raznim delovima sveta, bez obzira da li su oni drevnog ili novijeg porekla (Спупп, Барнес 1984; Pandey 2005).

Tetraploidi predstavljaju evolutivno najuspešnije prirodne poliploide. Najčešći slučaj tetraploidije nije prosto povećanje sa diploidnog na tetraploidni broj hromozoma, nego formiranje seksualnog funkcionisanja citološki nereduciranih gameta u populacijama. Često je to dvostepeni proces u kome je diploidni ( $2n$ ) ženski gamet

oplođen haploidnim ( $n$ ) muškim gametom i nastaje triploid ( $3n$ ). Kasnije ovaj organizam produkuje citološki nereducirani triploidni ( $3n$ ) ženski gamet koji se oploduje haploidnim ( $n$ ) gametom diploidnog roditelja i nastaje tetraploid ( $4n$ ). To je redak događaj u prirodi, ali se dešava u dovoljnoj meri da se poliploidne jedinice pojave u velikim populacijama mnogih diploidnih vrsta. Najrasprostranjeniji efekat poliploidije je povećane veličine ćelija, a veličina se povećava srazmerno nivou ploidije (Lewis *et al.* 1980). Poliploidija je važan uzrok evolucije. Jedna od njenih glavnih posledica je stvaranje novih vrsta. Osim toga, poliploidijom se formiraju vrlo kompetitivni i adaptivni poliploidni biotipovi, koji produkuju nove, bujne i dobro adaptirane citotipove. Razlog tome je što poliploidne vrste imaju više alela nego diploidne i naj taj način svaka individua ima veće šanse da nosi nove korisne mutacije. Kod autopoliploida, nasleđivanje je polisomično zbog pojave multivarijacione formacije za vreme mejoze. Takvo nasleđivanje stvara više heterozigotnih potomaka usled povećanja proporcije lokusa u heterozigotnom stanju kad se uporedi sa disomičnim nasleđivanjem (Pandey 2005). Evolutivna prednost poliploida u odnosu na diploide je višestruka. Pre svega, oni su više heterozigotni s obzirom da imaju četiri alela za svaki genski lokus, što im omogućuje prednost u adaptabilnosti. Imaju više kopija gena, što dovodi do toga da svaki od tih gena može nezavisno da mutira, stvarajući nove oblike, a da istovremeno ne ugrozi osnovne funkcije. Kod njih često dolazi do pojave samooprašivanja, a karakteristična je i apomiksija, što im olakšava opstanak, naročito u nepovoljnim ekološkim uslovima. Mogu da poseduju i neke karakteristike koje im omogućavaju bolju adaptaciju, npr. alopoliploidi poseduju tzv. enzimski multiplicitet, odnosno, pošto poseduju dva različita genoma, potencijalno mogu da produkuju sve enzime koje produkuje svaka parentalna biljka, kao i nove hibridne enzime (Marin 2003).

Poliploidija kao pojava je sporadično prisutna kod javora. U ovom rodu je osnovni diploidni broj hromozoma  $n=26$ . Tetraploidne vrste javora imaju  $4n=52$  i tu spadaju *Acer pseudoplatanus*, *A. saccharinum*, *A. velutinum* i *A. carpinifolium*. Neke su heksaploidne sa  $6n=78$  (*Acer rubrum* i *A. pycnathum*). Sve ostale vrste roda *Acer*, uključujući i *Acer heldreichii* su tretirane kao diploidi (van Gelderen *et al.* 1994). Međutim, Siljak-Yakovlev *et al.* (2010), navode da je *Acer heldreichii* tetraploidna vrsta, što se potpuno poklapa sa rezultatima naših istraživanja. Značajnu olakšavajuću okolnost u istraživanju je pružila činjenica da je i *Acer pseudoplatanus*, vrsta za koju su



razvijeni testirani mikrosatelitski markeri takođe tetraploidna, što je povećalo intenzitet transferabilnosti markera na *Acer heldreichii*.

#### 9.2.2.2. Izbor i upotreba molekularnih markera

Genetički markeri se dele na tri grupe: morfološke, biohemijske i molekularne (Lučić 2011). Morfološki markeri su tradicionalno korišćeni markeri za utvrđivanje varijabilnosti između biljnih genotipova. Pošto su u pitanju osobine čija se ekspresija menja pod uticajem spoljašnje sredine, kao i pod uticajem epistatičnih (fenomen da jedan gen maskira ekspresiju drugog gena) i plejotropnih (fenomen da je jedan gen odgovoran za više različitih i naizgled, nestrodnih fenotipskih efekata) interakcija, često nije bilo moguće identifikovati sve genotipove upotrebom ovih markera (King *et al.* 2006; Lučić 2011). Vrlo malo morfoloških karakteristika se može koristiti kao genetički markeri. To uglavnom uključuje mutacije. Morfološki markeri imaju vrlo ograničenu primenu u utvrđivanju biljnih genotipova, s obzirom da morfološke mutacije imaju vrlo malu frekvenciju pojavljivanja i najčešće su letalne za jedinku (White *et al.* 2009).

Biohemijski markeri se dele u dve grupe: monoterpene i proteine. Monoterpeni predstavljaju grupu terpenoidnih supstanci koja se nalazi u smoli i esencijalnim uljima biljaka. Ovi markeri se koriste prvenstveno u taksonomskim i evolutivnim studijama. Skupi su, imaju dominantan karakter i u novijie vreme su zamenjeni alozimskim markerima (White *et al.* 2009). Tradicionalni biohemijski markeri su proteinski markeri i alozimi. Zasnivaju se na polimorfizmu proteina. Uglavnom se dobijaju iz alozima. Izozimi su enzimi koji konvertuju isti supstrat, ali nisu nužno produkt istog gena, dok su alozimi izozimi koji su kodirani ortolognim genima, ali se razlikuju po jednoj ili više amino-kiselina u skladu sa razlikama u alelima. Glavna prednost alozima je njihovo kodominantno nasleđivanje, tehnička lakoća upotrebe i niska cena njihovog dobijanja (Weising *et al.* 2005; White *et al.* 2009). Biohemijski markeri u ovom radu nisu korišćeni u istraživanju varijabilnosti planinskog javora, s obzirom na vrlo visok nivo informativnosti koji se dobija korišćenjem SSR molekularnih markera.

Molekularni markeri se zasnivaju na sekvencioniranju DNK. Predstavljaju jako informativne metode i mogu biti primenjeni na različite nivoe diskriminatornog potencijala. Ovo nisu geni u klasičnom smislu i mogu imati, ali najčešće nemaju, biološku funkciju. Nastaju kao posledica mutacija, koje izazivaju promenu DNK strukture, obično štetne za organizam, te se zato markeri uglavnom identifikuju u DNK koja nema kodirajuću, biološku funkciju. Da bi molekularni marker našao primenu mora posedovati određen stepen varijabilnosti na marker lokusu. Treba imati u vidu da varijabilnost na molekularnom nivou ne mora biti u vezi sa varijabilnošću biološke funkcije (Milovanović 2007; Milovanović, Šijačić-Nikolić 2009). Sa primenom molekularnih markera se počelo 70-ih godina 20. veka, pojavom RFLP-a i DNK sekvencioniranja (Lučić 2011). Veliki napredak u razvoju molekularnih tehnika je došao sa pronalaskom PCR reakcije, koja je prvi put primenjena 1985. godine. Ova reakcija omogućuje produkciju velike količine specifičnih DNK sekvenci bez kloniranja. To se postiže dizajniranjem oligonukleotidnih prajmera dvostrukog lanca, koji umnožavaju DNK region dok ga ne bude u dovoljnoj količini za kasniju upotrebu. Na ovaj način može da se stvori veliki broj markera za kratko vreme, a pritom je potrebno malo eksperimentalnog rada i vrlo mala količina DNK. Osim toga, proces se može automatizovati što znatno ubrzava rad (Newton, Graham 2000; Weising *et al.* 2005). Najveći deo DNK u organizmu se nalazi u ćelijskom jedru, ali u manjoj meri je ima i u mitohondrijama, a kod biljaka i u hloroplastima.

Najčešće primenjivane metode analize DNK markera su sledeće:

1. Restriction fragment length polymorphism (RFLP): ovo su najstarije primenjivani DNK markeri. Ne koriste PCR metode. Uz pomoć restrikcionih enzima (endonukleaza) se vrši izdvajanje specifičnih DNK sekvenci, a rezultujući fragmenti se razdvajaju elektroforezom. Glavna prednost im je kodominantnost i visoka reproducibilnost, a loše strane su komplikovane eksperimentalne procedure i potreba da se poseduje velika količina čiste DNK.
2. Random amplified polymorphic DNA (RAPD): koriste PCR metode. Genom se sempluje po principu slučajnosti. RAPD markeri su uglavnom dominantni, tj. ili ih ima ili ih nema. Fragment se vidi i kad je homozigotan (AA) i kad je heterozigotan (Aa), a nedostatak fragmenta potvrđuje recesivan genotip (aa). Najveće prednosti ove metode su

jednostavnost, kao i nedostatak potrebe da se imaju prethodne informacije o DNK sekvencama. Mane su dominantna priroda, osetljivost na male promene u uslovima reakcije i niska reproducibilnost.

3. Amplified fragment length polymorphism (AFLP): predstavlja kombinaciju RFLP i PCR metoda. Nije potrebna prethodna informacija o sekvencama. Sastoji se od dva koraka: u prvom koraku genomska DNK se iseče sa dva različita restrikciona enzima da bi se napravile lepljive ivice, i dvolančani sintetički adapteri određene sekvence se vezuju za oba kraja svih restrikcionih fragmenata. Adapter i restrikcione sekvence onda stvaraju univerzalna mesta za vezivanje prajmera za kasniju PCR reakciju, koja predstavlja drugi korak u procesu. Ova metoda ima niz prednosti: ne treba praviti prethodne informacije o sekvencama, može da se postigne dobra reproduktivnost kroz PCR, mali broj AFLP prajmera može da postigne veliki set kombinacija prajmera, multipleks odnos ne samo da je velik, nego može i da se kreira koristeći različite dužine 3'-prajmer ekstenzija i odabranih enzima. Nedostaci su: predstavljaju dominantne markere, dolazi do klasterovanja markera koji su stvoreni određenim parom restrikcionih enzima u različite genomске regione, potreban je visoki kvalitet DNK (da izvrši kompletnu restrikciju) i veće količine nego, na primer, kod mikrosatelita (Karp *et al.* 1997; Weising *et al.* 2005).

4. Single nucleotide polymorphism (SNP): zasnivaju se na supstituciji pojedinačnih baza na određenoj poziciji. Većinom su bialelni markeri. Dobijaju se PCR-om bilo sa specifičnim parom prajmera koji vezuje poznatu sekvencu bilo arbitrarnim prajmerovanjem

5. Simple sequence repeats (mikrosateliti) (SSR)

#### **9.2.2.2.1. Mikrosateliti (SSRs-Simple Sequence Repeats)**

Kod analize molekularno-genetičkih markera odabran je metod analize hloroplastnih mikrosatelita iz nekoliko razloga. Mikrosateliti se sastoje od tandemski ponavljajućih, kratkih DNK sekvenci, dužine od dva do osam parova baza, koje daju kratke nizove (20-100 parova baza) na svakom lokusu. U odnosu na broj nukleotida po motivu, ovi markeri se dele na mononukleotidne (motiv sa pojedinačnim nukleotidom),

dinukleotidne (sa dva nukleotida), trinukleotidne (motiv sa tri nukleotida) itd. Često su mikrosateliti različite veličine u populaciji, u skladu sa različitim brojem ponavljanja. Javljaju se kod svih eukariota, a primećeni su i kod prokariota. Raspoređeni su ravnomerno kroz genom. Uglavnom se nalaze u nekodirajućim regionima (kao što su introni), a vrlo retko se nalaze u kodirajućim regionima (eksoni). To su kodominantni markeri. Veoma su varijabilni zahvaljujući visokom nivou mutacija. U proseku je nivo mutacija mikrosatelitskih sekvenci  $10^{-3}$  do  $10^{-5}$  po lokusu po replikaciji, što je mnogo brže nego mutacije većine ostalih sekvenci (Goldstein *et al.* 2001; Weising *et al.* 2005). Broj ponavljajućih jedinica u okviru pojedinačnog satelitskog niza se menja rapidnom brzinom, govoreći u evolutivnim terminima, usled dve pojave: pogrešnog spajanja (replication slippage) i rekombinacije. Pogrešno spajanje je genetički proces u kome se pojavljuju delecije ili insercije malih ponavljajućih sekvenci usled pogrešnog spajanja između DNK lanaca. Može da nastane kada se formirajući DNK lanac disocira od početnog. Kada se neponavljajuće sekvence replikuju, to ne predstavlja problem jer postoji samo jedan način na koji se nastajući lanac može tačno da veže ka početnom lancu pre nego što replikacija ponovo počne. Ali ako je replicirana sekvenca ponavljajuće prirode, kao na primer, mikrosateliti, nastajući niz može da izgubi svoje mesto i veže se za pogrešnu ponavljajuću sekvencu. Kao rezultat, nastajući niz mikrosatelita će biti duži ili kraći od početnog, jer sadrži različit broj ponavljanja. Rekombinacija može potencijalno promeniti dužinu mikrosatelita na dva načina: nejednakim krosing-overom ili konverzijom gena. Nejednaki krosing-over je onaj koji se javlja između pogrešno vezanih hromozoma. Nastaje između dva homologa hromozoma na različitim hromozomnim pozicijama, što rezultuje disproporcionalnom razmenom genetičkog materijala. To se najlakše dešava kod dugačkih, ponavljajućih sekvenci, gde rekombinacioni mehanizmi ne mogu jasno da determinišu pravi registar između dva lanca. Nejednaki krosing-over omogućuje deleciju u jednom DNK molekulu i inserciju u drugom i omogućava homogenizaciju varijanti u nizu ponavljajućih familija sekvenci, kao i ekspanziju i kontrakciju nizova. Kao posledica ovih pojava, dužina nukleotidnog niza može da se koristi kao visoko informativni karakter u filogenetskoj analizi na unutarvršnom nivou (Li *et al.* 2002; Dale, Schantz 2003; Allaby *et al.* 2005).

Metoda analize mikrosatelita se koristi u raznim granama genetičkih proučavanja, kao što su: genetičko mapiranje i analiza povezanosti, analiza roditeljstva, genetička varijabilnost između i unutar vrsta, genetička varijabilnost između i unutar populacija jedne vrste, procena veličine populacije, tok gena i način razmnožavanja, studija filogenije itd. Mikrosateliti se najčešće koriste za proučavanje populacione genetike, evolucionih odnosa i mapiranja gena (Pandey 2005). Najčešće se sekvenca sa regiona koji se vezuje koristi da se dizajnira par PCR prajmera za traženi lokus. Produkti amplifikacije se onda razdvajaju na denaturalizovanom gelu i vizuališu autoradiografijom, fluorometrijom ili bojenjem srebrom ili etidium-bromidom (Goldstein *et al.* 2001).

Mikrosateliti su, uz Amplified fragment length polymorphism (AFLP), najčešće korišćeni molekularni markeri u analizi genetičkih resursa usled toga što se mogu automatizovati i što imaju veliki potencijal u obimnim studijama genetičkog diverziteta (Beyene *et al.* 2005). Mikrosatelitni markeri se generalno smatraju za najbolje oruđe u detektovanju mikogeografske genetske strukture jer su kodominantni i obično otkrivaju puno alela po lokusu u poređenju sa drugim kodominantnim markerima, a dostupni nivo polimorfizma je kritični faktor u dobijanju preciznih informacija (Hardy 2003; Ivetić 2010). Metod analize mikrosatelita je izabran i u ovom istraživanju jer poseduje veliki broj poželjnih karakteristika kao što su: veoma visok nivo varijabilnosti, kodominantnost (ne važi za poliploidne vrste), vrlo velika reproduktivnost, veoma visoka prenosivost (Milovanović 2007). Prednosti upotrebe metode analize mikrosatelita su brojne: potreban nizak nivo DNK (10-100 ng po reakciji), visoko genomično obilje i moguć slučajan raspored kroz genom, visok nivo polimorfizma, kodominantno nasleđivanje alela, veličina alela može biti određena sa preciznošću 1 bp, visoka reproducibilnost, široka mogućnost primene, moguća automatizacija. Mane su: razviće markera je kompleksno i skupo i daje mali broj pogodnih mikrosatelitskih lokusa, heterozigoti mogu da se pogrešno klasifikuju kao homozigoti kada se pojave nulti aleli usled mutacije u mestima koja spajaju prajmere, lažne trake na gelovima mogu da zakomplikuju utvrđivanje polimorfizma, homoplazija usled različitih mutacija može da potceni genetičku raznolikost itd (Zane *et al.* 2002; Pandey 2005; Weising *et al.* 2005).

#### 9.2.2.2.2. Hloroplastni mikrosateliti

Mikrosateliti se najviše nalaze u jedru, ali ih u maloj meri ima i u ćelijskim organelama. U ovom istraživanju analiza molekularnih markera je izvršena analizom hloroplastnih mikrosatelita (SSRs), koji se nalaze u hloroplastnoj DNK, koja je locirana u hloroplastima i predstavlja specifičnost biljnih organizama. Usled prisustva DNK, hloroplasti se odlikuju mogućnošću samoreplikovanja nezavisno od jedra. U unutrašnjosti hloroplasta se nalazi sistem membrana (tilakoida), između kojih je smeštena hloroplastna DNK. Kod viših biljaka, DNK u plastidima je prvenstveno u obliku cirkularnih molekula (do 80%). Svaki hloroplast ima nekoliko regiona koji sadrže DNK (ima nekoliko nukleotida) (Kirk, Tilney-Basset 1978; Knippers 1985). Ovi mikrosateliti se razlikuju od jedarnih mikrosatelita na više načina: relativno su kratki (10-20 bp), uglavnom sadrže sekvence poli adenin/timin dok su sekvence poli citozin/guanin retke. Nedostatak rekombinacija u genomu hloroplasta čini da su ovi markeri ne samo individualno informativni, nego da mogu i da se kombinuju da formiraju specifične hloroplastne DNK haplotipove (Weising *et al.* 2005).

Hloroplastna DNK se kod većine golosemenica nasleđuje paternalno, ali kod skrivenosemenica se nasleđuje maternalno, što omogućuje preciznu kontrolu uticaja toka polena i semena na genetičku strukturu populacije, pa analiza hloroplastne DNK predstavlja najčešće korišćeni molekularni marker za utvrđivanje unutarvrzne varijabilnosti ove grupe biljaka (Freeland 2008; Milovanović, Šijačić-Nikolić 2009). Relativno visoka mutabilnost hloroplastnih mikrosatelita ih čini posebno pogodnim za analizu unutarvrzne varijabilnosti (Hale *et al.* 2004). Takođe, hloroplastni mikrosateliti imaju manji nivo mutabilnosti u odnosu na jedarne, usled čega je umanjen problem pojave homoplazije prilikom upoređivanja genoma različitih jedinki jedne vrste ili blisko srodnih vrsta (Angioi *et al.* 2008). Osim toga, prednosti analize genoma hloroplasta u filogenetskim studijama se ogledaju i u njegovoj jednostavnoj građi i maloj veličini (120 do 200 kilo baza) (Marin 2003).

### 9.2.2.3. Transferabilnost molekularnih markera

Nuklearni mikrosateliti su korišćeni u ovom radu zbog hipervarijabilnosti koja je zabeležena kod ovog metoda u mnogim ranijim istraživanjima. S obzirom da je *Acer heldreichii* u taksonomskom pogledu veoma blizak sa *Acer pseudoplatanus* i pripada istoj sekciji *Acer*, i seriji *Acer* (Krüssmann 1984; van Gelderen *et al.* 1994), očekivalo se da će markeri razvijeni za *A. pseudoplatanus* od strane Pandey *et al.* (2004) biti lako prenosivi na *A. heldreichii*. To je bilo delimično tačno. Zapravo, četiri od osam testiranih markera su pokazali polimorfizam. Visoki nivo unakrsne amplifikacije molekularnih mikrosatelitskih markera između bliskih vrsta u okviru roda koje pripadaju istoj sekciji ili podrodu i slaba transferabilnost između vrsta koje pripadaju različitim sekcijama ili podrodovima u okviru roda ili različitim rodovima u okviru familije je primećena u brojnim ranijim istraživanjima (Karp *et al.* 1997). Sniženi nivo varijabilnosti nakon transfera mikrosatelitskih markera na različite vrste nije neobičan. Iako su vezujući regioni mikrosatelitskog motiva na prajmerima obično sačuvani kod blisko srodnih vrsta, sam motiv može biti izgubljen ili skraćen. Lara-Gomez *et al.* (2005) su računali varijabilnost endemične meksičke vrste javora *Acer skutchii* Rehd. (sin. *Acer saccharum* ssp. *skutchii* (Rehd.) Murray) na osnovu 80 stabala iz tri populacije koristeći iste markere razvijene od strane Pandey *et al.* (2004). *Acer skutchii* se više razlikuje od *A. pseudoplatanus* nego što je to slučaj sa *A. heldreichii*, i svrstan je u seriju *Saccharodendron* (van Gelderen *et al.* 1994). Njihovi rezultati su pokazali da su takođe četiri markera (MAP 12, MAP 34, MAP 40 and MAP 46) bili polimorfni, ali ukupan broj alela zabeležen ovim markerima u njihovom istraživanju je bio vrlo nizak, tako da je detektovano samo 12 alela, odnosno 2-4 po lokusu. Ova varijabilnost je mnogo manja nego alelna multiplikatornost otkrivena u našem istraživanju (3-24 alela po lokusu) ili u radu Pandey *et al.* (2004) (3-16 alela po lokusu).

Seggara-Moragues *et al.* (2008) su primenili identične markere na javoru gluvaću (*Acer opalus* L), koji je takođe genetički udaljeniji od gorskog javora nego što je to planinski javor i svrstan je u seriju *Monspessulana* (van Gelderen *et al.* 1994). Oni su našli vrlo nizak nivo transferabilnosti, tj. samo jedan polimorfan marker (MAP 9) kod *Acer opalus*. Palma-Silva *et al.* (2007) su unakrsno amplifikovali 13 mikrosatelitskih

markera razvijenih za *Vriesea gigantea* Gaudich i *Alcantarea imperialis* Carriere (Harms.) (sin. *Vriesea imperialis* Carriere) (Bromeliaceae, subfam. Tillandsioideae) na 22 vrste iz porodice Bromeliaceae koje pripadaju u tri potporodice: Tillandsioideae, Bromelioideae and Pitcairnioideae. Svih 13 markera je pokazalo transferabilnost na drugim vrstama potporodice Tillandsioideae, dok je šest markera uspešno amplifikovano na vrste potporodice Pitcairnioideae, a samo četiri na vrste potporodice Bromelioideae. Prinz *et al.* (2009a) su testirali 12 mikrosatelita razvijenih za *Suaeda maritima* (L.) Dumort. (Chenopodiaceae) na tri druge vrste roda *Suaeda*: *S. salsa* (L.) Pall (sin. *Suaeda maritima* ssp. *salsa* (L.) Soo), *S. salinaria* Simk. i *S. spicata* Moq, koje pripadaju istoj sekciji (Brezia), i ustanovili su da su se svi markeri osim jednog uspešno amplifikovali na sve tri vrste. Prinz *et al.* (2009b) su amplifikovali 11 nuklearnih mikrosatelitskih markera razvijenih za *Spergularia media* (Caryophyllaceae) na dve druge vrste roda *Spergularia* (*S. salina* J. Presl. et C. Presl. (sin. *S. marina* (L.) Bless.) i *S. diandra* (Guss) Held). Devet markera je bilo polimorfno kod blisko srodne *S. salina*, dok su samo dva bila transferabilna kod genetički više udaljene *S. diandra*. Orlović *et al.* (2009) su primenili SSRs markere razvijene za *Populus tremuloides* Mich. i *Populus nigra* L. na nekoliko vrsta roda *Populus* L. i utvrdili da se markeri mogu uspešno amplifikovati na vrstama iz sve tri sekcije: *Aigeiros*, *Leuce* i *Tacamahaca* te da se mogu uspešno koristiti za diferencijaciju usko srodnih genotipova ili za istraživanje unutarvrstnih i međuvrstnih genetičkih sličnosti vrsta roda *Populus*. Po Galović *et al.* (2011) pored pripadnosti različitim sekcijama, dokazana je i visoka diskriminativnost i polimorfnost nuklearnih dominantnih i kodominantnih markera primenjenih u razlikovanju vrsta, kultivara i hibrida roda *Populus*. Drugačiji rezultati, koji ne pokazuju jasnu korelaciju između subgeneričkih taksonomskih kategorija i njihovog nivoa transferabilnosti prajmera su dobijeni međuvrstnom amplifikacijom markera u okviru roda *Arachis* (Hoshino *et al.* 2006). Oni su razvili 15 heterolognih parova prajmera mikrosatelita iz tri različite vrste roda *Arachis* (Fabaceae), koje pripadaju trima različitim sekcijama. Ovi prajmeri su primenjeni na 34 vrste roda *Arachis* iz devet različitih sekcija. Primećena je transferabilnost razvijenih prajmera mikrosatelita kod 91% analiziranih vrsta. Od 15 parova prajmera, 10 je zabeleženo kod svih sekcija, a nije zapažena korelacija između pripadnosti vrsta određenim sekcijama u okviru roda i uspeha amplifikacije, iako su autori



utvrdili da je položaj vrsta u okviru roda *Arachis* utvrđen na osnovu drugih molekularnih markera (AFLPs i RAPDs) u osnovi u saglasnosti sa važećom podelom roda u sekcije.

U našem istraživanju samo polovina testiranih markera je bilo polimorfno. Monomorfni lanci u očekivanom rasponu veličina kod preostala četiri markera sugerišu gubitak varijacije dužina na tim lokusima kod *Acer heldreichii*.

#### 9.2.2.4. Opšta genetička varijabilnost planinskog javora

Pandey *et al.* (2004) su primenili spomenutih osam SSRs markera na 96 stabala *Acer pseudoplatanus* L. u srednjoj Nemačkoj, dok je Pandey (2005) koristio šest tih SSRs markera (MAP 2 i MAP 34 su bili isključeni) na 219 stabala *Acer pseudoplatanus* L. u srednjoj Nemačkoj. Pandey *et al.* (2004) su pronašli ukupno 80 alela u svojim istraživanjima, s tim da su različiti markeri registrovali između 3 i 16 (u proseku 10) alela po lokusu. Ukupan broj registrovanih alela u ovom istraživanju je 54, u proseku 13,5 alela po lokusu. Ako se ovome dodaju četiri lokusa za koje pretpostavljamo da su monomorfni, prosečan broj alela opada na  $58 \text{ alela} / 8 \text{ lokusa} = 7,25 \text{ alela po lokusu}$ . Broj alela nađenih na polimorfnim lokusima i srednji broj alela po lokusu su generalno u skladu sa rezultatima dobijenim od strane Pandey *et al.* (2004) i Pandey (2005), ali smo otkrili veći polimorfizam kod *Acer heldreichii* Orph. kada je u pitanju marker MAP 9 (12 alela u poređenju sa 7 kod Pandey *et al.* (2004)) i MAP 34 (24 alela u poređenju sa 9 kod Pandey *et al.* (2004)), dok markeri MAP2 i MAP10 ne pokazuju značajnije razlike u broju alela.

Endemične vrste sa uskim i disjunktim arealom imaju tendenciju da pokazuju niži nivo genetičke varijabilnosti nego njihovi srodnici koji imaju veće areale (Gitzendaner, Soltis 2000). To je uslovljeno time što su te vrste više izložene genetičkom driftu i inbridingu u poređenju sa vrstama sa većim rasprostranjenjem (Hamrick, Godt 1989). Nedostatak protoka gena između izolovanih fragmenata doprinosi niskom nivou diverziteta između populacija. Na primer Gibson *et al.* (2008) su poredili dve vrste roda *Alnus* (Betulaceae) iz Severne Amerike i našli niži nivo diverziteta kod *Alnus maritima* (Marshall) Muhl, koja ima jako disjunktan areal i malu veličinu populacija, u odnosu na

šire rasprostranjenu *Alnus serrulata* (Aiton) Willd. Ledig *et al.* (2006) su otkrili nizak genetički diverzitet kod *Abies bracteata* (Pinaceae), četinaru sa ograničenim arealom u priobalnom delu Kalifornije. Nasuprot ovim rezultatima, znatan broj vrsta sa ograničenim arealom poseduje visok nivo genetičkog diverziteta. Torres-Diaz *et al.* (2007) su otkrili visok nivo genetičkog diverziteta kod vrste *Nothofagus alessandrii* Espinosa (Nothofagaceae), lokalno endemične vrste drveta u Čileu. Gonzales-Astorga i Castillo-Campos (2004) su našli izuzetno veliki nivo genetičkog diverziteta kod meksičke stenoendemične vrste drveta *Antirhea aromatica* Cast.-Campos et Lorence (syn. *Stenostomum aromaticum* (Cast.-Campos et Lorence) Borhidi) (Rubiaceae). Vrednosti genetičkog diverziteta otkrivenog kod ove vrste su bile među najvećim zabeleženim kada je u pitanju tropsko drveće. Veoma veliki nivo genetske varijabilnosti je takođe ustanovljen i u jednoj populaciji kiparskog kedra (*Cedrus brevifolia* (Hook.f.) Eless et Henry) (Pinaceae) na Kipru (Elliades *et al.* 2011).

Kada se uporede dobijeni rezultati genetičke varijabilnosti u našem istraživanju sa onim zabeleženim za *Acer pseudoplatanus* L. (Pandey *et al.* 2004; Pandey 2005) dobija se sličan nivo genetičkog diverziteta i kod *Acer heldreichii* Orph. Na taj način, naši rezultati pokazuju da je planinski javor još jedan primer endemične vrste sa velikim nivoom genetičkog diverziteta. Različiti uzroci mogu da dovedu do toga da vrste sa ograničenim arealom često poseduju visok nivo genetičkog diverziteta, između ostalih to su nedovoljno dugačak vremenski period potreban da bi se redukovao genetički diverzitet usled prirodne redukcije veličine populacije i njene izolovanosti, prilagođavanje genetičkog sistema redukovane populacije na date stanišne uslove, recentna fragmentacija (ljudska aktivnost) nekada kontinualnog genetičkog sistema, kao i intenzivan protok gena koji može biti uslovljen omlotom ili visokim nivoom slobodne oplodnje (Maguire, Sedgley 1997). Genetički drift je vidljiv rezultat male veličine populacija u evolucionoj prošlosti i veličina nascentnih populacija je često slab parametar za procenu veličine populacija u prošlosti. To se naročito odnosi na vrste koje se nalaze pod jakim uticajem ljudskih aktivnosti, koje uključuju promene u načinu korišćenja zemljišta, kao i za vrste umerenih i borealnih područja, koje su iskusile smanjenje svojih populacija usled procesa glacijacija ili postglacijalnih reemigracija. Efikasan protok gena semenom ili polenom, čak i između prostorno izolovanih populacija

je razlog za potcenjivanje veličina populacija, kao i za neutralizaciju efekata genetičkog drifta (Freeland 2008; White *et al.* 2009). Mi interpretiramo veliku alelsku multiplikativnost zapaženu na nekoliko mikrosatelitskih lokusa, kao indikaciju da su velike populacije postojale za vreme evolutivne prošlosti na većini sadašnjih nalazišta *Acer heldreichii* Orph. i da je prošao relativno kratak vremenski period za vreme koga nije bilo dovoljno vremena da dođe do redukcije genetičkog diverziteta u njegovim populacijama. Tome u prilog govori i podatak da je *Acer heldreichii* Orph. filogenetski relativno mlada vrsta, koja se pojavljuje u tercijaru, a u Bugarskoj je prvi put registrovana u pliocenu (Alexandrov, Pandeva 2003).

Seggara-Moragues *et al.* (2008) su razvili 8 mikrosatelitnih markera za *Acer opalus* L. i procenili varijabilnost zasnovanu na analizi 142 individue iz jedne populacije. Pronašli su 87 različitih alela, što je veoma blisko vrednosti koju su ustanovili Pandey *et al.* (2004) za *Acer pseudoplatanus* L. i takođe u skladu sa našim rezultatima, ako se uzme u obzir niži broj raspoloživih markera. Terui *et al.* (2006) su razvili sedam mikrosatelitnih markera za *Acer capillipes* Maxim. i ocenili genetički diverzitet na osnovu 24 individue sa jednog lokaliteta. Broj alela se nalazio u rasponu od dva do deset po lokusu, sa srednjom vrednošću 5,1. Kikuchi, Shibata (2008) su razvili 13 mikrosatelitnih markera za *Acer mono* Maxim. i testirali njihov polimorfizam na 34 stabla. Oni su registrovali između 3 i 23 alela po lokusu, tako da su njihovi rezultati vrlo bliski rezultatima u našem istraživanju. Prosečna očekivana heterozigotnost unutar populacija u njihovom istraživanju je bila između 0,140 i 0,945, što su vrednosti koje variraju u mnogo većim okvirima nego što su vrednosti očekivane heterozigotnosti koju smo mi registrovali kod *Acer heldreichii* Orph. (0,68-0,72).

#### 9.2.2.5. Genetička diferencijacija između populacija

Srednja Nei-eva genetička distanca između populacija *Acer heldreichii* Orph. iznosi 0,11, a kreće se u rasponu 0,05 do 0,18. Najniže genetičke distance (0,05-0,06) postoje između prostorno relativno bliskih populacija u centralnom delu Srbije: Goč, Golija i Jastrebac. Iako su ove populacije sada prostorno razdvojene i verovatno genetički

uglavnom izolovane, u prošlosti su verovatno bile povezane i protok gena između njih je bio nesmetan. Populacije iz prašuma Biogradska gora i Perućica takođe pokazuju veliku genetičku sličnost (genetička distanca je 0,05). One su takođe geografski relativno bliske jedna drugoj i verovatno su i one bile povezane u prošlosti. Populacija na Rudniku se jasno diferencira u odnosu na sve druge populacije, pokazujući najveću genetičku distancu; u isto vreme ta populacija sadrži i najmanji broj alela. Populacija na Rudniku je najsevernija populacija planinskog javora uopšte i, osim toga što je prostorno izolovana od ostalih populacija duži vremenski period, njena relativno mala varijabilnost i velika genetička distanca u odnosu na druge populacije verovatno predstavlja efekat genetičkog drifta. Efekti genetičkog drifta se često ispoljavaju u populacijama na ekološkoj ili geografskoj granici svoga rasprostranjenja, koje su često male (Freeland 2008; White *et al.* 2009). Mala veličina populacije i odsustvo protoka gena iz drugih populacija mogli su da doprinesu relativno jakoj diferencijaciji i niskoj alelnoj raznovrsnosti u ovoj populaciji.

Vrlo niska i statistički beznačajna korelacija između geografskih i genetičkih distanci, zabeležena primenom Mantel testa (Miller 2005) podržava stav o pojavi genetičkog drifta u populacijama na severnoj granici rasprostranjenja *Acer heldreichii* Orph, jer genetička varijabilnost populacija koje su geografski bliske može biti veća nego varijabilnost između geografski udaljenijih populacija. Ipak, ovu tvrdnju treba primiti sa rezervom kada se uzme u obzir da su u primeni ovog testa korišćene vrednosti genetičkih distanci (što se najčešće i primenjuje), čime je snaga testa znatno oslabljena u poređenju sa korišćenjem sirovih podataka. Tako, jedan par ispitivanih uzoraka može imati isti nivo različitosti (distance), jer oba uzorka imaju visoke ili niske vrednosti. Pored toga, Mantelov test otkriva samo linearne zavisnosti, dok u prirodi mogu postojati i drugi prostorni obrasci genetičkog diverziteta. Sa druge strane, s obzirom da je jačina testa povećana, vrednost korelacije Mantelovog testa  $r$ , može biti signifikantna i ako ima malu vrednost, koja je bliska 0. Usled toga, izračunatu korelaciju primenom Mantelove statistike ne treba koristiti na način na koji se koriste ostali koeficijenti korelacije, već više kao sredstvo za poređenje sa drugim koeficijentima korelacije (Ivetić 2010).

Specifični aleli su relativno ravnomerno raspoređeni kroz sve populacije. Kod svih populacija je zabeleženo između jednog i tri specifična alela, sa izuzetkom

populacije na Perućici kod koje ne postoji ni jedan alel koji nije zabeležen u ostalim populacijama. Skoro svi specifični aleli se pojavljuju sa malom frekvencijom i nalaze se kod jedne ili dve individue u odgovarajućoj populaciji, sa izuzetkom alela 121, ustanovljenog markerom MAP 34 i alela 154, ustanovljenog markerom MAP 34, koji imaju veću frekvenciju unutar populacije. Ako se uzme u obzir umerena veličina uzorka od 30 jedinki u svakoj populaciji, postoji verovatnoća da se neki od zabeleženih specifičnih alela nalaze i u drugim populacijama. Pojava relativno ravnomerne raspoređenosti specifičnih alela u populacijama takođe ukazuje na relativno kratak vremenski period prostorne izolacije proučavanih populacija planinskog javora i njihovu homogenost, jer nije protekao dovoljno dug vremenski period koji bi uslovio značajniju redukciju genetičkog diverziteta.

U istraživanju je pronađen značajno veći nivo diverziteta u populacijama u prašumama („Biogradska gora“ i „Perućica“), koje sadrže 8,5 i 7,8 alela po lokusu u odnosu na proseku za sve populacije od 7,3. Jedino još populacija na Goliji pokazuje toliki nivo genetičkog varijabiliteta, ali treba uzeti u obzir da je to najveća populacija planinskog javora u Srbiji, znatno veća nego što su populacije na Biogradskoj gori i Perućici, gde dolazi do intenzivnijeg protoka gena, što je i uzrok visokom nivou zabeleženog genetičkog diverziteta. Česta pojava je da populacije u šumama prašumskog tipa pokazuju veći nivo genetičke varijabilnosti u odnosu na šume u kojima postoji ljudska aktivnost, koje se često karakterišu smanjenim protokom gena i povećanim nivoom inbridinga izazvanim veštačkom regeneracijom, regulacijom strukture sastojina i smeše vrsta, što je praćeno smanjenom frekvencijom izvesnih genotipova nakon izvršenih prorednih i završnih seča. Ta pojava je najizraženija u slučajevima gde se vrši selektivna seča superiornih fenotipova (ekstenzivna prebirna seča sensu Stojanović, Krstić 2008) (Finkeldey 2003; Finkeldey, Ziehe 2004). Međutim, ljudska aktivnost verovatno nije značajno snizila genetički diverzitet u većini proučavanih populacija planinskog javora. Veštačka regeneracija, vrlo značajan faktor promene populacione genetičke strukture u šumama koje se nalaze pod dejstvom antropogenog faktora, u ovom slučaju ne igra nikakvu ulogu, zato što se ne vrši veštačko obnavljanje sastojina *Acer heldreichii* u Srbiji (Stilinović 1991). Šume planinskog javora se nalaze na velikim nadmorskim visinama i manje pristupačnim predelima, tako da u prošlosti nije vršena

njihova intenzivna eksploatacija, o čemu svedoči velik broj starih stabala (starosti preko 200 godina) u proučavanim populacijama. Osim toga, pojedina istraživanja ukazuju da oplodna seča, kakva se u Srbiji obavlja u većini šuma, ne utiče značajnije na sniženje genetičke varijabilnosti populacija. Buiteveld *et al.* (2007) su utvrdili da nema statistički značajne razlike u genetičkoj varijabilnosti zaštićenih populacija bukve u rezervatima pod režimom zaštite i prirodnih populacija kojima se gazduje sistemom oplodnih seča na području Italije, Nemačke, Francuske i Holandije. Autori izražavaju mogućnost da može doći do smanjenja genetičkog diverziteta u populacijama, ali tek nakon dugog vremenskog perioda i većeg broja ophodnji (u odnosu na dve do tri koliko u proseku traje sistem organizovanog upravljanja šumama na tom području).

Velika genetička raznovrsnost populacija u prašumama Biogradska gora i Perućica je najverovatnije posledica refugijalnog karaktera tih staništa. Planinski javor predstavlja tercijerni relikv u flori Balkana, a obe populacije se nalaze na krečnjačkoj geološkoj podlozi, u zoni klisura ili njihovoj neposrednoj okolini, na hladnim i zaklonjenim ekspozicijama. Krečnjačke klisure i kanjonske doline, pogotovo one sa pravcem pružanja zapad-istok, predstavljaju jedna od najtipičnijih refugijalnih područja tercijerne flore. To je velikim delom izazvano njihovim geomorfološkim osobinama, koje utiču i na formiranje specifičnih mikroklimatskih uslova. U klisurama se smenjuju različiti geomorfološki oblici na malom prostoru, što utiče na raspored vegetacije i povećava raznovrsnost flore i vegetacije. U klisurama je smanjeno kolebanje temperature i vlažnosti vazduha i tla i umanjeni su temperaturni ekstremi. Umanjeno je dejstvo vetra, mraza i suše, a češća je pojava magli koje vlaže zemljište. Osim toga, krečnjačka geološka podloga se karakteriše nizom osobina povoljnih za formiranje refugijalnih staništa. Otpornost krečnjačkih stena prema eroziji je veća nego kad su u pitanju silikatne, pa se usled toga karakteristike reljefa i sa njim povezane osobine mikroklimata sporije menjaju. Karbonati koji se oslobađaju iz krečnjaka imaju povoljan efekat na zemljišnu strukturu, posebno na humusno-akumulativni horizont. Krečnjačka podloga deluje povoljno u smislu očuvanja toplote u jesenjim mesecima, a osim toga, u krečnjačkim klisurama je zastupljen veliki broj mikrostaništa zahvaljujući prisustvu različitih delova ekotopa (stene različite veličine, različite količine prisutnog deluvijalnog materijala, humke, škrape itd.) (Mišić 1981, 1982). Najtipičniji refugijumi su u onim

klisurama koje se pružaju u pravcu zapad-istok, jer je osnovna diferencijacija flore izvršena, pre svega, u vezi sa krupnim ekološkim razlikama između prisojnih i osojnih strana. Ako se uzme u obzir da su obe strane klisura vrlo strme, to još više potencira razliku između severne i južne strane unutar refugijuma. Usled toga su vrste koje rastu na severnim ekspozicijama dvostruko zaštićene: klisurom i osojnom (zaklonjenom) padinom (Mišić 1984). Usled dejstva tih faktora populacije u prašumama Perućica i Biogradska gora imaju znatno veću genetičku raznovrsnost nego populacije koje se nalaze izvan zone refugijuma.

Živi organizmi predstavljaju depoe genetskih informacija od perioda nastanka života na Zemlji do danas i iz tih skladišta priroda može da izabere kombinaciju koja će biti uspešna u preživljavanju (Tatić, Kostić 1996). Iz tog tazloga se još jednom naglašava potreba i značaj stavljanja pod zaštitu ovih refugijalnih populacija planinskog javora u okviru nacionalnih parkova „Biogradska gora“ i „Sutjeska“, jer one predstavljaju važan izvor genetskog diverziteta *Acer heldreichii* Orph. i veoma pogodne objekte za *in situ* konzervaciju genotipova ove vrste.

#### 9.2.2.6. Genetički drift

Male populacije su vrlo često izložene genetičkom driftu. To je pojava u kojoj se frekvencije alela populacije menjaju iz jedne u drugu generaciju kao rezultat slučaja. Genetički drift nastaje usled toga što je reproduktivni uspeh unutar populacija varijabilan, pa neke individue stvaraju više potomaka nego druge. Kao rezultat, neće svi aleli biti reprodukovani na istom nivou, već će njihove frekvencije varirati od jedne generacije do druge i odstupati od Hajdi-Vajnbergovog pravila. Pošto se frekvencija alela menja na potpuno slučajan način, to rezultuje neadaptivnom evolutivnom promenom. Efekti genetičkog drifta se najviše osećaju u malim populacijama, gde, u nedostatku selekcije, ovaj drift dovodi svaki alel ili do fiksacije ili do nestanka u kratkom periodu i na taj način smanjuje genetičku raznovrsnost. Veći protok gena daje manji genetički drift, pa je on više ispoljen u izolovanim populacijama (Freeland 2008).

Genetički drift utiče na genetičku strukturu populacija na tri načina:

1. smanjuje genetičku raznovrsnost usled gubitka alela
2. smanjuje prosečnu heterozigotnost (tj. povećava inbriding) unutar populacije
3. povećava genetičku diferencijaciju između populacija

Genetički drift često nastaje u populacijama na ekološkim ili geografskim marginama rasprostranjenosti vrste koje su u tim uslovima male i izolovane. Osim toga, nastaje i kada vrsta kolonizuje nova staništa šireći areal, gde obično mali broj individua osniva nove populacije, pa nastaje efekat osnivača populacije. Takođe, i velike populacije mogu biti drastično umanjene nekim katastrofičnim događajem u prošlosti: ledeno doba, požari, ljudska aktivnost. Ovakvi događaji, koji predstavljaju uska grla, ostavljaju trajne posledice na genetičku strukturu populacija, čak iako vrsta povratu svoju originalnu veličinu posle mnogo generacija (White *et al.* 2009).

### **9.2.3. Odnos morfološke i genetičke varijabilnosti populacija planinskog javora**

Kada se postavi pitanje da li su molekularni markeri dovoljni za determinisanje intra i interspecijskog varijabiliteta, postoji oštra debata oko toga da li je efikasnija tradicionalna taksonomija ili ona bazirana na DNK barkodiranju. Zagovornici DNK barkodiranja smatraju da se kratki segmenti DNK mogu koristiti da bi se dijagnostikovali taksoni i povećala brzina, objektivnost i efikasnost identifikacije vrsta. Protivnici ove tehnike smatraju da oslanjanje samo na DNK sekvence nije dovoljno za dijagnostikovanje vrsta, usled toga što se genetička diferencijacija ne poklapa nužno sa granicama vrsta (Meyer, Paulay 2005). Postuliranjem pojedinačnih gena kao „univerzalnih barkodova“, nauka se vraća na stari, tipološki pristup-„sistem jednog karaktera“. Samo DNK barkodiranje, bez uzimanja u obzir ostalih markera, pruža uvid samo u deo razlika na malom delu DNK, koji može da odgovara dotičnom taksonu na proizvoljno analiziranom delu DNK (sa potencijalno neprihvatljivim nivoom greške) (Will *et al.* 2005). Tehnike DNK barkodiranja su se pokazale korisne naročito kod kriptičnih (sestrinskih) vrsta, koje su morfološki vrlo slične, ali ne hibridizuju međusobno ili kod taksona kod kojih diferencijalna morfološka obeležja nisu izražena (Hajibabei *et al.* 2006). Iz tih razloga, jedini strateški pravac u u taksonomiji je sinteza „klasičnih“ i



„modernih“ pristupa u odnosu na prikupljanje materijala, primenu savremene informacione tehnologije i kroz taksonomski i sistematski rad (Brehm *et al.* 2008). Zbog toga je u ovom istraživanju odabrano kombinovanje morfoloških i molekularnih markera.

Komparacijom taksonomskih kategorija determinisanih na osnovu morfoloških markera i varijabilnosti molekularnih markera, nije otkrivena statistički jasna korelacija između ove dve kategorije. Izuzetak može da predstavlja marker MAP 34, gde su dobijene vrednosti veoma bliske graničnim za statističku značajnost, a s obzirom da je to i napolimorfni molekularni marker dobijen u našem istraživanju i da je njegova polimorfnost kod *Acer heldreichii* Orph. mnogo više izražena nego kod *Acer pseudoplatanus* L, postoji mogućnost da postoji statistički značajna korelacija između karakteristika ovog markera i morfoloških karakteristika listova.

Postoji više razloga zbog čega ekspresija fenotipa ne mora biti uslovljena karakteristikama genotipa. Jedan od osnovnih razloga se krije u samoj prirodi genetičkih markera. Kvantitativne osobine (npr. visina, zapremina, klijavost, vreme otvaranja pupoljaka, maseni odnos korena i izbojaka itd.) su kontrolisane od strane više genetskih lokusa. Genetički markeri kodiraju jedan lokus i preciznije određuju genetsku raznovrsnost nego kvantitativne osobine. Njihov uticaj na fenotip je nepoznat što značajno umanjuje značaj primene genetičkih markera u tu svrhu. Iz razloga što svaki organizam ima više hiljada gena u genotipu, on se može samo delimično okarakterisati genetičkim markerima. Sa druge strane, ovi markeri su idealni za proučavanje efekata genetičkog drifta, migracije gena u vremenskim i prostornim okvirima, ili za utvrđivanje sistema razmnožavanja (White *et al.* 2009).

Osim toga, da bi opstale u različitim uslovima spoljašnje sredine, morfološke osobine biljnih vrsta često variraju u značajnoj meri. Listovi biljaka su izloženi uticajima spoljašnje sredine više nego bilo koji drugi biljni organ, pa se promene njihovih karakteristika tumače kao adaptacije na specifične uslove staništa (Knight *et al.* 2003; Bjedov 2012). Membrives *et al.* (2003) ukazuju da vrste koje rastu u područjima sa većom količinom padavina imaju duže listove. Isti rezultat je dobila i Bjedov (2012) za populacije vrste *Vaccinium myrtillus* L. na nekoliko nalazišta u Srbiji. Slični rezultati su dobijeni i u ovom radu kod varijabilnosti planinskog javora, gde populacije sa lokaliteta Biogradska gora i Perućica, tj. lokaliteta na kojima je zabeležena najveća količina

padavina imaju najduže listove. Neki autori (Cordell *et al.* 1998; Kao, Chang 2001) navode da postoji korelativna veza između promene nadmorske visine i površine lista, tj. da sa povećanjem nadmorske visine opada vrednost površine lista, što je uslovljeno snižavanjem srednje temperature vazduha. Papageorgiou *et al.* (2007) takođe ukazuju da postoji korelacija veličine lista bukve (*Fagus sylvatica* L.) u zavisnosti od nadmorske visine u Rodopskim planinama u Grčkoj. Bjedov (2012) je za vrstu *Vaccinium myrtyllus* L. dobila rezultate koji odgovaraju navedenoj tvrdnji, ali isti autor nije potvrdio ovu korelaciju analizirajući vrste *Vaccinium uliginosum* i *Vaccinium vitis-idaea*, što je po mišljenju autora, uslovljeno malom visinskom razlikom između proučavanih populacija vrsta *Vaccinium uliginosum* i *Vaccinium vitis-idaea*. U našim istraživanjima nije nađena povezanost povećanja nadmorske visine sa smanjenjem površine lista.

Veličina lista zavisi i od stepena osvetljenosti. Kada su listovi u senci površina lista se povećava, kao „kompenzirajući mehanizam“ usled pojave sniženja intenzivnosti fotosinteze. Sumarna površina listova na umereno zasenjenom stablu je veća nego na nezasenjenom, ali pri jakoj zaseni opšta površina listova opada. Gornji deo krošnje obično dobija punu sunčevu svetlost i tu se nalaze najsitniji listovi. Lišće javora podnosi do 1/55 pune dnevne svetlosti. Lišće drveća na osami podnosi manji nivo osvetljenosti od onog u sklopu sastojine, što je povezano sa odsustvom konkurencije koje omogućava bolje snabdevanje hranjivim materijama (Культиасов 1982).

Morfološke razlike između populacija mogu biti više uslovljene fenotipskom plastičnošću nego genetskim razlikama. Takođe, aloploidnost vrste može da utiče na redukciju nivoa selekcije, jer se potencijalno štetne mutacije ne ispoljavaju tako često (Farris, Schaal 1983). Brian *et al.* (2006) su, takođe, istražujući morfološku i genetičku varijabilnost raka krabe (*Carcinus maenas* Lin.) utvrdili nizak nivo korelacije između morfoloških i molekularnih markera, tj. da je samo oko 20% morfološke varijabilnosti bilo povezano sa genetičkim varijabilitetom, što potvrđuje da je ekspresija fenotipa u velikoj meri uslovljena uslovima staništa. Fenotipska plastičnost, tj. ekspresija genotipa uslovljena stanišnim faktorima, je evolutivna strategija koja omogućuje organizmima da prilagode svoju morfologiju i fiziologiju lokalnim stanišnim uslovima u okviru svog životnog veka (Schlichting 1986). Genetička varijabilnost može biti mnogo veća nego što se može zaključiti iz posmatranja morfoloških karaktera. Veliki uticaj na tu karakteristiku

ima pojava inbridinga, tj. ukrštanja blisko srodnih organizama, pri čemu se povećava mogućnost pojave u potomstvu homozigota, koji su delom recesivni i u tom slučaju se ispoljava dejstvo recesivnih gena (Айала 1984).

Osim uticaja staništa, na ekspresiju genotipa veoma mnogo utiču i same osobine gena, tj. pojave komplementarnog dejstva gena, plejotropije, epistaze, modifikacionog dejstva gena, kondicionalnog dejstva gena, kao i dejstva polimernih gena. Komplementarno dejstvo gena nastaje kada određeni dominantni nealelni geni pri uzajamnom dopunskom dejstvu u homo- ili heterozigotu izazivaju razvitak neke nove osobine, tj. potrebno je dejstvo dva nealelna gena da bi se formirala neka osobina. U slučaju dominantne komplementarnosti, dominantni aleli dva ili više gena su potrebni da bi se izvršila ekspresija određenog obeležja, a u slučaju recesivne komplementarnosti, dominantni alel bilo kog od komplementarnih gena suzbija ekspresiju obeležja (tj. samo dvostruki recesivni homozigot ispoljava obeležje). Plejotropija je pojava da jedan gen utiče na veći broj međusobno nepovezanih fenotipskih efekata. Epistaza je pojava maskiranja dejstva nekog para gena od strane drugog nealelnog para (epistazni gen), na isti način na koji su recesivni geni maskirani od strane dominantnih alelnih gena. Parcijalna ekspresija gena je pojava da se dejstvo određenih gena ispoljava samo u izvesnim slučajevima, u određenim stanišnim uslovima ili u određenim fazama u razvoju organizma. Osim toga, važan je i uticaj gena modifikatora, tj. pojava gena modifikatora koji zajednički utiču na ekspresiji jedne osobine, ali je uticaj svakog pojedinog gena u toj ekspresiji vrlo mali, na osnovu čega se obrazuje naprekidan sukcesioni niz genotipova (Tucović 1990; Allaby 2005; King *et al.* 2006). Poseban problem u ovim istraživanjima je to što karakteristike listova, koje uključuju i veću ili manju usečenost, korišćenu kao tradicionalni metod pri izdvajanju varijeteta planinskog javora, spadaju u kvantitativne osobine, kod kojih postoji veliku broj prelaznih oblika, koje po pravilu determinišu serija gena sa sličnom funkcijom, ali ne podjednaki po dejstvu, koji se zovu polimerni geni i deluju kumulativno. Efekat dejstva polimernih gena se naziva kumulativna polimerija, u kojoj svaki pojedinačni gen ima mali fenotipski efekat (Tucović 1990). S obzirom da interakcija velikog broja gena utiče na ekspresiju kvantitativnih svojstava, a ova svojstva se nalaze još i pod uticajem staništa, vrlo je teško identifikovati pojedinačne gene i stoga

se na molekularnom nivou još nisu postigli nikakvi veliki uspjesi u njihovom istraživanju (Brown 1999).

Kada se uporede klaster dijagrami koji grupišu populacije na osnovu morfoloških i molekularnih markera, zapaža se da su u oba klaster dijagrama populacije sa Perućice i Biogradske gore grupisane u zaseban klaster, što naglašava njihovu genetičku bliskost. Različito grupisanje populacija na osnovu morfoloških i genetičkih karakteristika, može biti objašnjeno i relativno malim genotipskim razlikama među proučavanim populacijama, tj. njihovom relativnom homogenošću. Znatna homogenost proučavanih populacija planinskog javora se zapaža i posmatranjem rezultata analize morfoloških i molekularnih markera. Ovome u prilog govori i niska srednja vrednost Nei-eve genetičke distance među populacijama (0,11), mali broj specifičnih alela zabeleženih u pojedinim populacijama, koji su u isto vreme i približno ravnomerno raspoređeni u okviru pojedinačnih populacija, kao i nepostojanje značajne korelacije između prostornog i genetičkog diverziteta. Perović (2007a) je, upoređujući morfološki varijabilitet populacija planinskog javora na Goču, Rudniku i Jastrepču, takođe zapazio znatnu homogenost proučavanih populacija. Ovi podaci jasno govore da su analizirane populacije planinskog javora taksonomski bliske. Može se zaključiti da je *Acer heldreichii* Orph. filogenetski mlada vrsta, koja se, uprkos svom jako disjunktном arealu na Balkanskom poluostrvu, verovatno još nije izdiferencirala na podvrste, pogotovo ako se uzme u obzir da se i populacije Trautvetterovog javora (*Acer trautvetterii* Medw.) na Kavkazu tretiraju kao podvrsta planinskog javora sensu Murray (1982). Osim filogenetske mladosti vrste *Acer heldreichii* Orph, relativna homogenost populacija je uslovljena i relativno jednoličnim karakteristikama stanišnih uslova u kojima se ove populacije razvijaju. Культиасов (1982) navodi da se vrste sa malom amplitudom kolebanja stanišnih uslova odlikuju dosta prostom unutarvršnom strukturom, a vrste prilagođene različitim stanišnim uslovima imaju složenu unutarvršnu strukturu.

### 9.3. Odnos klimatskih parametara i genetičke varijabilnosti planinskog javora

Poređenjem klimatskih i genetičkih distanci utvrđena je blaga korelativna povezanost između karakteristika temperatura staništa i genetičke varijabilnosti populacija. Ovde treba imati na umu da u istraživanju nisu korišćeni sirovi podaci koji bi svakako povećali snagu ovog testa i verovatno pokazali veći nivo korelativne povezanosti između klimatske i genetičke varijabilnosti. To nije bilo moguće izvesti, jer se jedino klimatski podaci mogu predstaviti prosečnim vrednostima, dok su genetički podaci, usled tetraploidije prisutne kod planinskog javora, predstavljeni binarnim nizom jedinica i nula i ne mogu se predstaviti prosečnim vrednostima.

Klimatski uslovi u svakom slučaju mogu igrati vrlo veliku ulogu u rasprostranjenju neke vrste. Tu veći značaj od prosečnih vrednosti imaju ekstremne pojave (npr. apsolutni minimum i maksimum temperature na nekom području, datum prvog i poslednjeg mraza, broj sušnih dana itd). Tada se može pojaviti velika genetička distanca između dve populacije između kojih je zabeležena mala distanca izračunata na osnovu prosečnih vrednosti padavina ili temperatura, ali između kojih postoji značajna razlika, na primer u datumu pojave poslednjeg mraza, što može uticati na različito vreme početka cvetanja i protok gena između te dve populacije (Ivetić 2010). Usled nedostatka meteoroloških stanica na lokalitetima na kojima se nalaze proučavane populacije, bilo je nemoguće odrediti kvalitativne i kvantitativne karakteristike ekstremnih pojava što bi znatno ojačalo snagu ove analize.

## 10. ZAKLJUČCI

1. Skoro sve proučavane populacije planinskog javora se po Tomtvajtovom klimatskom indeksu nalaze u uslovima perhumidne klime (tip A), a jedino populacije na Rudniku se nalaze u uslovima jako humidne klime (tip B<sub>4</sub>). Na osnovu Kepenove klimatske klasifikacije na svim lokalitetima, osim na Rudniku prevladuje D klimatski tip (vlažna umerena klima sa oštrim zimama), dok je na Rudniku prisutan tip C (vlažna umerena klima sa blagim zimama). De Martonov indeks suše i klimadijagrami po Gosenu i

Valteru pokazuju da su svi lokaliteti veoma dobro obezbeđeni vlagom i da se suša nikad ne pojavljuje. U celini se može zaključiti da se sve proučavane populacije planinskog javora nalaze u klimatskim uslovima povoljnim za šumsku vegetaciju, koje delimično pogoršavaju niske temperature za vreme vegetacionog perioda.

2. Planinski javor se na istraživanom području pojavljuje prvenstveno u subalpijskom pojasu vegetacije na nadmorskim visinama 1300-1700 m. Samo na Rudniku je zabeležen u montanom pojasu na visinama 1000-1100 m, a nigde se ne javlja na manjim visinama. Raste na različitim ekspozicijama, ali je prvenstveno zastupljen na hladnim i vlažnim (severne, severoistočne, severozapadne), a skoro nikad se ne javlja na južnim. Kada su u pitanju nagibi, planinski javor pretežno raste na terenima sa blažim nagibom, od potpuno ravnih terena (nagib 0°), do terena sa umereno strmim nagibom (15-25°). Samo na Staroj planini je zabeležen na vrlo strmim nagibima (do 40°), a nigde nije zabeležen na vrletnim terenima.

3. Geološke podloge na kojima su rasprostranjene populacije planinskog javora su različite. Najčešće su zastupljene kisele silikatne stene (škriljci, filiti, gnajsevi, graniti, granodioriti, peščari), ali mogu biti i krečnjaci.

4. Planinski javor se na istraživanim lokalitetima pojavljuje na četiri tipa zemljišta: kiselim smeđim zemljištima, smeđim zemljištima na krečnjaku, krečnjačko-dolomitnim crnicama i humusno-silikatnim zemljištima. Dominiraju kisela smeđa zemljišta, koja su zastupljena u 14 od 19 proučenih pedoloških profila. Analizirana zemljišta su pretežno srednje duboka do duboka, relativno dobro obezbeđena hranljivim materijama, a hemijska reakcija im se kreće od ekstremno kisele do blago bazične.

5. Planinski javor se na istraživanim lokalitetima javlja u dve asocijacije: kao edifikator u zajednici planinskog javora i bukve (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957) i kao diferencijalna vrsta u zajednici bukve, jele i smrče (*Piceo-Abietetum* Čolić 1965 (syn. *Piceo-Fago-Abietetum* Čolić 1965), subass. *heldreichietosum*). U okviru asocijacije *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957 izdvojene su dve subasocijacije: subas. *typicum* i subas. *carpinetosum betuli*, koja je zabeležena samo na lokalitetu Rudnik. Subasocijacija *carpinetosum betuli* raste na nižim nadmorskim visinama i u toplijim klimatskim uslovima u odnosu na subas. *typicum* i karakteriše se prisustvom običnog graba (*Carpinus betulus* L.) kao diferencijalne vrste.

6. Na osnovu analize ekoloških karakteristika, zapaža se da, po spektru životnih oblika obe istraživane zajednice imaju hemikriptofitsko-geofitsko-fanerofitski karakter, po odnosu prema vlazi su izrazito mezofilne, prema kiselosti neutrofilne, prema snabdevenosti zemljišta hranljivim materijama su mezotrofne, prema svetlosti sciofilne do polusciofilne, a prema temperaturi mezotermne.
7. Na osnovu analize spektra arealtipova zapaža se da u obe proučavane zajednice najveće učešće imaju srednjeevropske grupe arealtipova, što ukazuje na njihov dominantno mezofilan karakter. Zajednica *Piceo-Abietetum* pokazuje veću frigorifilnost u odnosu na zajednicu *Aceri heldreichii-Fagetum*, s obzirom da sadrži dvostruko veći broj vrsta koje pripadaju borealnim i aktičko-alpijskim grupama arealtipova.
8. Na osnovu morfoloških karakteristika listova sakupljenih sa 240 stabala na proučenim lokalitetima, koji su obrađeni uporedno-morfološkom i statističkom metodom (metodom korelacije, analize varijanse i klaster analizom) izdvojeni su niži taksoni planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph). Izdvojena su dva varijeteta, var. *macropterum* i var. *heldreichii*. U okviru varijeteta *macropterum* su izdvojene četiri forme: f. *typicum*, f. *rotundiloba*, f. *dissectum* i f. *equiloba*.
9. Proučeni morfološki markeri pokazuju da su populacije planinskog javora na istraživanim lokalitetima relativno homogene. Oba varijeteta, var. *heldreichii* i var. *macropterum* se pojavljuju u svim populacijama u značajnom broju.
10. Hloroplastni SSR molekularni markeri korišćeni za *Acer pseudoplatanus* L. mogu relativno uspešno da se primene na *Acer heldreichii* Orph, što govori o genetičkoj bliskosti ove dve vrste. Od osam korišćenih markera, četiri je bilo polimorfno.
11. Analiza genetičkog varijabiliteta *Acer heldreichii* Orph. na osnovu četiri polimorfna SSR markera je utvrdila prisustvo 54 različita alela u proučenim populacijama *Acer heldreichii* Orph. Prosečan broj alela po lokusu po populaciji je 7,3, a kod pojedinačnih populacija se kreće između 6,2 na Rudniku do 8,5 na Biogradskoj gori. Najveći nivo polimorfizma je primećen kod markera MAP 34, koji je amplifikovao 24 različita alela.
12. Prosečna Nei-eva genetička distanca između populacija je relativno mala i iznosi 0,11. Najveća distanca je između populacija Javorje i Rudnik (0,18), a najmanja između populacija Golija i Jastrebac, Golija i Goč, kao i Perućica i Biogradska gora (0,05). Matrica Jaccard-ove genetičke sličnosti pokazuje slične rezultate kao i matrica

Nei-eve genetičke distance. Najveća sličnost je među populacijama Golija i Jastrebac (0,694), a najmanja među populacijama Rudnik i Biogradska gora (0,372). Značajna diferencijacija populacije na Rudniku u odnosu na ostale populacije je uslovljena dejstvom pojave genetičkog drifta u ovoj maloj i izolovanoj populaciji planinskog javora, koja istovremeno predstavlja i njegovo najsevernije nalazište.

13. Broj i raspored specifičnih alela takođe govori o relativnoj genetičkoj homogenosti proučavanih populacija. U svim populacijama, osim na Perućici je registrovano od jednog do tri specifična alela.

14. Poređenje karakteristika izdvojenih varijeteta na osnovu morfoloških markera i genetičke varijabilnosti među jedinkama, korišćenjem  $\chi^2$  (hi-kvadrat) testa, nije dokazalo postojanje statistički značajne korelacije između morfološke i genetičke varijabilnosti. Uzroci tome mogu biti uslovljeni karakteristikama genotipa (pojava plejotropije, epistaze, komplementarnog, modifikacionog i kondicionalnog dejstva gena, dejstva polimernih gena), kao i karakteristikama staništa.

15. Nivo korelacije između genetičkih distanci među populacijama i njihovog prostornog rasporeda analiziran Mantelovim testom je vrlo nizak i nije statistički značajan, dok analiza koeficijenata korelacije između genetičkih i klimatskih distanci računatih na osnovu temperatura pokazuje blagu pozitivnu korelativnu vezu. Ta korelacija je dosta slaba i ne pokazuje značajan uticaj na raspored alela u populacijama planinskog javora.

16. Rezultati analize Monmonijerovog algoritma maksimalnih razlika među populacijama, pokazuju znatnu podudarnost sa rezultatima analize genetičkih distanci po Nei-u. Ukoliko se primeni jedna genetička barijera, u jednu grupu se svrstavaju populacije Goč, Jastrebac i Golija, između kojih postoji najveća genetička bliskost i analizom Nei-eve genetičke distance, dok se ostale populacije svrstavaju u drugu grupu. Ukoliko se primene dve genetičke barijere, formira se i treća grupa koju predstavlja populacija Rudnik, koja i analizom Nei-eve genetičke distance pokazuje znatne razlike u odnosu na ostale populacije.

17. Najveća genetička raznovrsnost populacija planinskog javora je zabeležena u Nacionalnim parkovima „Biogradska gora“ i „Sutjeska“ što ukazuje na veliki značaj zaštićenih područja za konzervaciju genofonda određenih vrsta. Ovakva područja obezbeđuju *in situ* konzervaciju raspoloživog genofonda na duži vremenski period.



18. Zajednice planinskog javora su rasprostranjene na velikim nadmorskim visinama, najvišim od svih autohtonih javora. Planinski javor ima kvalitetno drvo, a uz to i izražena dekorativna svojstva. Zbog toga je potrebno ovu vrstu gajiti u šumskim kulturama, a i kao dekorativnu u brdskoplaninskim predelima.

## LITERATURA

1. Айала, Ф. (1984): Введение в популяционную и эволюционную генетику. Мир. Москва (превод са енглеског)
- 2 Alden, B. (1989): *Aceracerae*. In: Strid, A. (ed.): Mountain flora of Greece, Vol. 1. Cambridge University Press. Str. 581-584.
- 3 Alexandrov, A, Pandeva, D. (2003): *Acer heldreichii* Orph. Ex Boiss. 1856. In: Enzyklopädie der Holzgewächse, Vol. 34. Ergänzungslieferung. 12/03. Wiley-VCH Verlag GmbH. Str. 1-6.
- 4 Allaby, M. (ed.) (2005): A Dictionary of Ecology. Oxford University Press.
- 5 Amidžić, L, Krasulja, S, Belij, S. (eds.) (2007): Zaštićena prirodna dobra Srbije. Ministarstvo zaštite životne sredine i Zavod za zaštitu prirode Srbije, Beograd.
- 6 Amidžić, L, Ostojić, D. (2006): Prilog poznavanju vegetacije Šar-planine. Zaštita prirode, br. 56/2. Beograd. Str. 33-49.
- 7 Andrews, A. (1986): Electrophoresis-Theory, techniques, and biochemical and clinical applications. Clarendon Press, Oxford
8. Angioi, S, Desiderio, F, Rau, D, Bitocchi, E, Attene, G, Papa, R. (2008): Development and use of chloroplast microsatellites in *Phaseolus* spp. and other Legumes. Plant Biology 11. Str. 598-612.
9. Angiosperm phylogeny group (2009): An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical journal of the Linnean Society 161. Str. 105-121.
10. Antić, M, Jović, N, Avdalović, V. (1972): Vodič za šumska zemljišta Goča i Kopaonika. Šumarski fakultet, Zavod za pedologiju. Beograd. Str. 1-38.
11. Antić, M, Jović, N, Avdalović, V. (2007): Pedologija. Naučna knjiga, Beograd

12. Αθανασιαδη, Ν. (1986): Δασική βοτανική (μέρος ΙΙ). Εκδόσεις γιαχουδη-γιαπουλη. Θεσσαλονίκη 1986.
13. Banković, S, Medarević, M, Pantić, D, Petrović, N. (2009): Nacionalna inventura šuma Republike Srbije. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Srbije, Uprava za šume, Beograd.
14. Begemann, H. (1981): Der grosse Lexikon der Nutzhölzer, Band I. Deutsche Betriebswirte Verlag GmbH.
15. Bilela, S, Dounavi, A, Fussi, B, Konnert, M, Holst, J, Mayer, H, Rennenberg, H, Simon, J. (2012): Natural regeneration of *Fagus sylvatica* L. adapts with maturation to warmer and drier microclimatic conditions. Forest Ecology and Management 275. Str. 60–67.
16. Bjedov, I. (2012): Taksonomska i ekološka istraživanja vrsta roda Vaccinium L. u Srbiji. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
17. Bjelčić, Ž. (1966): Vegetacija preplaninskog pojasa planine Jahorine. Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu-prirodne nauke, 5. Str. 31-105.
18. Blečić, V. (1958): Šumska vegetacija stena i točila doline reke Pive. Glasnik prirodnjačkog muzeja u Beogradu, serija B, Knjiga 11. Str. 1-108.
19. Blečić, V. (1960): Beitrag zur Kenntnis der Weidevegetation des Gebirges Bjelasica. Glasnik botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Knj. I (V-nova serija), No2. Beograd. Str. 109-118.
20. Blečić, V, Lakušić, R. (1970): Der Urwald “Biogradska gora” im Gebirge Bjelasica in Montenegro. In: Zbornik radova sa simpozijuma: “Južnoevropske prašume i visokoplaninska flora i vegetacija Istočnoalpsko-dinarskog prostora”. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, posebna izdanja, knj. XV, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knj. 4. Sarajevo. Str. 131-139.
21. Blečić, V, Lakušić, R. (1976): Prodromus biljnih zajednica Crne Gore. Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode i prirodnjačkog muzeja u Titogradu, No9. Str. 57-98.
22. Богданов, П. (1974): Дендрология. Лесная промышленность. Москва.
23. Boratinsky, A., Browicz, K., Zielinsky, J. (1992): Chorology of trees and shrubs in Greece. Sorus. Poznan, Kormik

- 
24. Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer. Wien.
25. Brehm, G, Homeier, J, Fiedler, K, Kottke, I, Illig, J, Nöske, N. (2008): Mountain rain forests in southern Ecuador as a hotspot of biodiversity-limited knowledge and diverging patterns. In: Beck, J, Bendix, J, Kottke, I, Makeschin, F, Mosandl, R. (Eds.): Gradients in a tropical mountain ecosystem of Ecuador. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg. Str. 15-23.
26. Brian, J, Fernandes, T, Ladle, R, Todd, P. (2006): Patterns of morphological and genetic variability in UK populations of the shore crab, *Carcinus maenas* Linnaeus, 1758 (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Journal of experimental marine biology and ecology 329(1). Str. 47-54.
27. Brown, T. (1999): Moderne Genetik (2. Auflage). Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg-Berlin
28. Broz, V, Popović, J. (1959): Rezervati na Prokletijama-„Kožnjar“ i „Maja Rops“. Zaštita prirode, br. 15. Beograd. Str. 25-31.
29. Buiteveld, J, Vendramin, G, Leonardi, S, Kamer, K, Geburek, T. (2007): Genetic diversity and differentiation in European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands varying in management history. Forest ecology and management 247. Str. 98-106.
30. Букштынов, А. : (1982): Клен. Лесная промышленность. Москва
31. Bunuševac, T. (1951): Gajenje šuma I. Naučna knjiga. Beograd
32. Chao, A, Chazdon, R, Colwell, R, Shen, T. (2006): Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples. Biometrics 62. Str. 361-371.
33. Chase, M., Reveal J. (2009): A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. Botanical journal of the Linnean Society 161. Str. 122-127.
34. Chesworth, W. (ed.) (2008): Encyclopedia of soil science. Springer. Dordrecht. The Netherlands
35. Цицин, И. (ed.) (1959): Деревя и кустарники-Краткие итоги интродукции в Главном ботаническом саду Академии наук СССР. Издательство академии наук СССР. Москва

36. Cordell, S, Goldstein, G, Mueller-Dombois, D, Webb, D, Vitousek, P. (1998): Physiological and morphological variation in *Metrosideros polymorpha*, a dominant Hawaiian tree species, along an altitudinal gradient: the role of phenotypic plasticity. *Oecologia* 113(2). Str. 188-196.
37. Cvjetićanin, R. (1988): Kitnjak na serpentinitima Goča - rasprostranjenje i ekologija. Magistarska teza u rukopisu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.
38. Cvjetićanin, R. (1999): Taksonomija i cenoekologija balkanskog hrasta kitnjaka (*Quercus dalechampii* Ten.) na serpentinitima centralne i zapadne Srbije. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
39. Černjavski, P. (1937): Zur Kenntnis der Glaziation und des Buchenwaldes bei Biogradsko jezero in Montenegro. Bulletin de l'institut et du jardin botaniques de l'universite de Beograd, Tome IV, No1. Beograd. Str. 24-41.
40. Čolić, D. (1960): Retke, endemične i manje poznate biljke u predelu Stare planine. *Zaštita prirode*, 18-19. Beograd. Str. 75-83.
41. Čolić, D, Mišić, V, Popović, M. (1963): Fitocenološka analiza visokoplaninske zajednice šleske vrbe i planinske jove (*Saliceto-Alnetum viridis* ass. nova) na Staroj planini. Zbornik radova Biološkog instituta Srbije, knjiga 6, No5. Beograd. Str. 3-43.
42. Ćirić, M. (1965): Atlas šumskih zemljišta Jugoslavije. Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar. Beograd
43. Ćirić, M. (1991): Pedologija. Svjetlost. Sarajevo
44. Ćirić, R. (1960): Nova nalazišta planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph. in Boiss.) na planini Jahorini kod Sarajeva. *Narodni šumar* 9-10/1960. Str. 445-450.
45. Čurović, M. (2010): Tipovi šuma u nacionalnom parku „Biogradska gora“. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
46. Dale, J, Schantz, M. (2003): From genes to genomes-Concepts and applications of DNA technology. John Wiley&sons. Chichester.
47. Delibašić, T. (2004): Planinom. Beograd
48. Делков, Н. (1984): Дендрология. Земиздат. София
49. Diklić, N. (1984): Životne forme biljnih vrsta i biološki spektar flore SR Srbije. In: Janković, M, Pantić, N, Mišić, V, Diklić, N, Gajić, M: Vegetacija SR Srbije I. Srpska

- akademija nauka i umetnosti, Odeljenje prirodno-matematičkih nauka. Beograd. Str. 291-316.
50. Dinić, A. (2006): Subalpske žbunaste formacije lišćara-*Alnion viridis* Aich. 1933. In: Škorić, D. (Ed): Vegetacija Srbije II. Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka. Str. 281-286.
51. Dinić, A, Janković, M. (2006): Acidofilne četinarske šume-šume molike (*Pinion peuces* Ht. 1950). In: Škorić, D. (Ed): Vegetacija Srbije II. Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka. Str. 201-211
52. Цеков, С. (1987): Дендрологија. Универзитет „Кирил и Методиј“, Скопје.
53. Ellenberg, H. (1974): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta geobotanica, band IX. Verlag Erich Goltze. Göttingen.
54. Elliades N, Gailing O, Leinemann L, Fady B, Finkeldey R. (2011): High genetic diversity and significant population structure in *Cedrus brevifolia* Henry, a narrow endemic Mediterranean tree from Cyprus. Plant Systematics and Evolution 294. Str. 185-198.
55. Em, H. (1953): Nekoliko novih podataka o planinskom javoru (*Acer heldreichii* Orphan. In Boiss.) u Makedoniji. Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu. God V (1952), Sv. 1-2. Str. 159-168.
56. Em, H. (1967): Pregled na dendroflorata na Makedonija. Sojuz na inženeri i tehničari po šumarstvo i industrija za prerabotka na drvoto vo SR Makedonija. Skopje
57. Farris, M, Schaal, B. (1983): Morphological and genetic variation in ecologically central and marginal populations of *Rumex acetosella* L. (Polygonaceae). American Journal of Botany 70(2). Str. 246-255.
58. Finkeldey, R. (2003): An introduction to tropical forest genetics. Georg-August-University Gottingen
59. Finkeldey, R, Ziehe, M. (2004): Genetic implications of silvicultural regimes. Forest ecology and management 197. Str. 231-244.
60. Freeland, J. (2008): Molecular ecology. John Wiley&Sons. Chichester, West Sussex
61. Fukarek, P. (1943.): Planinski javor (*Acer heldreichii* Orph. ssp. *visianii* Nym Pax). Šumarski list. VI/1943. Str. 165-170.

62. Fukarek, P. (1948): Podaci o raširenju planinskog javora (*Acer heldreichii* Boiss.) u Bosni, Hercegovini i susjednim krajevima. Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu. God 1, sv. 1, Sarajevo. Str. 31-40.
63. Fukarek, P. (1953): Javori Bosne i Hercegovine u radovima Karla Maly-a. Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu. Sv.1-2./1952. str. 169-192.
64. Fukarek, P. (1965): Naše listopadno drveće i grmlje I-Raspoznavanje vrsta prema izbojcima i pupovima. Državna založba Slovenije. Ljubljana
65. Fukarek, P. (1967): Pančičeva dendrologija Srbije. In: Pančičev Zbornik. Srpska akademija nauka i umjetnosti, Odeljenje prirodno-matematičkih nauka. Beograd. Str. 69-97.
66. Fukarek, P. (1969a): Dendroflora nacionalnog parka „Sutjeska“. In: „Osnovne prirodne karakteristike, flora i vegetacija nacionalnog parka „Sutjeska““. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga XI, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 3. Sarajevo. Str. 107-170.
67. Fukarek, P. (1969b): Prilog poznavanju biljosocioloških odnosa šuma i šibljaka nacionalnog parka „Sutjeska“. In: „Osnovne prirodne karakteristike, flora i vegetacija nacionalnog parka „Sutjeska““. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga XI, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 3. Sarajevo. Str.189-291.
68. Fukarek, P. (1970): Šumske zajednice prašumskog rezervata Perućice u Bosni. In: Zbornik radova sa simpozijuma: “Južnoevropske prašume i visokoplaninska flora i vegetacija Istočnoalpsko-dinarskog prostora”. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, posebna izdanja, knj. XV, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knj. 4. Sarajevo. Str. 157-262.
69. Fukarek, P. (1983): Javor (*Acer* L). In: Šumarska enciklopedija 2. tom. Jugoslavenski leksikografski zavod. Zagreb. Str. 178.-184.
70. Fukarek, P., Čeljo, A. (1959): Hibridi između gorskog i planinskog javora. Šumarstvo 16-12/1959. Str. 543-548.
71. Фукарек, П, Мюллер, Г, Шустер, Р. (1982): Растительный мир Земли 1. Мир. Москва (превод са немачког)

72. Fukarek, P, Stefanović, V. (1953): Nova nalazišta planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph. in Boiss.) na planinama Bosne i Hercegovine. Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu. Sv. 1-2 (1952), Str. 193-198.
73. Fukarek, P, Stefanović, V. (1958): Prašuma Perućica i njena vegetacija. Radovi poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Sarajevu, No 3. Str. 93-146.
74. Gajić, M. (1955): Jedno novo nalazište planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph. in Boiss.) u Srbiji. Šumarstvo 7-8/1955. Beograd. Str. 480-483.
75. Gajić, M. (1959): O dvema novim biljkama u flori Šumadije. Zaštita prirode br. 15. Beograd. Str. 14-17.
76. Gajić, M. (1961a): Fitocenoze i staništa planine Rudnik i njihove degradacione faze. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu
77. Gajić, M. (1961b): Bukove šume planine Rudnika. Glasnik muzeja šumarstva i lova, knj. 1. Beograd. Str. 169-184.
78. Gajić, M. (1980): Pregled vrsta flore SR Srbije sa biljnogeografskim oznakama. Glasnik Šumarskog fakulteta. Serija A-Šumarstvo 54. Beograd. Str. 111.-141.
79. Gajić, M. (1984a): Flora Goča–Gvozdac. Školsko ogledno dobro Šumarskog fakulteta "Momčilo Popović". Beograd
80. Gajić, M. (1984b): Florni elementi SR Srbije. In: Janković, M, Pantić, N, Mišić, V, Diklić, N, Gajić, M: Vegetacija SR Srbije I. Srpska akademija nauka i umetnosti. Odeljenje prirodno-matematičkih nauka. Beograd. Str 317.-397.
81. Gajić, M. (1987): Šumarska botanika sa anatomijom drveta. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
82. Gajić, M. (1989a): Flora i vegetacija Golije i Javora. Šumarski fakultet, Beograd i OOUR „Šumarstvo Golija“, Ivanjica.
83. Gajić, M. (1989b.): Flora nacionalnog parka Tara. Šumarski fakultet, Beograd
84. Gajić, M., Korać, M. (1972): Varijabilitet četina smrče (*Picea excelsa* L.) u odnosu na različita staništa na planini Goliji. Aktuelni problemi šumarstva, drvne industrije i hortikulture-simpozijum povodom 50-godišnjice osnivanja i rada Šumarskog fakulteta u Beogradu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Str. 33-37.
85. Gajić, M, Tucović, A, Karadžić, D. (1992): Vegetacija severnog dela Velikog Jastrepa. Javno preduzeće za gazdovanje šumama-"Rasina"-Kruševac

86. Galovic, V., Orlovic, S., Klačnja, B., Pap, P., Pekec, S., Galic, Z., Mataruga, M. (2011): How poplar cope with upcoming climate change. Proceedings of the International Workshop „STREPOW“, February 23 - 24, Andrevlje-Novi Sad, Serbia. Str. 257-267.
87. Gburčik, P. (1995): Šumarska ekoklimatologija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
88. Gibson, J, Rice S, Stucke C. (2008): Comparison of population genetic diversity between a rare, narrowly distributed species and common, widespread species of *Alnus* (Betulaceae). American Journal of Botany 95(5). Str. 588-596.
89. Gitzendaner, M, Soltis P. (2000): Patterns of genetic variation in rare and widespread plant congeners. American Journal of Botany 87. Str. 783-792.
90. Glišić M. (1956): Planinski javor u Srbiji s osvrtom na njegovo korišćenje u šumsko-kulturnim radovima. Šumarstvo 10/1956. Beograd. Str. 601-612.
91. Glišić, M. (1975a): Prilog poznavanju munikovih šuma (*Pinetum heldreichii bertiscetum* Blečić) na Štedinu. Zbornik radova sa simpozijuma o municiji. Zavod za šumarstvo, Peć. Str. 72-80.
92. Glišić, M. (1975b): Šumske fitocenoze privredne jedinice „Stara planina I (Široke luke)“ i uzgojni problemi u njihovom gazdovanju. Šumarstvo 11-12/1975. Str. 33-42.
93. Goldstein, D, Schlötterer, C. (Eds.) (2001): Microsatellites-Evolution and applications. Oxford University press
94. Gonzales-Astorga J, Castillo-Campos G. (2004): Genetic variability of the narrow endemic tree *Antirhea aromatica* Castillo-Campos&Lorence (Rubiaceae, Guettardae) in a tropical forest of Mexico. Annals of Botany 93. Str. 521-528.
95. Горышина, Т. (1979): Экология растений. Высшая школа. Москва
96. Граматиков, Д. (1974): Определител на диворастящи и култивирани дървета и храсти в България. Земиздат, София
97. Grebenščikov, O. (1950a): O vegetaciji centralnog dela Stare Planine. Zbornik radova Instituta za ekologiju i biogeografiju SAN, br.1. Beograd. Str. 1-36.
98. Grebenščikov, O. (1950b): O vegetaciji Sićevačke klisure. Glasnik Prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, serija B, knjiga 3-4. Beograd. Str. 175.-194.
99. Hadživuković, S. (1973): Statistički metodi. Radnički univerzitet „Radivoj Ćirpanov“. Novi Sad



- 
100. Hain, J, Schierup, M, Wiuf, C. (2005): Gene genealogies, variation and evolution. Oxford University press
101. Hajibabei, M, Janzen, D, Burns, J, Hallwachs, W, Herbert, P. (2006): DNA barcodes distinguish species of tropical Lepidoptera. Proceedings of the national academy of sciences of the United States 103(4). Str. 968-971.
102. Hale, M, Borland, A, Gustafsson, M, Wolff, K. (2004): Causes of size homoplasy among chloroplast microsatellites in closely related *Clusia* species. Journal of Molecular Evolution 58. Str. 182-190.
103. Hammer, O, Harper, D. (2012): Paleontological statistical software package for education and data analysis, Ver. 2.17b
104. Hamrick J, Godt M. (1996): Conservation genetics of endemic plant species. In: Avis, J, Hamrick, J. (eds.). Conservation genetics. Case histories from nature. Chapman & Hall. New York. Str.281-304.
105. Hardy, O. (2003): Estimation of pairwise relatedness between individuals and characterisation of isolation-by-distance processes using dominant genetic markers. Molecular Ecology 12(6). Str. 1577-1588.
106. Hein, J, Schierup, M, Wiuf, C. (2005): Gene genealogies, variation and evolution-A primer in coalescent theory. Oxford university press. New York
107. Horvat, I. (1983): Javorovina. In: Šumarska enciklopedija 2. tom. Jugoslavenski leksikografski zavod. Zagreb. Str. 185-186.
108. Horvat, I, Glavač, V, Ellenberg, H. (1974): Vegetation Südosteuropas. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart
109. Hoshino A, Bravo J, Angelici C, Barbosa A, Lopes C, Gimentes M. (2006): Heterologous microsatellite primer pairs informative for the whole genus *Arachis*. Genetics and Molecular Biology, 29, 4. Str. 665-675.
110. IBM Inc. (2008): SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), Version 17.0
111. Ivetić, V, Isajev, V, Mladenović-Drinić, S. (2008): "Landscape shape interpolation" for defining spatial pattern of beech genetic diversity in Serbia. Genetika. Vol 40, No. 3. Str. 282-292.

112. Ivetić V. (2010): Izdvajanje regiona provenijencija bukve u Srbiji primenom prostorne analize genetičkog diverziteta. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
113. Janković, M. (1984): Vegetacija SR Srbije-istorija i opšte karakteristike. In: Janković, M, Pantić, N, Mišić, V, Diklić, N, Gajić, M: Vegetacija SR Srbije I. Srpska akademija nauka i umetnosti. Odeljenje prirodno-matematičkih nauka. Beograd. Str. 1-189.
114. Janković, M, (1990a): Fitoekologija sa osnovama fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na Zemlji. Naučna knjiga. Beograd
115. Janković, M. (1990b): Fitogeografija. Naučna knjiga, Beograd
116. Janković, M. (1993-94): Neki bitni primeri izdvajanja i proglašavanja rezervata na Šar-planini. Zaštita prirode 46-47. Beograd. Str. 201-220.
117. Janković, M. (1998): Preliminarna razmišljanja o posebno vrednim područjima u okviru nacionalnog parka Prokletija. Zaštita prirode, br. 50. Beograd. Str. 91-97.
118. Janković, M, Bogojević, R, Dimitrijević, J. (1984): Prilog poznavanju ekologije, fitocenologije i varijabilnosti endemične i reliktno balkanske vrste *Acer heldreichii* na Prokletijama. Ekologija, Vol. 19, No 2, Beograd. Str. 129-159.
119. Janković, M, Stevanović, B. (1983): Prilog poznavanju subalpijske zajednice mezijske bukve i planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) na severnoj padini Šarplanine. Zbornik radova povodom jubileja akademika Pavla Fukareka. Radovi Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Knjiga LXXII. Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 21, Sarajevo. Str. 365-371.
120. Janković, M, Tatić, B. (1985): Prilog prostornom i urbanističkom planiranju Kopaonika i njegovog područja sa gledišta ekologije, kao i vegetacijskih uslova i sadržaja. Zaštita prirode, br. 38. Beograd. Str. 19-56.
121. Jávorka, S., Csapody, V. (1979): Ikonographie der flora des südöstlichen Mitteleuropa. Akadémiai kiadó, Budapest
122. Josifović, M. (ed.) (1972-1977): Flora Srbije III-IX. Srpska akademija nauka i umetnosti, odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd.
123. Jovanović, B. (1950): Neka zapažanja o brezi i jeli u našim šumama. Glasnik Šumarskog fakulteta 1. Beograd. Str. 153-158.

124. Jovanović B. (1953): Šumske fitocenoze i staništa Suve planine. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
125. Jovanović, B. (1957): O šumi planinskog javora na Goču (*Acereto-Heldreichii Fagetum*). Arhiv bioloških nauka IX, br.1-4/1957. Beograd. Str. 15-32.
126. Jovanović, B. (1959): Prilog poznavanju šumskih fitocenoza Goča. Glasnik šumarskog fakulteta, br. 16. Beograd. Str. 167-186.
127. Jovanović, B. (1973): Familija Aceraceae. In: Flora Srbije V. Srpska akademija nauka i umetnosti. Beograd. Str. 72.-103.
128. Jovanović, B. (1997): Sveza šume javora i belog jasena-sveza plemenitih lišćara (*Fraxino-Acerion*). In: Škorić, D. (Ed): Vegetacija Srbije II. Srpska akademija nauka i umetnosti. Beograd. Str. 271-280.
129. Jovanović, B. (2007): Dendrologija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
130. Jovanović, B, Cvjetičanin, R. (2005): Šumske zajednice mezijijske bukve u Srbiji. In: Bukva u Srbiji. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. Str. 125-137.
131. Jović, N, Tomić, Z, Jović, D. (2009): Tipologija šuma. Šumarski fakultet, Beograd
132. Качалов, А. (1970): Деревья и кустарники. Лесная промышленность. Москва
133. Kao, W, Chang, K. (2001): Altitudinal trends in photosynthetic rate and leaf characteristics of *Miscanthus* populations from central Taiwan. Australian journal of Botany 49. Str. 509-514.
134. Karadžić, D. (1992): Zaštita šuma (Šumska fitopatologija) za III razred srednje škole, struka šumarstvo i obrada drveta. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd, Zavod za udžbenike, Novi Sad i Zavod za školstvo, Podgorica
135. Karp, A, Kresovich, S, Bhat, K, Ayad, W, Hodgkin, T. (1997): Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI Technical bulletin No. 2. Rome. Str. 1-47.
136. Kikuchi, S, Shibata, M. (2008): Development of polymorphic microsatellite markers in *Acer mono* Maxim. Molecular Ecology Resources 8. Str. 339-341
137. King, R., Stansfield, W, Mulligan P. (2006): A dictionary of genetics. Oxford University press. Ney York-Oxford

138. Kirk, J, Tilney-Basset, R. (1978): The Plastids-Their chemistry, structure, growth and inheritance. Elsevier/North-Holland biomedical press. Amsterdam-New York-Oxford
139. Китанов, Б, Пенев, И. (1963): Флора на Витоша. Наука и изкуство. София
140. Knežević-Dorđević, V, Joksimović, V. (2008): Petrografija sa geologijom kore raspadanja. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.
141. Knight, C, Ackerly, D. (2003): Evolution and plasticity of photosynthetic thermal tolerance, specific leaf area and leaf size: congeneric species from desert and coastal environments. *New Phytologist* 160 (2). Str. 337-349.
142. Knippers, R. (1985): Molekulare Genetik. Georg Thieme Verlag. Stuttgart-New York
143. Kojić, M, Popović, R, Karadžić, B. (1994): Fitoindikator i njihov značaj u proceni ekoloških uslova staništa. Nauka. Beograd
144. Kojić, M, Popović, R, Karadžić, B. (1997): Vaskulame biljke Srbije kao indikatori staništa. Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija“ i Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Beograd.
145. Колесников, А. (1974): Декоративная дендрология. Лесная промышленность. Москва
146. Kolić, B. (1988): Šumarska ekoklimatologija sa osnovama fizike atmosfere. Naučna knjiga, Beograd.
147. Korbel, P, Novak, M. (1999): The complete encyclopedia of minerals. Rebo publishers.
148. Krstić, M. (1992): Praktikum za vežbe iz Gajenja šuma. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
149. Krüssman, G, (1984): Cultivated broad-leaved trees and shrubs. Vol. 1. Timber press
150. Культиасов, И. (1982): Экология растений. Издательство Московского университета
151. Lakušić, D. (1995): Vodič kroz floru nacionalnog parka Kopaonik. Javno preduzeće nacionalni park Kopaonik
152. Lakušić, R. (1964.): Planinski javor (*Acer heldreichii* Orph.). Godišnjak biološkog univerziteta u Sarajevu, Vol. XVII. Str. 117.-143.

153. Lakušić, R. (1989): Ekologija biljaka-I dio-ideoekologija. Svjetlost. Sarajevo
154. Lara-Gomez, G, Gailing, O, Finkeldey, R. (2005): Genetic variation in isolated Mexican population of the endemic maple *Acer skutchii* Rehd. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 6/7. Frankfurt am Main. Str. 97-103.
155. Ledig T, Hodgskiss P, Johnson D. (2006): Genetic diversity and seed production in Santa Lucia fir (*Abies bracteata*), a relict of miocene broadleaved evergreen forest. Conservation Genetics 7. Str. 383-398.
156. le Hardy de Beaulieu, A. (2003): An illustrated guide to maples. Timber press. Portland-Cambridge
157. Lewis, W. (ed.) (1980): Polyploidy-biological relevance. Plenum press. New York and London
158. Li, Y, Korol, A, Fahima, T, Beiles, A, Nevo, E. (2002): Microsatellites: genomic distribution, putative functions and mutational mechanisms: a review. Molecular Ecology, 11. Str. 2453-2465.
159. Lučić, A. (2007): Primena markera kao osnov za izdvajanje regiona provenijencija crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) u Srbiji. Magistarska teza u rukopisu. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
160. Lučić, A. (2011): Podizanje šuma belog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Srbiji na ekološko-genetičkim osnovama. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
161. Maguire, T, Sedgley, M. (1997): Genetic diversity in *Banksia* and *Dryandra* (Proteaceae) with emphasis on *Banksia cuneata*, a rare and endangered species. Heredity 79. Str. 394-401.
162. Махатзе, Л. (1970): *Acer* L.-Клен. In: Дендрофлора Кавказа V. Мецниереба. Тбилиси. Str. 115-157.
163. Maly, K. (1938): Die Ravna planina (Jahorina) bei Pale-Sarajevo (Eine Floristische Skizze-1. Teil). Glasnik zemaljskog muzeja Kraljevine Jugoslavije, God. L, Sv. 2. Sarajevo. Str. 13-35.
164. Maly, K. (1940): Die Ravna planina (Jahorina) bei Pale-Sarajevo (Eine Floristische Skizze-2. Teil). Glasnik zemaljskog muzeja Kraljevine Jugoslavije, God. LI, Sv. 2. Sarajevo. Str. 9-34.

165. Mann, P. (2009): Uvod u statistiku. John Willey & sons, Inc.
166. Marin, P. (2003): Biohemijaska i molekularna sistematika biljaka. NNK international. Beograd
167. Matović, M, Marković, A, Svilkić, B, Đelić, G. (1993): Novo nalazište planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.). Zbornik radova III Simpozijuma o flori jugoistočne Srbije-1. Flora i vegetacija. Leskovac-Pirot. Str. 74.-78.
168. Matović, M, Vujković, LJ, Pižurica, R. (1997): Zajednica *Pancicio-Aceretum heldreichii* Prov. Zbornik radova IV simpozijuma o flori jugoistočne Srbije. Niš. Str. 11-16.
169. Mayer, H. (1984): Wälder Europas. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart-New York
170. Melvin, M. (1987): Electrophoresis. John Wiley & sons
171. Membrives, N, Pedrola-Monfort, J, Caujape-Castells, J. (2003): Correlations between morphological-anatomical leaf characteristics and environmental trends in Southwest African species of *Androcymbium* (Colchicaceae). Botanica Macaronesica 24. Str. 73-85.
172. Mertz, P. (2002): Pflanzenwelt Mitteleuropas und der Alpen. Nikol Verlagsgesellschaft. Hamburg
173. Meyer, C, Paulay, G. (2005): DNA barcoding: Error rates based on comprehensive sampling. PloS Biology 3(12). Str. 2229-2238
174. Mijović, A, Sekulić, N, Popović, S, Stavretović, N, Radović, I. (2012): Biodiverzitet Srbije-stanje i perspektive. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd
175. Mijović, D. (2006): Park prirode Stara planina. Zavod za zaštitu prirode Srbije i JP „Srbijašume“. Beograd
176. Miller, M. (2005): ALLELES IN SPACE. Computer software for the joint analysis of interindividual spatial and genetic information. Journal of Heredity 96. Str. 722-724.
177. Milosavljević, M. (1988): Klimatologija. Naučna knjiga, Beograd.
178. Milovanović, B, Ćirić, B. (1968): Geološka karta SR Srbije R 1:200 000. Zavod za geološka i geofizička istraživanja, Beograd.
179. Milovanović, J. (2007): Proučavanje unutrivrskog varijabiliteta omorike (*Picea omorika* Panč/Purkyne) primenom genetičkih markera. Magistarska teza u rukopisu. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet

180. Milovanović, J, Šijačić-Nikolić, M. (2009): Primena molekularnih markera u konzervaciji genofonda šumskog drveća. Glasnik šumarskog fakulteta, Beograd 99. Str. 101-113
181. Mišić, V. (1970): Reliktna šumska vegetacija Sićevačke klisure. Arhiv bioloških nauka, 22 (1-4). Beograd. Str. 1P-2P
182. Mišić, V. (1981): Šumska vegetacija klisura i kanjona Istočne Srbije. Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“. Beograd
183. Mišić, V. (1982): Reliktne polidominante šumske zajednice Srbije. Matica Srpska, Odeljenje za prirodne nauke. Novi Sad
184. Mišić, V. (1984): Razvojne vegetacijske serije u refugijumima SR Srbije. In: Janković, M, Pantić, N, Mišić, V, Diklić, N, Gajić, M: Vegetacija SR Srbije I. Srpska akademija nauka i umetnosti. Odeljenje prirodno-matematičkih nauka. Beograd. Str. 247.-290.
185. Mišić, V. (1997): Red šuma bukve-*Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928.-Podred šuma mezijske bukve-*Fagenalia moesiaca* B.Jov.1986. In: Škorić, D. (ed.): Vegetacija Srbije II<sub>1</sub>. Srpska akademija nauka i umetnosti.Beograd. Str. 159.-270.
186. Mišić V, Dinić, A. (2006): Šume smrče-*Vaccinio-Piceion* Br.-Bl. 1939. In: Škorić, D. (ed): Vegetacija Srbije II<sub>2</sub>. Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka. Beograd. Str. 171.-193.
187. Mišić, V, Jovanović, B. (1983): Mešovita šuma bukve, jele i smrče (*Piceeto-Abieti-Fagetum moesiacum* s.l.) u Srbiji i njen značaj. Zaštita prirode 36. Beograd, Str. 33-47.
188. Mišić, V, Jovanović-Dunjić, R, Popović, M, Borisavljević, Lj, Antić, M, Dinić, A, Danon, J, Blaženčić, Ž. (1978): Biljne zajednica i staništa Stare planine. Srpska akademija nauka i umetnosti, posebna izdanja, knjiga DXI, Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, knjiga 49, Beograd.
189. Mišić, V, Popović, M (1954): Bukove i smrčeve šume Kopaonika. Arhiv bioloških nauka, 1-2. Str. 5-24.
190. Mišić, V, Popović, M. (1960): Fitocenološka analiza smrčevih šuma Kopaonika. Zbornik radova Biološkog instituta Srbije, knj. 3, No 5. Beograd. Str. 1-26.
191. Mitchell, A. (1979): Die Wald- und Parkbäume Europas. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

192. Murray, E. (1982): *Acer* notes No. 11. Kalmia 12. Str. 17.
193. Nei, M. (1972): Genetic distance between populations. The American Naturalist, Vol. 106, No. 949. Str. 283-292.
194. Nei, M. (1978): Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics 89. Str. 583-590.
195. Neophytou, C, Aravanopoulos, F, Fink, S, Dounavi, A. (2010): Detecting interspecific and geographic differentiation patterns in two interfertile oak species (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Q. robur* L.) using small sets of microsatellite markers. Forest Ecology and Management 259. Str. 2026–2035.
196. Newton, C, Graham, A. (2000): PCR. BIOS scientific publishers. Oxford
197. Nikić, Z, Gajić, B. (2010): Petrografija sa geologijom kore raspadanja. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
198. Nikolovski, T. (1970): Waldgesellschaften und Waldbäume an der oberen Grenze der Verbreitung in verschiedenen Gebirgssystemen der SR-Mazedonien. Mittl. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde. Band 11. Obergurgl Innsbruck. Str. 151-160.
199. Obratov-Petković, D, Popović, I, Bjelanović, S, Perović, M, Košanin, O, (2006): Diverzitet MAP's u nekim fitocenoza Stare planine. Glasnik šumarskog fakulteta 94. Beograd. Str. 231-256.
200. Orlović, S, Galović, V, Zorić, M, Kovačević, B, Pilipović, A, Galić, Z. (2009): Evaluation of interspecific DNA variability in poplars using AFLP and SSR markers. African Journal of biotechnology 8(20). Str. 5241-5247.
201. Ostojić, D. (2001): Stanje strogih rezervata prirode na Staroj planini u okviru parka prirode. Zaštita prirode 53/1. Beograd. Str. 115-130.
202. Паламарев, Е. (1979): Асерасеае. Флора на нр Българија VII. Str. 221-240.
203. Palma-Silva, C, Cavallari, M, Lexer, B, Gimenes, A, Bered, F, Bodanese-Zannetini, M. (2007): A set of polymorphic microsatellite loci for *Vriesea gigantea* and *Alcantarea imperialis* (Bromeliaceae) and cross-amplification in other bromeliad species. Molecular ecology notes 7. Str. 654-657.
204. Pančić, J. (1871): Šumsko drveće i šiblje u Srbiji. Glasnik Srpskog učenog društva, kniga XXX. Beograd. Str. 129-312.



205. Pandey, M. (2005): Development of microsatellites in sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and their application in population genetics. Doktorska disertacija u rukopisu. Georg-August Universität, Göttingen
206. Pandey, M, Gailing, O, Fischer, D, Hattemer, H, Finkeldey, R. (2004): Characterisation of satellite markers in sycamore (*Acer pseudoplatanus* L). Molecular ecology notes 4. Str. 253-255.
207. Pantić, N. (1960): Paleobotanika. Naučna knjiga. Beograd
208. Papageorgiou, A, Vidalis, A, Gailing, O, Tsiripidis, I, Hatziskakis, S, Boutsios, S, Galatsidas, S, Finkeldey, R. (2008): Genetic variation of beech (*Fagus sylvatica* L.) in Rodopi (N.E. Greece). European journal of forestry research 127. Str. 81-88.
209. Peakall, R, Smouse, P. (2005): GenAlex Version 6. Population genetics software for teaching and research. The Australian National University, Canberra, Australia
210. Perović, M. (2005): The properties of rays and pores of the Greek maple (*Acer heldreichii* Orph.) from the central Serbia. Eurodendro2005, International conference of Dendrochronology. Viterbo-Italy. Str. 62.
211. Perović, M. (2007a): Taksonomske, ekološke i anatomske karakteristike planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) u centralnoj Srbiji. Magistarska teza u rukopisu. Šumarski fakultet, Beograd.
212. Perović, M. (2007b): Morfometrijske karakteristike listova planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) u centralnoj Srbiji. Glasnik Šumarskog fakulteta 96. Beograd. Str. 69-82.
213. Perović, M, Cvjetičanin, R. (2009): Ecological and floristic characteristics of the new subassociation *Aceri heldreichii-Fagetum* subass. *carpinetosum betuli* on mt. Rudnik. Glasnik Šumarskog fakulteta 100. Beograd. Str. 179-190.
214. Petrović, D. (1934): O šumskom drveću u južnoj Srbiji. Šumarski list, 12/1934, Zagreb. Str. 593-619.
215. Petz, B. (1985): Osnovne statističke metode za nematematičare. SNL, Zagreb.
216. Pintarić, K. (1978): Urwald Peručica als natürliches Forschungslaboratorium. Allgemeine Forst Zeitschrift 24. Str. 702-707.
217. Popović, V, Obradović, V. (1994): Zaštita i korišćenje zemljišta nacionalnog parka Biogradska gora. Zbornik radova sa naučnog skupa „Zaštita prirode i turizam u

nacionalnim parkovima SR Jugoslavije“. Zavod za zaštitu prirode Srbije, posebna izdanja, broj 14. Beograd. Str. 149-156.

218. Prinz, K, Hensen, I, Schie, S, Debener, T. (2009a): Microsatellite markers for the tetraploid halophyte *Suaeda maritima* (L.) Dumort. (Chenopodiaceae) and cross-species amplification in related taxa. *Molecular ecology resources*, Vol. 9, 4. Str. 1247-1249.

219. Prinz, K, Schie, S, Debener, T, Hensen, I, Weising, K. (2009b): Microsatellite markers for *Spergularia media* (L.)C.Presl. (Caryophyllaceae) and their cross-species transferability. *Molecular Ecology Resources*, Vol. 9, 5. Str. 1424-1426.

220. Prpić, B. (ed.) (1986): Šume i prerada drveta Jugoslavije: Savez inženjera i tehničara industrije za preradu drveta Jugoslavije. Beograd

221. Pulević, V. (1966): Endemične i neke rijetke i proređene vrste drveća u flori i vegetaciji Crne Gore. *Poljoprivreda i šumarstvo*. Titograd. Str. 81-97.

222. Radulović, V. (1994): Neke geološke odlike terena nacionalnih parkova Crne Gore. Zbornik radova sa naučnog skupa „Zaštita prirode i turizam u nacionalnim parkovima SR Jugoslavije“. Zavod za zaštitu prirode Srbije, posebna izdanja, broj 14. Beograd. Str. 163-174.

223. Rakonjac, Lj. (2002): Šumska vegetacija i njena staništa na Pešterskoj visoravni kao osnova za uspešno pošumljavanje. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet

224. Rakonjac, Lj, Matović, M, Ratknić, M. (2005): Ugrožene vrste šumskog drveća na području jugozapadne Srbije. Zbornik radova instituta za šumarstvo, 52-53. Beograd. Str. 1-17.

225. Rauš, Đ. (1987): Šumarska fitocenologija. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet

226. Rohlena, J. (1912): Fünfter Beitrag zur Flora von Montenegro. *Sitz.-Ber. Böhm. Ges. Wiss. (Prag)*, 38. Str. 1-143.

227. Rudski, I. (1949.): Ekskurzija na Žljev i Mokru planinu. *Prirodnjački muzej srpske zemlje* 23.

228. Sarić, M. (ed.) (1992): Flora Srbije I. Srpska akademija nauka i umetnosti, odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd.

229. Sarić, M, Diklić, N. (eds) (1986): Flora Srbije X. Srpska akademija nauka i umetnosti, odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd.

230. Schlichting, C. (1986): The evolution of phenotypic plasticity in plants. Annual Review of Ecology and Systematics 17. Str. 667-693.
231. Schütt, P, Schuck, H, Stimm, B. (2002): Lexikon der Baum- und Straucharten. Nikolverlagsgesellschaft, Hamburg
232. Schweingruber, F. (1990): Mikroskopische Holzanatomie. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Birmensdorf
233. Segarra-Moragues, J, Gleiser, G, Gonzales-Candelas, F. (2008): Isolation and characterisation of microsatellite loci of *Acer opalus* (Aceraceae), a sexually polymorphic tree, through an enriched genomic library. Conservation Genetics 9. Str. 1059-1062.
234. Shulkina, T. (2004): Ornamental plants from Russia and adjacent states of the former Soviet Union. Missouri botanical garden press. St. Louis
235. Siljak-Yakovlev, S, Pustahija, F, Šolić, E, Bogunić, F, Muratović, E, Bašić, N, Catrice, O, Brown, S. (2010): Towards a genome size and chromosome number database of Balkan flora: C values in 343 taxa with novel values for 242. Advanced science letters, Vol. 3. Str. 190-213.
236. Slavković, Ž. (1977): O novom nalazištu, staništu i taksonomskoj pripadnosti planinskog javora *Acer heldreichii* Orph. in Boiss. subsp. *visianii* (Nym) K. Maly na planini Željinu u Srbiji. Glasnik prirodjačkog muzeja, Beograd, Ser. C, knj. 10. Str. 43-50.
237. Спиридонов, А. (ed.) (1980): Четырехязычный энциклопедический словарь по физической географии. Советская энциклопедия. Москва
238. Спуур, С, Барнес, Б. (1984): Лесная экология. Лесная промышленность. Москва (prevod sa engleskog)
239. Stajić, S. (1972): Nacionalni parkovi Jugoslavije kao šume sa posebnom namenom i njihov značaj za turizam. Republički zavod za zaštitu prirode Srbije, Posebna izdanja, Knj. 3. Beograd
240. STATSOFT Inc. (2008): Statistica (Data Analysis Software System), Version 9
241. Stefanović, V. (1964): Šumska vegetacija šireg područja Trebevića. Radovi naučnog društva Bosne i Hercegovine, XXV, Odjeljenje privredno-tehničkih nauka, knj. 7. Sarajevo. Str. 57-153.

242. Stefanović, V. (1970): *Aceri visianii-Piceetum subalpinum*-die neue Gesellschaft des Griechischen Ahorn und der Fichte der Dinariden. Mittl. Ostalp. Din. Ges. f. Vegetkde, Bd. 11, Obergurgl, Innsbruck, Str. 205-212.
243. Stefanović, V. (1986): Fitocenologija, Svjetlost, OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo.
244. Stevanović, V. (ed.) (1999): Crvena knjiga flore Srbije 1. Ministarstvo za zaštitu životne sredine Republike Srbije, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu i Zavod za zaštitu prirode Republike Srbije. Beograd
245. Stevanović, V. (ed.) (2012): Flora Srbije 2. Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka, Odbor za floru i vegetaciju Srbije. Beograd
246. Stevanović, V, Vasić, V. (eds.) (1995): Biodiverzitet Jugoslavije. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu.
247. Stilinović, S. (1987): Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja. Univerzitet u Beogradu
248. Stilinović, S. (1991): Pošumljavanje. Naučna knjiga. Beograd
249. Stojanović, Lj, Krstić, M. (2000): Gajenje šuma III-Obnavljanje i nega šuma glavnih vrsta drveća. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
250. Stojanović, Lj, Krstić, M. (2008): Gajenje šuma I, Knjiga 2-Metodi prirodnog obnavljanja i negovanja šuma. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
251. Šilić, Č. (1990): Atlas drveća i grmlja. Svjetlost, Sarajevo i Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd
252. Škorić, A, Filipovski, G, Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti BiH, Posebna izdanja knjiga LXXVIII, odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 13. Sarajevo.
253. Tatić B, Kostić G. (1996): Naša prirodna dobra i potreba njihove zaštite. Centar za ekološke akcije-CEA i Zavod za izdavanje udžbenika i nastavna sredstva, Beograd
254. Тахтаджян, А. (ed.) (1981): Жизнь растений 5(2). Просвещение. Москва.
255. Terui, C, Lian, L, Saito, Y, Ide, Y. (2006): Development of microsatellite markers in *Acer capillipes*. Molecular ecology notes 6. Str. 77-79.

256. Tomanić, L, Stojanović, LJ, Stevanović, V, Karadžić, D, Ostojić, D. (1998): Fitocenološke i sastojinske karakteristike molikovih šuma u rezervatu „Jažinačko jezero“ na Šar-planini. Zaštita prirode br. 50. Beograd. Str. 305-318.
257. Tomić, Z. (1992): Šumske fitocenoze Srbije. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
258. Tomić, Z. (2004): Šumarska fitocenologija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
259. Tomić, Z. (2006): Pregled sintaksona šumske vegetacije Srbije. In: Škorić, D. (ed.): Vegetacija Srbije II2. Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka. Beograd. Str. 287-304.
260. Tomić, Z, Jović, N. (2000): Tipološka klasifikacija i dinamizam šumskih ekosistema u nastavno-naučnoj bazi na Goču. Glasnik šumarskog fakulteta, br. 82. Beograd. Str. 191-214.
261. Tomić, Z, Rakonjac, Lj. (2011): Survey of syntaxa of forest and shrub vegetation of Serbia. Folia biologica et geologica. Dissertationes classis IV, 52/1-2. Ljubljana. Str. 111-140.
262. Tomić, Z, Rakonjac, Lj. (2013): Šumske fitocenoze Srbije-Priručnik za šumare, ekologe i biologe. Univerzitet Singidunum, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura i Institut za šumarstvo Beograd
263. Tomović, G. (2007): Fitogeografska pripadnost, distribucija i centri diverziteta balkanske endemične flore u Srbiji. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet
264. Torres-Diaz, C, Ruiz, E, Gonzales, F, Fuentes, G, Cavieres, L. (2007): Genetic diversity in *Nothofagus alessandrii* (Fagaceae), an endangered endemic tree species of the coastal Maulino forest of central Chile. Annals of Botany 100. Str. 75-82.
265. Tošić, M. (1977): Nova nalazišta planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph. in Boiss.) u Srbiji. Šumarstvo br. 6/1977. Str. 41.-48.
266. Trubelja, F, Miladinović, M. (1969): Pregled geološke građe šireg područja Tjentišta i Sutjeske u jugoistočnoj Bosni. In: „Osnovne prirodne karakteristike, flora i vegetacija nacionalnog parka „Sutjeska““. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine,

- Posebna izdanja, knjiga XI, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 3. Sarajevo. Str. 31-38.
267. Tsiripidis, I, Athanasiadis, N. (2003): Contribution to the knowledge of the vascular flora of NE Greece: Floristic composition of beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the greek Rodopi. *Willdenowia*, 33. Str. 273-297.
268. Tucović, A. (1990): Genetika sa oplemenjivanjem biljaka. Naučna knjiga. Beograd
269. Turill, W. (1929): The plant life of the Balkan peninsula. Oxford at the Clarendon press.
270. Tutin, T, Heywood, W, Burges, N, Valentine, D, Walters, S, Webb, D. (eds.) (1964-1980): Flora Europaea I-V, Cambridge at the University press.
271. Unkašević, M. (2005): Šumarska ekoklimatologija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
272. van Gelderen, D, de Jong, P, Oterdoom, H. (1994): Maples of the world. Timber press. Portland-London
273. van Puyvelde, K, Geert, A, Triest, L. (2010): ATETRA Version 1.0. A program to analyse allotetraploid microsatellite data. De Vrije Universiteit, Brussel, Belgium
274. Vasiljević, S. (1950): O širini traka lignuma nekih vrsta roda *Acer*. Glasnik Šumarskog fakulteta 1. Beograd. Str. 117-151.
275. Vasiljević, S. (1954): O nekim razlikama u mikroskopskoj građi lignuma među domaćim vrstama roda *Acer* (najvažnija poglavlja doktorske disertacije). Glasnik Šumarskog fakulteta 8. Beograd. Str. 65-132.
276. Vasiljević, S. (1955): O rasporedu traheja nekih vrsta roda *Acer*. Glasnik Šumarskog fakulteta 9. Beograd. Str. 296-310.
277. Velašević V, Đorović M. (1998): Uticaj šumskih ekosistema na životnu sredinu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
278. Vidanović, R. (1995): Istraživanja uticaja ekološko-proizvodnih osobina čistih i mešovitih sastojina bukve, jele, smrče na način gazdovanja na Staroj planini. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.
279. Vidanović, R. (1998): Stanišni uslovi i šume centralnog dela Stare planine. Šumarstvo, 5/6. Beograd. Str. 1-8.

280. Vilotić, D. (2000): Usporedna anatomija drveta. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.
281. Власев, В, Рафаилов, Г. (1984): Планинският и обикновеният ябор в състава на горите в горния буков подпояс. Горско стопанство, София. Стр. 26-28.
282. Vormam, B, Decarli, N, Gailing, O. (2004): Spatial distribution of genetic variation in a natural beech stand (*Fagus sylvatica* L.) based on microsatellite markers. Conservation genetics, 5. str. 561-570.
283. Vučković, M, Cvijetić, R. (1984): Nacionalni park Biogradska gora (pregledna karta). Samoupravna interesna zajednica za nacionalni park „Biogradska gora“. Kolašin
284. Vukićević, E. (1996): Dekorativna dendrologija. Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu
285. Walter, H. (1962): Die Vegetation der Erde in ökologischer Betrachtung, Band 1. Gustav Fischer Verlag. Jena
286. Walters, S. (1988): *Acer* L. In: Flora Europaea, vol II. Cambridge University press. Str. 238-239.
287. Weber, H, Moravec, J, Theurillat, J. (2006): Međunarodni kodeks fitocenološke nomenklature. Institut za šumarstvo. Beograd. Posebno izdanje
288. Weising, K, Nybom, H, Wolff, K, Kahl, G. (2005): DNA fingerprinting in plants- Principles, methods, and applications. CRC press. Boca Raton, London, New York, Singapore
289. White, T, Adams, W, Neale, D. (2009): Forest genetics. CABI publishing
290. Wilcox, D, Dove, B, McDavid, D, Greer, D. (2002): UTHSCSA IMAGE.TOOL 3.0. University of Texas health science, Center at San Antonio
291. Will, K, Mishler, B, Wheelre, Q. (2005): The perils of DNA barcoding and the need of integrative taxonomy. Systematic biology 54(5). str. 844-851.
292. Xu, T, Chen, Y, de Jong, P, Oterdoom, H, Chsng, C-S. (2008): Aceraceae. In: Flora of China, Vol. 11. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis i Science Press, Beijing (elektronska verzija)
293. Young, A, Merriam, H. (1994): Effect of forest fragmentation on the spatial genetic structure of *Acer saccharum* Marsh. (sugar maple) populations. Heredity 72. Str. 201-208.

294. Zane, L, Bargelloni, L, Patarnello, T. (2002): Strategies for microsatellite isolation: a review. *Molecular ecology* 11. Str. 1-16.
295. \*\*\*(2006): DNeasy Plant Handbook. Qiagen. Hilden
296. \*\*\* (1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga 1. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta (JDPZ). Beograd
297. \*\*\* (1967): Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrada pedoloških karata. Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga 4. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta (JDPZ). Beograd
298. \*\*\* (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta (JDPZ). Novi Sad
299. \*\*\* (2009): Posebna osnova gazdovanja šumama G.J. „Bukovi potok-Sušac“ (2009-2018). Institut za šumarstvo. Podgorica
300. \*\*\* (1999): Posebna osnova gazdovanja šumama G.J. „Goč-Gvozdac A“ (1999-2008). Šumarski fakultet Beograd
301. \*\*\* (2002): Posebna osnova gazdovanja šumama G.J. „Jastrebac-Prokupački“ (2002-2011). Biro za planiranje i projektovanje u šumarstvu. Beograd
302. \*\*\*(2001): Posebna osnova gazdovanja šumama G.J. „Željin“ (2001-2010). Šumsko gazdinstvo Kruševac
303. \*\*\* (2009): Posebna osnova gazdovanja šumama za G.J. „Golija“ (2009-2018). Biro za planiranje i projektovanje u šumarstvu. Beograd
304. \*\*\* (2009): Posebna osnova gazdovanja šumama za G.J. „Javorje“ (2009-2018). Služba za planiranje i projektovanje u šumarstvu. Š.G „Prijepolje“
305. \*\*\* (2007): Posebna osnova gazdovanja šumama za G.J. „Rudnik II“ (2007-2016). Biro za planiranje i projektovanje u šumarstvu. Beograd
306. \*\*\* (2002): Posebna osnova gazdovanja šumama za G.J. „Topli dol“ (2002-2011). Biro za planiranje i projektovanje u šumarstvu. Beograd
307. \*\*\*(2005): Šumskoprivredna osnova za područje Nacionalnog parka „Sutjeska“ (2005-2014). JPŠ „Srpske šume“, Republika srpska. Izdavačko razvojni i projektni centar. Banja Luka



308. \*\*\* (1952): Topografska karta sekcije Arandelovac 3, R 1: 50 000. Vojnogeografski institut, Beograd
309. \*\*\* (1964): Topografska karta sekcije Beograd, R 1:300 000. Vojnogeografski institut, Beograd
310. \*\*\*(1958): Topografska karta sekcije Čačak 4, R 1: 50 000. Vojnogeografski institut, Beograd.
311. \*\*\*(1971): Topografska karta sekcije Gacko, R 1:100 000. Vojnogeografski institut, Beograd
312. \*\*\* (1961): Topografska karta sekcije Kraljevo, R 1:300 000. Vojnogeografski institut, Beograd
313. \*\*\* (1961): Topografska karta sekcije Niš, R 1:300 000. Geografski institut JNA, Beograd
314. \*\*\*(1956): Topografska karta sekcije Pirot 2, R 1:50 000. Vojnogeografski institut, Beograd
315. \*\*\*(1961): Topografska karta sekcije Prizren, R 1:300 000. Geografski institut JNA, Beograd
316. \*\*\*(1958): Topografska karta sekcije Prokuplje 1, R 1: 50 000. Vojnogeografski institut, Beograd
317. \*\*\*(1961): Topografska karta sekcije Sarajevo, R 1: 300 000. Geografski institut JNA, Beograd
318. \*\*\*(1956): Topografska karta sekcije Sjenica 2, R 1: 50 000. Vojnogeografski institut, Beograd
319. \*\*\*(1961): Topografska karta sekcije Vidin, R 1: 300 000. Geografski institut JNA, Beograd
320. \*\*\*(1953): Topografska karta sekcije Višegrad 4, R 1: 50 000. Vojnogeografski institut, Beograd
321. [www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija](http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija) (Republički hidrometeorološki zavod Srbije. Klimatologija)
322. [www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/](http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/) (Angiosperm Phylogeny Website. Version 12, July 2012)
323. [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org) (The plant list 2010. Version 1)

324. [www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?410502](http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?410502) USDA, ARS, National Genetic Resources Program. (*Germplasm Resources Information Network - (GRIN)* [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland.(10 August 2012)
325. ((<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/39282> (Deutsch Wikipedia); posećeno 19.01.2013. godine)

**Prilog 1:** Tabela fizičkih osobina zemljišta

Lokalitet	Broj profila	Dubina profila	Granulometrijski sastav							
			2.0-	0.2-	0.06-	0.02-	0.006-	manje od	Ukupno	
			0.2mm	0.06mm	0.02mm	0.006mm	0.002mm	0.002mm	pesak	glina+prah
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Jastrebac	1	0 - 10	23.50	18.00	13.00	21.00	9.50	15.00	54.50	45.50
		10 - 45	25.70	17.10	8.80	17.10	11.30	20.00	51.60	48.40
Jastrebac	2	0 - 15	31.90	12.20	12.20	22.80	8.80	12.10	56.30	43.70
		15 - 50	23.10	17.30	7.90	21.10	14.50	16.10	48.30	51.70
Jastrebac	3	0 - 13	20.50	30.40	19.60	16.20	6.90	6.40	70.50	29.50
		13 - 40	22.10	42.50	11.20	12.20	5.90	6.10	75.80	24.20
Goč	1	0 - 15	20.10	28.60	15.50	13.50	5.10	17.20	64.20	35.80
		15 - 55	18.80	35.80	9.30	10.20	6.90	19.00	63.90	36.10
Goč	2	0 - 8/10	15.20	36.30	14.30	12.90	6.40	14.90	65.80	34.20
		8/10 - 73	25.30	29.90	7.80	9.40	7.00	20.60	63.00	37.00
Rudnik	1	0 - 12	11.10	24.60	22.50	19.30	8.30	14.20	58.20	41.80
		12 - 52	7.10	26.50	16.00	23.80	8.20	18.40	49.60	50.40
Rudnik	2	0 - 15/20	11.10	14.50	25.70	20.10	7.50	21.10	51.30	48.70
		15/20 - 47	10.60	14.30	18.00	22.80	11.70	22.60	42.90	57.10
Stara planina	1	0-18	65.00	15.80	2.10	7.40	3.90	5.80	82.90	17.10
		18-50	32.10	42.70	2.60	6.90	5.70	10.00	77.40	22.60
Stara Planina	2	0-14	58.00	18.60	4.10	8.70	3.50	7.10	80.70	19.30
		14-48	44.00	27.60	4.10	9.60	5.80	8.90	75.70	24.30
Golija	1	0-10	18.90	24.20	15.50	19.80	8.40	13.20	58.60	41.40
		10-35	17.60	28.00	10.60	16.80	9.00	18.00	56.20	43.80
Golija	2	35-50	18.60	33.10	12.10	14.70	7.10	14.40	63.80	36.20
		0-10	19.60	25.80	17.40	14.90	7.40	14.90	62.80	37.20
Javorje	1	10-50	14.60	26.90	10.80	18.60	10.00	19.10	52.30	47.70
		0-23	28.10	16.90	18.10	18.20	7.60	11.10	63.10	36.90
Javorje	2	23-52	34.90	13.50	6.50	17.70	11.70	15.70	54.90	45.10
		0-11	25.50	18.10	7.80	14.50	11.60	22.50	51.40	48.60
Biogradska Gora	1	11-51	25.20	16.80	8.10	22.70	10.40	16.80	50.10	49.90
		0-14	11.70	25.80	22.90	21.40	8.00	10.20	60.40	39.60
Biogradska Gora	2	14-60	18.40	13.70	14.20	29.70	11.50	12.50	46.30	53.70
		0-9	2.20	16.20	28.20	33.20	10.40	9.80	46.60	53.40
Perućica	1	9-50	2.80	10.30	18.90	40.30	14.00	13.70	32.00	68.00
		0-28	6.00	11.10	12.30	30.00	17.10	23.50	29.40	70.60
Perućica	2	28-37	7.70	8.50	7.10	30.00	20.10	26.60	23.30	76.70
		0-31	2.80	11.50	14.10	27.30	18.40	25.90	28.40	71.60

**Prilog 2: Tabela hemijskih osobina zemljišta**

Lokalitet	Broj profila	pH		Y <sub>3</sub> cm NaOH	(T - S)	S	T	V (%)	Humus (%)	C (%)	N (%)	C/N	Lakopristupačni	
		H <sub>2</sub> O	KCl										P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		cmol/kg											mg/100g	
1	1	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	
Jastrebac	1	4,44	3,80	66,70	43,39	18,62	62,01	30,03	14,02	8,13	0,68	11,90	3,80	18,10
		4,77	4,12	37,04	24,07	8,56	32,63	26,23	4,84	2,80	0,29	9,60	0,30	5,30
Jastrebac	2	4,42	3,75	56,70	36,85	17,34	54,19	32,00	11,97	6,94	0,62	11,20	14,50	20,80
		4,86	4,04	36,58	23,78	10,02	33,80	29,64	5,26	3,05	0,33	9,20	18,00	9,00
Jastrebac	3	4,82	4,12	43,90	28,53	30,88	59,41	51,98	9,64	5,59	0,48	11,60	10,30	14,70
		5,15	4,35	26,52	17,24	18,98	36,22	52,40	3,08	1,79	0,18	9,90	11,40	6,50
Goč	1	4,08	3,40	98,50	64,03	11,86	75,89	15,63	20,24	11,74	0,85	13,80	13,00	17,40
		4,90	4,20	41,61	27,05	5,08	32,13	15,81	7,70	4,46	0,39	11,40	4,50	4,70
Goč	2	3,96	3,37	100,99	65,64	14,60	80,24	18,20	21,76	12,62	0,77	16,40	9,80	18,50
		4,80	4,30	35,21	22,89	6,00	28,89	20,77	6,60	3,83	0,35	10,90	1,20	4,40
Rudnik	1	4,83	4,14	61,27	39,83	19,16	58,99	32,48	13,81	8,01	0,71	11,30	3,50	24,50
		4,98	4,18	38,87	25,26	13,14	38,40	34,22	5,05	2,93	0,35	8,40	0,30	12,70
Rudnik	2	4,21	3,56	121,42	78,92	15,52	94,44	16,43	26,25	15,23	1,33	11,50	6,00	17,00
		4,70	4,02	64,02	41,61	11,30	52,91	21,36	12,02	6,97	0,78	8,90	7,30	10,35
Stara Planina	1	0-18	4,27	3,64	31,75	20,64	0,00	20,64	0,00	4,19	2,43	0,19	12,79	2,55
		18-50	4,51	3,88	33,00	21,45	0,00	21,45	0,00	3,00	1,74	0,14	12,43	0,80
Stara Planina	2	0-14	4,63	3,96	22,50	14,63	2,20	16,83	13,08	4,07	2,36	0,23	10,26	2,00
		14-48	4,67	3,96	26,50	17,23	0,00	17,23	0,00	3,51	2,04	0,21	9,69	1,00
Golija	1	0-10	4,21	3,53	71,87	46,72	5,00	51,72	9,67	14,87	8,62	0,67	12,87	5,10
		10-35	4,62	4,09	48,12	31,28	0,00	31,28	0,00	4,91	2,85	0,22	12,94	0,30
Golija	2	35-50	4,74	4,30	34,75	22,59	0,00	22,59	0,00	3,56	2,06	0,15	13,77	2,70
		0-10	3,90	3,35	120,83	78,54	0,00	78,54	0,00	16,04	9,30	0,63	14,77	6,15
Javorje škrljac	1	10-50	4,46	3,87	29,00	18,85	1,00	19,85	5,04	4,37	2,53	0,20	12,67	0,00
		0-23	5,02	4,43	43,33	28,16	17,00	45,16	37,64	12,72	7,38	0,73	10,11	7,60
Javorje	2	23-52	5,23	4,42	28,50	18,53	3,50	22,03	15,89	4,75	2,76	0,32	8,61	4,90
		0-11	4,68	4,09	34,50	22,43	0,00	22,43	0,00	3,57	2,07	0,25	8,28	1,15
Biogradska Gora	1	0-14	5,42	4,74	37,92	24,65	20,70	45,35	45,65	14,13	8,20	0,73	11,23	1,40
		14-60	5,27	4,40	30,00	19,50	7,00	26,50	26,42	4,13	2,40	0,25	9,58	0,00
Biogradska Gora	2	0-9	5,92	5,35	22,50	14,63	29,90	44,53	67,15	14,50	8,41	0,65	12,94	1,40
		9-50	5,92	5,15	14,25	9,26	6,80	16,06	42,33	3,31	1,92	0,18	10,67	0,00
Perućica	1	0-28	6,87	6,24	8,75	5,69	39,90	45,59	87,52	8,53	4,95	0,56	8,83	0,00
		28-37	7,56	6,68	1,67	1,09	46,60	47,69	97,72	6,56	3,80	0,46	8,27	1,25
Perućica	2	0-31	6,87	6,37	8,75	5,69	44,00	49,69	88,55	13,28	7,70	0,66	11,67	0,00

Legenda:

Y- hidrolitička kiselost

(T-S)- ukupna količina kiselih jona (katjona)

S- suma baza

T- totalni kapacitet adsorpcije za katjone

V- stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa bazama





*Lamium galeobdolon* (L.)Cr.

+

+

1,2

I

Samo u po jednom snimku u spratu prizemne flore su zabeleženi: *Aconitum vulparia* Rchb, *Campanula glomerata* L, *Prunus avium* L, *Campanula patula* L, *Galium aparine* L, *Solidago virgaurea* L, *Acer platanoides* L, *Asperula taurina* L, *Lunaria rediviva* L, *Geranium pheum* L, *Impatiens noli-tangere* L, *Aconitum anthora* L, *Lilium martagon* L, *Geranium macrorrhizum* L, *Gentiana lutea* L, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Aruncus vulgaris* (Maxim) Raf, *Aconitum lamarckii* (Ten)Nyman, *Sambucus nigra* L, *Ranunculus lanuginosus* L, *Hesperis matronalis* L, *Calamintha grandiflora* (L)Moen, *Myosotis sylvatica* Ehrh, *Fragaria vesca* L, *Aconitum pentheri* Hayek, *Moehringia trinervia* (L) Clairv, *Geum urbanum* L, *Sorbus aucuparia* L, *Vaccinium myrtyllus* L, *Dactylorhiza maculata* (L)Soo, *Hieracium murorum* L, *Viola silvestris* Lam, *Helleborus odorus* Waldst.&Kit. i *Campanula latifolia* L.

Prilog 4: Fitocenološka tabela za zajednicu <i>Piceo-Abietetum</i> Čolić 1965 ( <i>Piceo-Fago-Abietetum</i> Čolić 1965) subas. <i>heldreichetosum</i>															
Asocijacija	<i>Piceo-Abietetum</i> Čolić 1965 ( <i>Piceo-Fago-Abietetum</i> Čolić 1965)														
Subasocijacija	<i>heldreichetosum</i> Gajić														
Lokalitet	Golija-Goljijska reka										Stara planina-Toplodolska reka-Belege				
Broj snimka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5
Odeljenje	49	49	49	49	49	50	50	50	50	50	59	60	60	61	61
Nadmorska visina (m)	1700	1650	1650	1650	1450	1400	1400	1400	1450	1450	1600	1500	1500	1600	1600
Ekspozicija	N	N	E	NE	NE	N	N	NW	N	NE	N	NE	NE	NW	NW
Nagib (°)	20	20	25	20	25	20	20	30	25	30	40	40	35	30	25
SPRAT DRVEĆA															
Sklop	0.8	0.6	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7
Srednja visina (m)	25	24	28	30	25	26	26	30	28	28	15	24	22	23	15
Srednji prečnik (cm)	22	20	30	32	23	26	23	34	34	40	22	35	30	30	23
Srednje rastojanje (m)	4	5	4	3	4	4	5	5	4	5	4	6	6	5	4
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	1.1	1.1	2.2	2.2	3.3	3.3	2.2	2.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1
<i>Fagus moesiaca</i> (Maly)Czecz.	+	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	3.4	1.2	3.3	3.3	3.3	2.2	2.2	4.4	1.1
<i>Picea abies</i> (L.)Karst.	4.3	4.4	3.4	3.2	1.2	1.1	+	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	+	2.2
<i>Abies alba</i> Mill.										+	1.2	2.2	1.1	1.1	2.2
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+								+		1.1	+			1.1
<i>Betula pendula</i> Roth.															+
SPRAT ŽBUNJA															
Sklop	0.1	0.3	0.2	0.4	0.4	0.6	0.4	0.3	0.1	0.4	0.7	0.2	0.2	0.3	0.1
Srednja visina (m)	1	3	2	1	2	2	3	4	2	2	4	3	3	3	2
<i>Fagus moesiaca</i> (Maly)Czecz.		+	+	+		4.4	2.2	1.1		2.2	3.3			2.2	
<i>Acer heldreichii</i> Orph.		+2	+	1.2	1.2						1.2	2.2	1.1	1.1	
<i>Sorbus aucuparia</i> L.		+		+	+				+	+	+			+	
<i>Picea abies</i> (L.)Karst.	+		+	1.3	1.2			1.1			+				
<i>Sambucus racemosa</i> L.				+			+					+			
<i>Abies alba</i> Mill.											+	+	1.1		
<i>Ribes alpinum</i> L.												1.2			
SPRAT PRIZEMNE FLORE															
Pokrovnost	0.4	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
<i>Rubus hirtus</i> Waldst&Kit.	+2	+2	+2		+2	3.4	2.3	2.2	1.2	2.3		+		1.1	
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	1.3	3.3	1.2	2.2	2.2	3.3	2.2	3.2			+		2.2	2.2	1.1
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Ehend.	2.3	1.2	1.3	+2	+2				1.2	+					
<i>Veratrum album</i> L.	+	+	+3	+	+2	2.2	1.2								
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	+2	+2	1.2	3.3	4.4					1.1				1.1	+
<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A. Kern.	+2	+	+2	3.4	2.2	1.2							+		
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	+	+2	+2	+	+2						1.1			+	1.1
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	+		+	+					+	2.2	1.2	+	+	1.1	
<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) Al.	1.1	+2	1.3	+2							+		+	+	
<i>Poa nemoralis</i> L.		+2		3.3		1.2		1.1				+		1.1	+
<i>Rubus idaeus</i> L.			+	+	1.2		1.2				1.2	1.2	1.1	+	2.2
<i>Paris quadrifolia</i> L.	+2	+	1.2	+2	+2		+								
<i>Anemone nemorosa</i> L.			+2	+2	+2		2.3	1.2		1.1					
<i>Stellaria nemorum</i> L.		+	+2			2.3	2.3								
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.				+2		1.1		1.2	+						
<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst & Kit.							2.3	1.1	+	1.1					
<i>Picea abies</i> (L.)Karst.		+		+2	+										+
<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz.						+	1.1	2.2					+		
<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaud.	+2								+2		1.1			1.1	3.3
<i>Senecio nemorensis</i> L.									1.1		1.1	+	+		
<i>Festuca drymeia</i> Mert.											4.4	4.4	4.4	1.1	1.1
<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.			+	+2											
<i>Lilium martagon</i> L.			+	+											
<i>Fagus moesiaca</i> (Maly)Czecz.					+				1.1						
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.						+	1.1								
<i>Geranium robertianum</i> L.						+		+							
<i>Ajuga reptans</i> L.						+			1.1						
<i>Parietaria officinalis</i> L.							1.1	1.1							
<i>Dryopteris carthusianorum</i> Pter.									2.2	1.2					
<i>Sambucus nigra</i> L.	+														
<i>Lactuca muralis</i> (L.)Gaertn.	+														
<i>Sorbus aucuparia</i> L.			+											+	
<i>Geum urbanum</i> L.				+											
<i>Myosotis silvatica</i> Ehrh.						1.1									
<i>Fragaria vesca</i> L.						+									
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.)Wilmott									2.2						
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	+2	+1			+										
<i>Abies alba</i> Mill.									+					+	
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.										1.2	+			+	
<i>Epilobium angustifolium</i> L.										1.2			+		
<i>Senecio fuchsii</i> Gmelin.		+				1.1									
<i>Hypericum montanum</i> L.													1.1	+	1.1
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.)Roth											+	2.2			
<i>Vaccinium myrtilus</i> L.											+	1.1			
<i>Prunella vulgaris</i> L.													1.2	1.1	
<i>Ranunculus plataniifolius</i> L.											1.1				
<i>Rumex acetosa</i> L.												+			
<i>Arum maculatum</i> L.														+	

Stepen prisutnosti



## BIOGRAFIJA AUTORA

Marko Perović je rođen 23.07.1977. године u Somboru. Osnovnu školu i gimnaziju je završio u Beogradu. Studije Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu je upisao školske 1996/97. godine, a diplomirao je 04.02.2002. sa prosečnom ocenom u toku studija 9.00.

Školske 1999/2000. je bio angažovan u svojstvu studenta-demonstratora na izvođenju praktične nastave na predmetu Petrografija sa geologijom kore raspadanja. Od školske 2000/01. radi na predmetu Dendrologija, prvo u svojstvu studenta-demonstratora, a od 08.05.2002. je primljen u radni odnos sa zvanjem asistenta-pripravnika na predmetu Dendrologija. Poslediplomske studije na Šumarskom fakultetu u Beogradu iz oblasti Ekologija šuma je upisao školske 2002/03. godine. Magistarski rad pod nazivom „Morfološke, ekološke i anatomske karakteristike planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) u centralnoj Srbiji“ je odbranio na Šumarskom fakultetu u Beogradu 02.11.2007. i time stekao akademsko zvanje magistra šumarskih nauka. U zvanje asistenta za užu naučnu oblast Ekologija šuma je izabran 05.06.2008. године.

U dva navrata je boravio na Johan Heinrich von Thünen institutu u Hamburgu, Nemačka: 23.02.-23.05.2004. и 26.11-22.12.2007. kao stipendista Univerziteta u Hamburgu, radi specijalizacije iz naučnih oblasti Anatomija drveta i Dendrohronologija. Takođe u dva navrata, 20.07.-25.07. 2009. i 08.05-25.05.2013, je boravio u Institutu za biljnu genetiku u Firenci, Italija, radi specijalizacije u naučnoj oblasti Genetika, kao Stipendista Evropske organizacije za saradnju u nauci i tehnologiji (COST). U periodu 25.07-15.10. 2010. године je boravio na šumarskom fakultetu Georg-August univerziteta u Getingenu, Nemačka, radi specijalizacije u naučnoj oblasti Genetika.

Učestvovao je na većem broju naučnih projekata koje je finansiralo Ministarstvo nauke Republike Srbije. Do sada je objavio 20 naučnih i nekoliko stručnih radova, uključujući i Praktikum iz Dendrologije za osnovne studije na Univerzitetu u Beogradu-Šumarskom fakultetu.

Govori engleski, nemački i ruski jezik, a služi se francuskim.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а мр Марко Перовић

број уписа \_\_\_\_\_

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

„Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора (*Asper heldreichii* Orph.) у Србији“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 06.12.2013.

Перовић Марко

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора \_\_\_мр Марко Перовић

Број уписа \_\_\_\_\_

Студијски програм \_\_\_Екологија шума

Наслов рада \_\_\_"Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског  
јавора (*Acer heldreichii* Orph.) у Србији"

Ментор \_\_\_др Раде Цвјетићанин, ванредни професор Универзитета у Београду-  
Шумарског факултета

Потписани \_\_\_мр Марко Перовић

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској  
верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног  
репозиторијума Универзитета у Београду.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског  
звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум  
одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне  
библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 06.12.2013.

Перовић Марко

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора (*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 06.12.2013.

Потпис докторанда

Петровић Марко