

UNIVERZITET U BEOGRADU

ŠUMARSKI FAKULTET

Marijana R. Novaković-Vuković

**FLORISTIČKE KARAKTERISTIKE ŠUMA
CRNOG I BELOG BORA NA
SERPENTINITU I PERIDOTITIMA U
ZAPADNOJ I CENTRALNOJ SRBIJI**

doktorska disertacija

Beograd, 2015.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Маријана Р. Новаковић-Вуковић

**ФЛОРИСТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
ШУМА ЦРНОГ И БЕЛОГ БОРА НА
СЕРПЕНТИНИТУ И ПЕРИДОТИТИМА У
ЗАПАДНОЈ И ЦЕНТРАЛНОЈ СРБИЈИ**

докторска дисертација

Београд, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF FORESTRY

Marijana R. Novaković-Vuković

**FLORISTIC CHARACTERISTICS OF
AUSTRIAN PINE AND SCOTS PINE
FORESTS ON SERPENTINE AND
PERIDOTITES IN WESTERN AND
CENTRAL SERBIA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

Mentor:

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

Komisija:

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

dr Dragica Vilotić, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta

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

dr Milorad Janić, vanredni profesor Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta

Datum odbrane:

U toku izrade disertacije nailazila sam na brojne probleme, ali sam u njihovom rešavanju imala dragocenu pomoć kolega, prijatelja i porodice, kojima se najsrdačnije zahvaljujem.

Najveću zahvalnost dugujem mentoru, dr Radu Cvjetićaninu, koji je imao poverenja u mene, podržavao me i savetovao, počev od izbora teme pa sve do završetka rada na disertaciji.

Posebnu zahvalnost dugujem kolegama sa Instituta za Šumarstvo, dr Ljubinku Rakonjcu i dr Aleksandru Lučiću, na velikoj podršci tokom terenskih istraživanja, koja sigurno ne bi bila završena u ovom roku bez njihove pomoći.

Veliku pomoć kod prikupljanja i analize pedoloških podataka imala sam od dr Olivera Košanin. Kod obrade meteoroloških podataka pomogla mi je dr Violeta Babić. Oko herbarizovanja i determinacije herbarskog materijala, kao i tehničkih problema vezanih za disertaciju, veliku pomoć sam imala od mojih najbližih saradnika, dr Marka Perovića i MSc Vladana Lukića. Kod izrade karata veliku pomoć su mi pružili mr Brano Vamović, dr Boris Vakanjac i MSc Dragan Borota. U prikupljanju literature puno mi je pomogao dr Sead Vojniković, vanredni profesor Šumarskog fakulteta u Sarajevu, koji mi je takođe dao dosta korisnih saveta tokom izrade same disertacije.

Zahvaljujem se članovima komisije, akademiku dr Vladimiru Stevanoviću, dr Milanu Kneževiću, dr Dragici Vilotić i dr Miloradu Janiću, na korisnim primedbama i sugestijama u toku izrade ovog rada.

Zahvaljujem se svim kolegama iz Srbijašuma koji su našli vremena i mogućnosti da mi pomognu prilikom terenskih istraživanja.

Posebnu zahvalnost dugujem porodici, koja je uvek stajala uz mene i bila mi velika podrška, a najviše sam zahvalna sinu Petru, kome posvećujem ovaj rad.

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 Marijana Novaković-Vuković, šumarski inženjer
Mentor/ Komentor (MN):	dr Rade Cvjetićanin, vanredni profesor Univerziteta u Beogradu-Šumarskog fakulteta
Naslov rada (NR):	Florističke karakteristike šuma crnog i belog bora na serpentinitu i peridotitima u zapadnoj i centralnoj Srbiji
Jezik publikacije (JZ):	Srpski/ latinica
Jezik izvoda (JI):	Srpski/ engleski
Zemlja publikovanja (ZP):	Srbija
Geografsko područje (UPG):	Srbija
Godina (GO):	2015
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, 245 strana, 260 literaturnih navoda, 79 tabela, 15 slika, 79 grafikona, 1 karta, 32 priloga
Naučna oblast (NO):	Biotehničke nauke
Uža naučna oblast:	Ekologija šuma
UDK:	630*18(497.11)(043.3)
Čuva se (ČU):	Biblioteka Šumarskog fakulteta, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija
Važna napomena (VN):	-

FLORISTIČKE KARAKTERISTIKE ŠUMA CRNOG I BELOG BORA NA SERPENTINITU I PERIDOTITIMA U ZAPADNOJ I CENTRALNOJ SRBIJI

Rezime

U radu su proučene florističke karakteristike šumskih fitocenoza crnog (*Pinus nigra* Arnold) i belog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Srbiji, kao i ekološki uslovi u kojima se nalaze proučavane zajednice. Za područje istraživanja je odabrano pet lokaliteta: Tara, Šargan, Zlatibor i Pešter, koji se nalaze u zapadnoj Srbiji, kao i Kopaonik, koji je smešten u centralnoj Srbiji.

Od ekoloških karakteristika staništa proučene su: klimatske, orografske, geološka podloga i zemljišta. Na osnovu klimatskih podataka određene su opšte odlike klime istraživanih područja i izračunati sledeći parametri: bioklimatska klasifikacija po Lang-u i Kepen-u, hidrički bilans po Torntvajt-u, Kernerov stepen kontinentalnosti i De Martonov indeks suše. Na istraživanim lokalitetima, prema Langovoj bioklimatskoj klasifikaciji, klima je humidna, kao i prema Torntvajtovoju klasifikaciji. To je tipično šumsko područje gde voda stalno otiče, a šume se nalaze u optimalnim klimatskim uslovima za rast i razvoj. Geološka podloga istraživanih područja je ista na svim lokalitetima, a nju čine serpentinit, peridotiti i serpentinisani peridotiti. Analiza je pokazala prisustvo sledećih tipova zemljišta na istraživanim lokalitetima: eutrično humusno silikatno zemljište (ranker) na serpentinitu, posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu i eutrično smeđe zemljište na serpentinitu. U okviru ovih tipova izdvojeno je nekoliko varijeteta i formi.

Na području Zlatibora, Tare, Šargana, Peštera i Kopaonika opisane su tri šumske fitocenoze: *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957, *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 i *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963. Sve tri zajednice pripadaju svezi *Orno-Ericion* Horvat 1959, redu *Erico-Pinetalia* Oberdorfer 49 *emend.* Ht 1959 i razredu *Erico-Pinetea* Ht 1959. Fitocenološke karakteristike istraživanih sastojina su utvrđene na osnovu 95 fitocenoloških snimaka koji su uzeti standardnim metodom Braun Blankea (Braun Blanquet-a). Fitocenološki snimci su uzimani u tri aspekta: rano

proleće, prelaz proleće-leto i u leto. Na bazi florističkog sastava izdvojene su subasocijacije i izračunati su indeksi diverziteta i izjednačenosti.

Podaci o orografskim parametrima koji su dobijeni analiziranjem položaja oglednih površina pokazuju da zajednica crnog bora zauzima manje nadmorske visine, veće nagibe i u najčešćem slučaju zaklonjene ekspozicije. Zajednica belog bora zauzima veće nadmorske visine, blaže nagibe i zaklonjene ekspozicije. Zajednica crnog i belog bora se javlja na nešto većim nadmorskim visinama nego crni bor, na malo blažim nagibima i takođe na zaklonjenim ekspozicijama, ali se sve te vrednosti približavaju vrednostima kod crnog bora. U sve tri fitocenoze su najbrojnije biljne vrste iz familije *Rosaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae* i *Fabaceae*. Sve šumske fitocenoze na istraživanim područjima u spektru životnih oblika imaju najviše hemikriptofita, čija je brojnost najveći u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951. U spektru areal tipova kao zbirni dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip, čije prisustvo je najveće u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957. Odnos biljaka prema vlažnosti pokazuje da su u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 najbrojnije vrste koje teže kserofilnim, u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 je podjednako učešće kserofilnih i mezofilnih vrsta, dok su u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 brojnije mezofilne vrste. Prema količini azota u zemljištu sve zajednice su oligotrofno-mezotrofnog karaktera. U zajednicama *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 i *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 su najbrojnije polusciofilno-heliofilne vrste, dok u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 dominiraju polusciofilne vrste. Spektar cenološke karakterističnosti pokazuje da u svim zajednicama najveće prisustvo imaju heliofilne (termofilne) vrste.

Floristički najbližnje šume crnog i šume belog i crnog bora rastu na Tari i Šarganu, čemu svakako doprinosi i fizička bliskost navedenih lokaliteta. Na osnovu florističkog sastava i stanišnih karakteristika može se zaključiti da se šuma crnog i šuma belog i crnog bora na Kopaoniku najviše razlikuje u poređenju sa ovim šumama na drugim istraživanim lokalitetima. Ovde su stanišni uslovi ekstremniji a beli bor je na granici svog ekološkog minimuma.

Šume belog bora na istraživanim lokalitetima se u nekim slučajevima mogu naći i na nižim nadmorskim visinama, i tada se po florističkom sastavu približavaju šumama crnog i šumama crnog i belog bora. Šume belog bora većih nadmorskih visina u svom florističkom sastavu imaju značajan broj vrsta vezanih za bukovo-jelove i smrčeve šume, sa kojima su sindinamski povezane.

Poseban značaj šumama crnog i belog bora na istraživanim lokalitetima daje prisustvo endemičnih vrsta: *Allyssum markgrafii* O.E.Schulz., *Centaurea phrygia* L. subsp. *bosniaca* (Murb.) Hayek, *Crocus veluchensis* Herbert, *Euphorbia glabriflora* Vis., *Knautia dinarica* (Murb.) Borbas subsp. *dinarica*, *Melampyrum hoermannianum* K. Malý, *Potentilla visiani* Pančić, *Thymus praecox* subsp. *jankae* (Celak.) Jalas (syn. *Thymus jankae*), *Stachys recta* L. ssp. *baldacii*, *Stachys scardica* (Griseb.) Hayek, *Silene sendtneri* Boiss. i *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi.

Ključne reči: crni bor, beli bor, *Pinus nigra* Arnold, *Pinus sylvestris* L., floristički sastav, 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. Marijana Novaković-Vuković
Menthor (MN):	Ph. D. Rade Cvjetičanin, associate profesor of University of Belgrade-Faculty of Forestry
Title (TI):	Floristic characteristics of Austrian pine and Scots pine forests on serpentine and peridotites in western and central 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):	2015
Publisher (PU):	The Authorsk reprint
Publication place (PP):	11030 Belgrade, Kneza Višeslava 1
Physical description (PD):	10 chapters, 245 pages, 260 references, 79 tables, 15 figures, 79 graphs, 1 map, 32 contents
Scientific field (SF):	Biotechnological sciences
Scientific discipline (SD):	Forest ecology
UC:	630*18(497.11)(043.3)
Holding data (HD):	Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade
Note (N):	-

FLORISTIC CHARACTERISTICS OF AUSTRIAN PINE AND SCOTS PINE FORESTS ON SERPENTINE AND PERIDOTITE IN WESTERN AND CENTRAL SERBIA

Summary

Floristic characteristics of forest plant communities of Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Serbia, as well as ecological condition in which these communities grow were studied in this research. Five localities where chosen for this research: Tara, Šargan, Zlatibor and Pešter, which are situated in western Serbia, as well as Kopaonik, which is situated in central Serbia.

Researched ecological site characteristics are: climate, orographic conditions, geologic bedrocks and soils. Common climate characteristics were established based on meteorological data and following parameters were calculated: bioclimatic classification according to Lang and Keppen, Thornthwaite's climate index, climate continentality level and De Martonne aridity index. Climate is humid, according to Lang, as well as according to Thornthwaite's climate index. It is typical forest area where water constantly flows, and forests are situated in optimal climate conditions for growth and development. Geologic bedrock is the same on every locality, composed of serpentine, peridotites and serpentinized peridotites. Next soil types are described according to analysis: eutric humus-siliceous soil (ranker) on serpentine, brownised eutric humus-siliceous soil on serpentine and eutric brown soil on serpentine. Several types and forms are described within these types.

In the region of Zlatibor, Tara, Šargan, Pešter and Kopaonik, three forest plant communities are identified: *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957, *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 and *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963. These plant communities belong to alliance *Orno-Ericion* Horvat 1959, order *Erico-Pinetalia* Oberdorfer 49 *emend.* Ht 1959 and class *Erico-Pinetea* Ht 1959. Phytocoenological characteristics of the analyzed stands were determined by taking 95 phytocoenological relevés using the standard method of Braun Blanquet. Phytocoenological relevés were taken in three vegetation aspects: early spring, spring-summer and summer.

Subassociations were set apart on the basis of floristic composition and diversity indices and evenness were calculated.

Information on orographic parameters, provided by analysing position of research areas, showed that communities of Austrian pine grow on lower altitude, higher inclination and shaded exposition in most cases. Community of Scots pine were found on higher altitude, milder inclinations and shaded expositions. Community of Austrian and Scots pine was found on slightly higher altitude than Austrian pine community, on slightly milder inclinations and on shaded expositions as well, but all these values are closer to values characteristic for Austrian pine community. In all three plant communities the most numerous species belong to *Rosaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae* and *Fabaceae* families. Hemicryptophytes are majority of life form spectrum in all plant communities on researched sites, with it's biggest count in community *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951. In areal type spectrum, Central-European type and Central-Caucasian type together prevail, most commonly present in community *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957. Plant correlation with humidity shows that in *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 community the most numerous species are approaching to xerophyl, while *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 community has more mesophilic species. According to nitrogen quantity in soil, all the communities are oligotrophic-mesotrophic. In *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 and *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 communities most of the species are semisciophilous-heliophilous, whilst in *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 community semisciophilous species prevail. Coenological characteristic properties spectrum points out prevalence of heliophilic (thermophilic) species in all plant communities.

Floristically most similar Austrian pine and Scots pine forests grow on Tara and Šargan, where physical proximity of these localities significantly contribute to this similarity. Based on floristic structure and site characteristic it can be concluded that Austrian pine forest and Scots and Austrian pine forest on Kopaonik differ most, compared to these forests on other researched localities. The site conditions are more extreme here, and Scots pine is on the limit of its ecological minimum.

Scots pine forests on researched localities could be found on lower altitudes, and in those cases they are approaching to Austrian pine forests and Scots and Austrian pine forests in terms of floristic composition. Scots pine forests on higher altitudes have a significant number of species related to beech-fir and spruce forests, to which they are sindynamically connected with.

Presence of endemic species: *Allyssum markgrafii* O.E.Schulz., *Centaurea phrygia* L. subsp. *bosniaca* (Murb.) Hayek, *Crocus veluchensis* Herbert, *Euphorbia glabriflora* Vis., *Knautia dinarica* (Murb.) Borbas subsp. *dinarica*, *Melampyrum hoermannianum* K. Malý, *Potentilla visiani* Pančić, *Thymus praecox* subsp. *jankae* (Celak.) Jalas (syn. *Thymus jankae*), *Stachys recta* L. ssp. *baldacii*, *Stachys scardica* (Griseb.) Hayek, *Silene sendtneri* Boiss. i *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, provides special significance to Austrian pine and Scots pine forests on researched localities.

Key words: Austrian pine, Scots pine, *Pinus nigra* Arnol, *Pinus sylvestris* L., floristic composition, plant communities

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PROBLEM I CILJ ISTRAŽIVANJA.....	4
3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....	5
3.1. Pregled dosadašnjih istraživanja flore i vegetacije na ofiolitima.....	5
3.2. Sindinamski odnosi u bazifilnim borovim šumama (razred <i>Erico-Pinetea</i> Ht. 19....	9
3.3. Prethodna istraživanja zemljišta.....	12
4. TAKSONOMSKI POLOŽAJ BELOG (<i>Pinus sylvestris</i> L.) I CRNOG BORA (<i>Pinus nigra</i> Arnold).....	14
4.1. Areal i morfološki opis belog bora (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	15
4.2. Areal i morfološki opis crnog bora (<i>Pinus nigra</i> Arn.).....	16
5. OBJEKTI ISTRAŽIVANJA.....	19
5.1. Geografski položaj i stanišni uslovi istraživanih područja.....	19
6. METOD RADA.....	22
6.1. Prikupljanje podataka.....	22
6.2. Obrada podataka.....	23
7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	27
7.1. Klimatske karakteristike istraživanih područja.....	27
7.1.1. Temperatura vazduha.....	29
7.1.2. Pluviometrijski režim.....	30
7.1.3. Relativna vlažnost vazduha.....	33
7.1.4. Vetar.....	33
7.1.5. Tip oticanja vode i potreba za navodnjavanjem.....	34
7.1.6. Bioklimatska klasifikacija po Langu.....	35
7.1.7. Stepen kontinentalnosti.....	36

7.1.8. Klasifikacija klime po Torntvajtu.....	37
7.1.9. Ombrotermni dijagrami (klimadijagrami) Gosena i Valtera.....	38
7.2. Geološke karakteristike istraživanih područja.....	40
7.3. Zemljišta istraživanih područja.....	44
7.3.1. Zemljišta u zajednici crnog bora.....	45
7.3.1.1. Posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (9/2011), Šargan.....	45
7.3.1.2. Jako skeletno, eutrično humusno silikatno zemljište (10/2011), Šargan.....	46
7.3.1.3. Jako skeletno, plitko eutrično humusno silikatno zemljište (11/2011), Šargan.....	46
7.3.1.4. Posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (12/2011), Šargan.....	46
7.3.1.5. Skeletno, eutrično humusno-silikatno zemljište na serpentinitu (15/2011 i 16/2011), Tara.....	47
7.3.1.6. Srednje skeletno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (1/2010), Kopaonik.....	47
7.3.1.7. Koluvijalno, eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (3/2010), Pešter.....	47
7.3.2. Zemljišta u šumi belog i crnog bora.....	48
7.3.2.1. Eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 1/2011), Zlatibor.....	48
7.3.2.2. Plitko eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 2/2011), Zlatibor.....	48
7.3.2.3. Plitko eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 3/2011), Zlatibor.....	48
7.3.2.4. Plitko eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 4/2011), Zlatibor.....	49
7.3.2.5. Plitko, jako skeletno, litično eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 5/2011), Zlatibor.....	49
7.3.2.6. Skeletno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 2/2010), Kopaonik.....	49
7.3.2.7. Srednje duboko, srednje skeletno eutrično smeđe zemljište na serpentinitu (profil 14/2011), Tara.....	49

7.3.2.8. Plitko, srednje skeletno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 13/2011), Tara.....	50
7.3.2.9. Duboko, eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 6/2010), Šargan.....	50
7.3.3. Zemljišta u zajednici belog bora.....	50
7.3.3.1. Posmeđeno, jako skeletno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil: 6/2011), Zlatibor.....	51
7.3.3.2. Srednje duboko eutrično smeđe zemljište na serpentinitu (profil: 7/2011), Zlatibor.....	51
7.3.3.3. Posmeđeno, jako skeletno eutrično smeđe zemljište na serpentinitu (profil: 8/2011), Zlatibor	52
7.3.3.4. Posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 5/2010), Pešter.....	52
7.3.3.5. Eutrično smeđe zemljište na serpentinitu (profil 4/2010), Pešter.....	52
7.4. Florističke i vegetacijske karakteristike istraživanih područja.....	54
7.4.1. Šuma gočkog crnog bora sa crnjušom (Ass. <i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957.....	54
7.4.1. 1. Floristički sastav i karakteristike staništa.....	55
7.4.1. 2. Filogenetski spektar.....	58
7.4.1.3. Spektar životnih oblika.....	58
7.4.1.4. Spektar areal tipova.....	61
7.4.1.5. Odnos biljaka prema vlažnosti.....	64
7.4.1.6. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu.....	65
7.4.1.7. Odnos biljaka prema svetlosti.....	66
7.4.1.8. Spektar cenološke karakterističnosti.....	67
7.4.1.9. Poređenje zajednice <i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957 po istraživanim lokalitetima.....	68
7.4.2. Šuma belog i crnog bora (Ass. <i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951).....	79
7.4.2.1. Floristički sastav i karakteristike staništa.....	79
7.4.2.2. Filogenetski spektar.....	82
7.4.2.3. Spektar životnih oblika.....	83

7.4.2.4. Spektar areal tipova.....	85
7.4.2.5. Odnos biljaka prema vlažnosti.....	88
7.4.2.6. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu.....	89
7.4.2.7. Odnos biljaka prema svetlosti.....	90
7.4.2.8. Spektar cenološke karakterističnosti.....	91
7.4.2.9. Poređenje zajednice <i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951 po istraživanim lokalitetima.....	92
 7.4.3. Šuma belog bora i crnjuše na ofiolitima (Ass. <i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963).....	102
7.4.3.1. Floristički sastav i karakteristike staništa.....	102
7.4.3.2. Filogenetski spektar.....	105
7.4.3.3. Spektar životnih oblika.....	105
7.4.3.4. Spektar areal tipova.....	108
7.4.3.5. Odnos biljaka prema vlažnosti.....	111
7.4.3.6. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu.....	112
7.4.3.7. Odnos biljaka prema svetlosti.....	113
7.4.3.8. Spektar cenološke karakterističnosti.....	114
7.4.3.9. Poređenje zajednice <i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963 po istraživanim lokalitetima.....	115
 7.4. 4. POREĐENJE ISTRAŽIVANIH ZAJEDNICA.....	125
7.4.4.1. Orografske i strukturne karakteristike istraživanih zajednica.....	125
7.4.4.2. Filogenetski spektar.....	129
7.4.4.3. Spektar životnih oblika.....	130
7.4.4.4. Spektar areal tipova.....	131
7.4.4.5. Odnos biljaka prema vlažnosti.....	132
7.4.4.6. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu.....	133
7.4.4.7. Odnos biljaka prema svetlosti.....	134
7.4.4.8. Spektar cenološke karakterističnosti.....	135
7.4.4.9. CCA analiza ekološko-vegetacijskih podataka istraživanih zajednica.....	137
 7.4.5. INDEKSI DIVERZITETA I IZJEDNAČENOSTI ISTRAŽIVANIH ZAJEDNICA.....	140

8.DISKUSIJA.....	145
8.1. Klimatske karakteristike istraživanih područja.....	145
8.2. Geološka podloga.....	147
8.3. Zemljišta istraživanih područja.....	148
8.4. Sintaksonomska pripadnost šuma crnog i belog bora.....	150
8.5. Orografske karakteristike istraživanih zajednica.....	151
8.6. Endemične vrste.....	153
8.7. Filogenetski spektar.....	154
8.8. Spektar životnih oblika.....	155
8.9. Spektar areal tipova.....	156
8.10. Odnos biljaka prema vlažnosti.....	158
8.11. Odnos biljaka prema količini azota u zemljišti.....	158
8.12. Odnos biljaka prema svetlosti.....	158
8.13. Spektar cenološke karakterističnosti.....	159
8.14. Poređenje borovih šuma na istraživanim lokalitetima.....	162
9.ZAKLJUČCI.....	168
10. LITERATURA I IZVORI.....	173
PRILOZI.....	194

1. UVOD

Serpentinska flora i vegetacija, kao jedan segment flore i vegetacije Srbije, postale su interesantne istraživačima još u XIX veku, da bi se u prvoj polovini XX veka ova istraživanja intenzivirala. Detaljna, višegodišnja i sistematska istraživanja serpentinske flore i vegetacije u Srbiji uradila je Zagorka Pavlović tokom 50-ih i 60-ih godina prošlog veka. Autorka se bavila proučavanjem flore, kao i livadske i šumske vegetacije na serpentinskoj geološkoj podlozi, ali je akcenat njenih proučavanja ipak bio na borovim šumama. Borove šume su proučavali Gajić *et al.* 1954; Jovanović, 1959, 1972; Jović i Tomić, 1985; Gajić *et al.* 1992; Rakonjac 2002; Novaković 2008 i dr., ali bez detaljnijeg poređenja ovih šuma između lokaliteta i utvrđivanja njihovih sličnosti i razlika. Ovaj rad se bavi detaljnim proučavanjem florističkih karakteristika borovih šuma kao i ekoloških karakteristika staništa, da bi se utvrdile sličnosti i razlike između šuma crnog, šuma crnog i belog i šuma belog bora, kao i njihove specifičnosti na pojedinim lokalitetima.

Južna Evropa, Pirinejsko, Apeninsko i Balkanskog poluostrvo, zajedno sa Krimom, planinama Anadolije i Kavkazom, generalno su prihvaćeni kao refugijalna područja, u okviru kojih su mnoge vrste drveća uspele da prežive hladni period pleistocena (Jasińska *et al.* 2014). Balkansko poluostrvo je bilo jedno od najznačajnijih refugijalnih područja Evrope, jer je imalo topliju klimu usled svog geografskog položaja, pa tu glacijacija nije došla do punog izražaja. To se naročito odnosi na zapadne delove poluostrva, gde su tokom glacijacije temperaturne promene bile relativno male (Bennett *et al.* 1991). Pretpostavka je da su tada na Balkanu julske temperature bile samo 5° C niže nego danas (Kutzbach and Guetter, 1986; Kutzbach *et al.* 1993, prema Willis, 1994). Balkansko poluostrvo se odlikuje i raščlanjenim reljefom (zaklonjene tople doline, južne planinske padine, pobrđa), što je omogućilo da se na ovom području održe biljne vrste koje su u drugim delovima Evrope nestale, a usled nepovoljnog pravca pružanja planinskih masiva bila im je jako otežana mogućnost vraćanja na prvobitna staništa u toku interglacijalnih perioda (Janković, 1984; Janković, 1990, prema Perović, 2013). Na ovom području vrste umerenih predela su našle povoljne mikroklimatske uslove za svoj opstanak tokom ledenog doba, egzistirajući u malim ali otpornim populacijama (Willis, 1994; Willis and van Andel, 2004). Na Balkanu značajne površine zauzimaju populacije belog i crnog bora, a ove dve vrste predstavljaju tercijerne relikte i obuhvataju više podvrsta i varijeteta (Soto *et al.* 2010).

Prema nekim autorima, upravo je Balkansko poluostrvo označeno kao refugijalni region odakle vodi poreklo većina današnjih Evropskih populacija belog bora (Ćelepirović *et al.* 2009; Sannikov i Petrova, 2012; Sannikov *et al.* 2014). Šume crnog i belog bora čine značajan kompleks azonalnih i orografsko-edafski uslovljenih šuma na ofiolitskim masivima centralne i istočne Bosne, kao i zapadne i donekle centralne Srbije. One u Srbiji zauzimaju oko 126 000 ha i u ukupnom šumskom fondu Srbije učestvuju sa 5.6%, od čega je 70.5% u državnom vlasništvu (Banković *et al.* 2009). Mnogi autori ove šume smatraju reliktnim uglavnom zbog edifikatorske uloge crnog bora (*Pinus nigra* subsp. *gocensis* Vid.) koji je sa disjunktним arealima pojedinih podvrsta tipični tercijerni relik (Tatić i Tomić, 2006). „Šume crnog bora su većinom reliktnog karaktera i potiču iz ranijih perioda, kada su prilike za njihovo rasprostranjenje bile znatno povoljnije, tj. iz „borove faze” u sekularnoj sukcesiji vegetacije postglacijalnog perioda. Na ovim supstratima, s obzirom na ekstremne stanišne prilike u pogledu orografskih faktora, koji uslovljavaju formiranje zemljišta na jednom od početnih stadija pedogeneze, nastaju rendzine na dolomitu i humusno silikatna zemljišta na serpentinitu. Ovim trajnim stadijama pedogeneze odgovaraju i trajni stadiji vegetacije-šume crnog bora” (Stefanović 1963, prema Tomanić, 1970).

Ponegde su se ove šume očuvale na zaklonjenim mestima, koja su uglavnom nepristupačna, tako da možemo videti primarni karakter crnoborovih zajednica. Zajednice borova se nalaze na grebenima, strmim padinama, na specifičnoj geološkoj podlozi i plitkim zemljištima, i u svom sastavu su sačuvale endemoreliktnе vrste. Međutim, retke su borove šume koje su sačuvane u svom primarnom obliku; uglavnom su one danas degradirane, nekada predstavljene samo fragmentom fitocenoza. Proučavanje flore i vegetacije degradiranih borovih šuma takođe ima velikog značaja, jer može biti od koristi u sprovođenju uzgojnih zahvata koji će pomoći popravljajući stanja datih šuma, a kod pionirskih fitocenoza može predvideti sledeće stadije i faze i pomoći stvaranju optimalnijih uslova za njihov razvoj.

Takođe, pored primarnih, česte su i sekundarne zajednice borova, jer je crni bor poznat kao pionirska vrsta koja osvaja druga staništa. Kada su borovi u pitanju, česti su primeri progresivne sukcesije, gde bor osvaja staništa balkanskog kitnjaka, bukve-jele, bukve-jele-smrče i drugih. Sukcesije vegetacije su vrlo važna oblast fitocenologije, jer predstavljaju najvidljiviji izraz dinamike u prirodi. Sukcesije predstavljaju vremenski sled različitih životnih zajednica na jednom prostoru sa nizom spontanih, međusobno povezanih i međusobno uslovljenih evolutivnih procesa samoorganizacije ekosistema

(Glavač, 1996). Antropogenim uticajima nastale su različite sukcesije vegetacije, čije proučavanje ima veliko teoretsko i praktično značenje.

Šume crnog i belog bora imaju veliki ekološko-privredni značaj, tako da se mora osigurati trajna vrednost ovih šuma, uz održivo korišćenje i njihovu zaštitu. Proučavanje zajednica crnog i belog bora u korelaciji sa istraživanjem svojstava i proizvodnog potencijala zemljišta, treba da bude polazna osnova i okvir za dugoročno planiranje gazdovanja u ovim šumama i očuvanje njihove ekološko-proizvodne vrednosti. Borovi imaju jako male zahteve prema hranljivim materijama iz zemljišta, pa su kao pionirske vrste značajne prilikom pošumljavanja površina zahvaćenih erozijom. Na ekstremnim staništima ove šume su trajnog karaktera i imaju veliku ulogu u očuvanju biodiverziteta.

2. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Na teritoriji Srbije u okviru bazifilnih šuma borova zabeleženo je više zajednica, od kojih najšire rasprostranjenje imaju šume crnog bora, zatim mešovite šume crnog i belog bora, a najmanje su zastupljene beloborove šume. Najdetaljniji prikaz ovih šuma sa fitocenološkog aspekta dala je Pavlović, (1964). Ipak, proučavanja i poređenja ovih šuma sa više lokaliteta nisu rađena. Autorka je sve šume crnog i belog bora objedinila u asocijaciju *Pinetum silvestris nigrae* Pavlović 1951, naglasivši da će u daljim proučavanjima šume borova možda biti označene kao samostalne asocijacije, tako da je većina autora u svojim kasnijim istraživanjima ove šume razdvojila u zasebne fitocenoze.

Istraživanja koja su sprovedena na području Zlatibora, Tare, Šargana, Peštera i Kopaonika imala su za cilj:

- utvrđivanje ekoloških karakteristika staništa, kao i njihov uticaj na rasprostranjenje crnog i belog bora;
- ispitivanje florističkih karakteristika šuma crnog i belog bora;
- međusobnu komparaciju istraživanih šuma radi utvrđivanja odnosa i razlika između pojedinih šumskih sastojina;
- utvrđivanje pravaca mogućih sukcesija;
- određivanje sintaksonomske pripadnosti istraživanih šuma crnog i belog bora.

Iz navedenih ciljeva proizilaze zadaci ovog istraživanja:

- određivanje površina u šumi na kojima su uzimani fitocenološki snimci;
- utvrđivanje klimatskih karakteristika istraživanih područja;
- skupljanje herbarskog materijala radi utvrđivanja florističkog sastava istraživanih zajednica;
- determinacija prikupljenih biljnih vrsta;
- otvaranje pedoloških profila radi utvrđivanja tipova zemljišta;
- prikupljanje verodostojnih podataka iz literature, interneta i dr., koji će biti korišćeni prilikom pisanja rada.

3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

3.1. Pregled dosadašnjih istraživanja flore i vegetacije na ofiolitima

Proučavanje serpentinske flore i vegetacije na Balkanu, najvećem serpentinskom masivu Evrope, počelo je u XIX veku. Brojni naučnici su se zainteresovali za ova istraživanja, između ostalih Boissier, Heldreich, Haussknecht, Halácsy, Pančić i Baldacci (Stevanović *et al.* 2003). Prvi podaci o serpentinskoj flori Srbije datiraju takođe iz XIX veka. Začetnik ovih proučavanja bio je Josif Pančić, koji je 1859. godine zabeležio svoja zapažanja o serpentinskoj flori po brdima u srednjoj Srbiji, što predstavlja prvi rad o serpentinskoj flori u svetu. Svoja istraživanja nastavio je sedam godina kasnije, obilazeći serpentinite Mokre Gore, Zlatibora, Raške i Kopaonika. Posle Pančića, istraživanje serpentinske flore i vegetacije u Srbiji (Vasić i Diklić, 2001) nastavili su Adamović (1909) i Košanin (1914). Za zapadnu Srbiju i floru njenih serpentinskih staništa (Fukarek *et al.* 1974) posebno su značajni radovi češkog botaničara Františka Novaka (1926, 1927, 1928, 1929). Kasnije se počelo sa dosta detaljnijim proučavanjem serpentinske flore kao i biljnih zajednica na ovim geološkim podlogama.

Rajevski (1949) je proučavao borove šume u predelima od Mokre Gore do reke Uvac, koje su degradirane do neplodnih kamenjara, ali se bor ipak obnavlja, bilo pojedinačno ili grupimično.

Lintner (1949) je, proučavajući vegetaciju Crnog vrha kod Priboja, došao do zaključka da su se crnoborove šume u prošlosti spuštale sve do reke Lim, ali su usled antropogenog uticaja te površine značajno smanjene, a padine velikih nagiba su pretvorene u pašnjake ili goleti. Vegetacija je opisana fragmentarno, bez izdvajanja pojedinačnih fitocenoza. Detaljniji opis šumske vegetacije Crnog vrha kod Priboja daje Novaković, 2008.

Gajić *et al.* (1954) u pregledu šumskih fitocenoza planine Maljen navode da su najrasprostranjenije borove šume, koje su najviše i uništavane, pa su mahom pretvorene u pašnjake i livade. Zato su heterogenog sastava, jer se u njima, pored karakterističnih vrsta borovih šuma, pojavljuju korovski, pašnjački, livadski i drugi elementi. Autori borove šume Maljena raščlanjuju na sledeće fitocenoze:

- 1) šume crnog bora,
- 2) šume belog bora,

- 3) šume crnog i belog bora i
- 4) šume crnog bora sa *Sesleria rigida*.

Karadžić (1994) borove šume Maljena prema florističkom sastavu grupiše u 4 varijante, označene kao subasocijacije: *allyssetosum*, *hypochoeretosum*, *anthericetosum* i *chamaespartietosum*. Florističku diferencijaciju analiziranih fitocenoza uslovljava visinski gradijent klimatskih faktora i stepen razvijenosti zemljišta.

Gajić (1955) je proučavao recentnu sukcesiju šuma na planini Suvobor. Autor navodi da pojedini elementi flore koji su se do sada zadržali pokazuju da su tu nekada bili prisutni borovi, i to na staništima gde se danas nalaze hrastovi i bukva.

Jovanović (1959) daje prikaz fitocenoze crnog bora na Goču, u okviru klimaregionalne šume *Abieti-Fagetum serbicum*. Opisana je asocijacija *Potentillo-Pinetum gočensis*, sa tri subasocijacije: *euphorbietosum*, *humilietosum* i *myrtilletosum*. U svojim kasnijim istraživanjima (1972) autor navodi da ranije opisana asocijacija na Goču, po svom florističkom sastavu, jednim delom ulazi u *Erico-Pinetum nigrae* (Pavl.) Jov. 1959.

Vukićević (1964) na serpentinitima Goča opisuje zajednicu hrasta kitnjaka i crnog graba (*Ostryeto-Quercetum petraeae serpentinicum*) i izdvaja tri subasocijacije: *cotinetosum*, *seslerietosum* i *fagetosum*. Autorka navodi da je ova zajednica prelaz između borovih i kitnjakovih šuma, odnosno čini kariku u sukcesivnom nizu razvoja vegetacije na serpentinitskoj podlozi od borovih ka bukovo-jelovim šumama.

U vezi sa ekološkim uslovima, florističkim sastavom i bioekološkim svojstvima crnog bora, Jovanović (1972) na Kopaoniku izdvaja dve asocijacije:

- 1) *Erico-Pinetum nigrae* (Pavl.) Jov. 1959. sa tri subasocijacije:
subass. *aremonietosum*, gde preovlađuju vrste evroazijskog flornog elementa,
subass. *veronicetosum*, gde preovlađuju termofilne vrste submediterana i
subass. *geranietosum*, gde još više dolazi do izražaja submediteranski karakter

2) *Euphorbio glabriflorae-Pinetum nigrae* Jov. 1959., koja zauzima znatno manje površine od prethodne, na većim nagibima, i po florističkom sastavu se približava zajednici *Erico-Pinetum nigrae* (Pavl.) Jov. subass. *geranietosum*.

Mišić i Panić (1989) opisuju borove šume na desnoj obali Studenice, na serpentinitu. Šume su jako degradirane, na šta upućuje veliko prisustvo bujadi (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck), koja često izgrađuje velike facijese. Na nekim mestima facijese izgrađuje kupina (*Rubus tomentosus* Bork.), a na nekim trave.

Detaljnim proučavanjem serpentinske flore i vegetacije u Srbiji bavila se Pavlović (1950, 1951, 1953, 1955-1, 1955-2, 1962, 1964, 1974). U vegetacijskom smislu, detaljno je proučila planinu Zlatibor, i zaključila da su ovde borove šume najrasprostranjeniji tip šumske vegetacije, i uglavnom su reliktnog karaktera. Potiskivanje bora listopadnim drvećem u recentnom dobu je odraz prirodnog smenjivanja drveća u postglacijalnom periodu. Autorka navodi da su ovi kompleksi šume samo ostaci nekadašnjih prostranih i lepo razvijenih šuma koje su postepeno uništavane. Borove šume na serpentinitu je svrstala u zajednicu *Pinetum nigrae-silvestris*, izdvojivši tri facijesa: *ericosum*, *sesleriosum* i *herbosum*.

Gajić *et al.* (1992) opisuju borove šume na serpentinitima planine Tare, navodeći tri asocijacije: *Erico-Pinetum nigrae serpentinicum* Krause 57, *Erico-Pinetum sylvestrae serpentinicum* Stefanović 1963 i *Pinetum sylvestris-nigrae serpentinicum* Pavlović 1951. Šuma crnog bora *Erico-Pinetum nigrae serpentinicum* Krause 57 zauzima nadmorske visine od 880 do 1000 m i nagibe od 10-35°. *Pinus nigra* Arnold dominira u prvom spratu, dok je *Pinus sylvestris* L. jako redak. Šuma belog bora *Erico-Pinetum sylvestrae serpentinicum* Stefanović 1963 u prvom spratu ima uglavnom beli bor (*Pinus sylvestris* L.), dok su crni bor (*Pinus nigra* Arnold) i smrča (*Picea abies* (L.) Karst) retko zastupljeni. Iz grupe borovih šuma, najređa je zajednica belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae serpentinicum* Pavlović 1951), koja u spratu drveća, pored gotovo podjednakog učešća edifikatora, sadrži i smrču.

Cvjetićanin (1988) je proučavao ekologiju u rasprostranjenju kitnjaka na serpentinitima Goča. Cvjetićanin (1999) na serpentinitima Goča, Suvobora i Zlatibora opisuje 6 asocijacija, među kojima je najzastupljenija mešovita šuma crnog bora i balkanskog kitnjaka (*Pino nigrae-Quercetum dalechampii serpentinicum* Cvjetićanin 1999), koja alternira sa čistim šumama crnog bora.

Rakonjac (2002) opisuje zajednicu *Potentillo-Pinetum nigrae gočensis* Jovanović 1959, na serpentinskoj podlozi planine Ozren, koja predstavlja sekundarnu šumu, zauzimajući visoke položaje do 1500 m n.v. Autor navodi da se crni bor ovde nalazi u svojim optimalnim edafskim i klimatskim uslovima. Takođe, na Pešterskoj visoravni zabeležio je i zajednicu belog bora *Erico-Pinetum sylvestris serpentinicum* Stefanović 1963, u blizini granice sa Crnom Gorom, koja se javlja u isprekidanom arealu, od 1300 do 1550 m n.v. Ova šuma je zastupljena na svim ekspozicijama. Kulture crnog i belog bora na području Sjeničke kotline je proučavao Tošić (1968, 1991).

Na veliki serpentinski masiv Zlatibora u Srbiji nadovezuje se lanac u istočnoj Bosni, oko Višegrada i Rudog. Prvi botaničar koji je proučavao serpentinsku floru Bosne (Fukarek *et al.* 1974) bio je Otto Sendtner, a kasnije se za tu floru posebno zanimao Karlo Maly. U svojim istraživanjima serpentinske flore i vegetacije Balkana, Krause i Ludwig (1957) su se posebno osvrnuli na Gostović u Bosni. Detaljnim proučavanjem flore i vegetacije serpentinskih nalazišta u Bosni u svojim radovima se bavila Ritter-Studnička (1963, 1970, 1971). Ovaj masiv je na teritoriji Bosne razbijen, i sa prekidima se proteže od severozapada ka jugoistoku. Po autorki, najveće površine zauzimaju bazofilne šume crnog bora i hrasta kitnjaka, i to kao trajna stadija, jer je zbog edafskih prilika razvoj vegetacije prema zajednicama bukovih šuma otežan. Zato se na tim površinama nalazi šarenilo vegetacije, koje nastaje kao posledica smenjivanja klimatski i edafski uslovljenih biljnih zajednica. Izdvojena je zajednica crnog bora *Seslerio serbicae-Pinetum* Rit. 1970., sa područja sliva Krivaje i u istočnoj Bosni (Varda-Rudo), sa karakterističnim sastavom flore-pretežno vrsta serpentinoфita, koje su vezane za ekstremno topla staništa crnog bora, na nadmorskoj visini od 300 do 800 m.

Bojadžić (1969) za čiste sastojine crnog bora na serpentinitu u gazdinskoj jedinici „Turija” u Bosni navodi da pripadaju zajednici *Erico-Pinetum nigrae* na pseudogleju zaravnjenih položaja. Autor smatra da crni bor ovde naseljava hrastova staništa koja je ova vrsta napustila jer joj više ne odgovaraju (plitka, suva, insolirana, opožarena, napadnuta od stoke i sl).

Em (1962, 1963, 1978) govori o bazofilnim borovim šumama Makedonije, gde se na dolomitskim krečnjacima, dolomitima i serpentinitu sreću crnoborove zajednice posebnog tipa. Borove šume na strmim stranama i ekstremnim stanišnim uslovima imaju obeležja reliktnih zajednica i odlikuju se velikom stabilnošću, usled odsustva konkurentnih vrsta. Međutim, borova stabla su malih dimenzija i nisu u ekološkom optimumu. Sasvim drugog karaktera su borove šume koje nastaju širenjem bora sa njegovih prirodnih staništa, posle požara ili dejstva antropogenih faktora. To je sekundarna borova šuma koja je zauzela prostor klimatogene šume. Tu je bor u svom ekološkom optimumu, ali daleko od svog biocenotskog optimuma.

Treba napomenuti da se značajne površine sa serpentinskom geološkom podlogom nalaze i u Bugarskoj, gde je istraživanja flore i zemljišta, između ostalih, u novije vreme vršila Pavlova (2001, 2009, 2010, 2012).

3.2. Sindinamski odnosi u bazofilnim borovim šumama (razred *Erico-Pinetea* Ht. 1959)

Borove šume, kao i svi organizmi i ekosistemi, nisu statične, već predstavljaju vrlo dinamične sisteme koji se menjaju kroz vreme. Praćenje tih promena koje se dešavaju u prirodi predstavlja jedan od fundamentalnih koncepata istraživanja kako u fitocenologiji, tako i u ekologiji uopšte. Nastanak, razvoj, sukcesivne promene i razgradnju (propadanje) biljnih zajednica proučava sindinamika (grč. *syn* – sa + *dynamis* – sila, snaga, - tok razvitka, menjanje neke pojave pod uticajem sila → dinamika zajednice). Redosled smenjivanja različitih fitocenoza u toku promene vegetacije Klements je nazvao sukcesijom (Tomić, 2004). Pored termina „sukcesija”, sve češće se koristi naziv vegetacijska dinamika (grč. *dynamis* – sila, snaga, → tok razvitka, menjanje neke pojave pod uticajem sila). Crni bor, kao pionirska vrsta, popravljajući uslove staništa, čime omogućava naseljavanje zahtevnijih vrsta, pa je sukcesija u borovim šumama jako izražena. Dosta autora se u svojim istraživanjima borovih šuma dotaklo njihove sukcesije, zaključujući da su ove šume karika u sukcesivnom razvoju vegetacije ka mezofilnijim zajednicama.

Šume crnog i belog bora dinarskog područja su proučavane još početkom XIX veka. Tada su autori ukazivali na velike razlike u florističkom sastavu kopnenih i primorskih borovih šuma, kao i borovih šuma na dolomitima i serpentinitu. Detaljan sistematski pregled borovih zajednica dinarskog područja dao je I. Horvat (1959). Autor svezu *Orneto-Ericion* Ht 1958 deli na dve podsveze u zavisnosti od geološke podloge: na dolomitima *Orneto-Ericenion dolomiticum* Ht 1957, a na serpentinitima *Orneto-Ericenion serpentinicum* Ht apud. Krause et Ludw. 1957). U serpentinsku podsvezu spadaju i hrastove šume, sindinamski povezane sa borovim šumama, koje na serpentinitima Bosne predstavljaju sukcesiju prema vegetacijskom klimaksu. „Skupu borovih šuma na serpentinitima pripadaju i brojne sastojine hrastovih šuma, u kojima se s većom ili manjom pravilnošću nalaze vrste borovih šuma, ali se pojavljuju i novi elementi kao predznak, da hrast postepeno zauzima stanište bora nakon što su se u tlu zbile važne promjene uvjetovane prirodnim razvitkom vegetacije i tla” (Horvat, 1959).

Šuma belog bora, koja takođe pripada serpentinskoj podsvezi, samo je sporadično rasprostranjena u Srbiji. Nalazi se na većim nadmorskim visinama od crnoborove šume, a po mezofilnijim uslovima staništa i po florističkom sastavu približava se beloborovim šumama sveze *Pinion sylvestris* Lakušić 1972, koje pripadaju

redu *Vaccinio-Piceetalia* Br.-Bl. et al. 1939 em. K. Lund 1967). Šume ove sveze su sindinamski povezane sa zonalnim smrčevim i bukovo-jelovo-smrčevim šumama u ilirskoj provinciji (Tomić, 2006).

Jedan od začetnika proučavanja serpentinske flore, kao i sukcesije vegetacije na serpentinitima u Srbiji, bio je Josif Pančić (1859). Autor navodi da su serpentinski masivi u prošlosti bili prekriveni šumom, koja je usled dejstva antropogenog faktora uništena. Pišući o sukcesiji vegetacije, posebnu ulogu daje ruju (*Cotinus coggygria* Scop.), koji sprečava eroziju zemljišta, stvara povoljne mikroklimatske uslove za razvoj prizemne flore, što stvara uslove za razvoj drveća unutar šibljaka ruja.

Pavlović (1962, 1964) navodi da su čiste borove šume zapadne Srbije i jugoistočne Bosne starije od mešoviti borovo-lišćarskih i lišćarskih šuma. Autorka navodi da borove šume manjih nadmorskih visina smenjuju šume kitnjaka, a borove šume na većim visinama zamenjuju šume kitnjaka i bukve. Autorka takođe navodi da sukcesija u pravcu ovih šuma zavisi i od klimatskih i edafskih uslova konkretnog lokaliteta. Do sličnog zaključka je došla i Ritter-Studnička (1963) proučavajući borove šume na serpentinitima Bosne: „Postepeni prelaz borovih šuma u kserofilni tip šume kitnjaka može se vrlo često posmatrati na terenu. Prvo nastaju mješovite šume bora i kitnjaka, zatim postaje kitnjak sve češći, dok kitnjak najzad ne nadvlada. Sastojine ovog tipa razvijene su od 350 do 1000 m nadmorske visine, pretežno se nalaze na istočnim padinama, ali nisu rijetke ni na južnim i na zapadnim padinama.”

Bojadžić (1969, 2001) navodi da se ne može uzeti kao pravilo da hrast kitnjak zauzima staništa bora. „Na području GJ „Turijska” u Bosni bor se nalazi na staništima hrasta kitnjaka sa kojih je hrast iščezao, jer mu izvjesni ekološki uslovi nisu odgovarali, pa je bilo ugroženo i prirodno podmlađivanje njegovih sastojina. Ovdje se naprotiv osjeća snažnije nadiranje crnoga bora i povlačenje hrasta kitnjaka koji je očito u defanzivi usled degradacije tla ...”

Proučavanjem pionirskih vrsta i sukcesije vegetacije bavio se Čolić (1957, 1960). Autor se bavio pionirskom ulogom nekih drvenastih i žbunastih vrsta, koje su sposobne da formiraju inicijalne zajednice i pripreme uslove za progresivnu sukcesiju. Između ostalih, radio je sa crnim borom (*Pinus nigra* Arnold) i belim borom (*Pinus sylvestris* L.).

Sukcesijom vegetacije na požarištima u šumi crnog bora na serpentinitima bavila se Vukićević, (1965). Autorka navodi tri stadijuma razvitka na staništu crnog bora:

- 1) stadijum terofita;

2) stadijum *Vicia cracca-Lathyrus pratensis*;

3) stadijum *Potentilla opaca-Brachypodium pinnatum*.

Posle ova tri stadijuma dolazi do naseljavanja breze, koja će biti pretposlednji stadijum do potpunog stvaranja šume crnog bora.

Detaljnim istraživanjem sukcesije vegetacije na sečini zajednice kitnjaka i crnog bora na serpentinitima u Bosni bavio se Redžić (1988). Autor navodi da se, nakon čistih seča, na oceditijem staništu formiraju monodominantni facijesi *Brachypodium pinnatum*. Na toplijim mestima formiraju se facijesi *Thymus serpyllum* i *Agrostis capillaris*, koji postepeno prelaze u stadij sa *Pteridium aquilinum*, a ovaj prelazi u šikaru sa *Quercus petraea* i *Frangula alnus*. Na najtoplijim mestima formiraju se facijesi *Sesleria latifolia* i *Potentilla opaca* f. *malyana*, koji će tokom sukcesije postepeno preći u stadij *Lembotropis nigricans-Dorycnium germanicum*.

Tri godine posle seče u facijes sa *Brachypodium pinnatum* se naseljava *Molinia arundinacea*. Stadij *Brachypodium pinnatum-Molinia arundinacea* tokom sukcesije prelazi u stadij sa *Rubus* vrstama (*Rubus tomentosus* i *Rubus hirtus*), koji prelazi u stadij sa *Fraxinus ornus*.

Stadij *Lembotropis nigricans-Dorycnium germanicum*, u sistemu dalje sukcesije, prelazi u stadij sa *Cotinus coggygria*. Prelazni stadij sa *Quercus petraea* i *Frangula alnus*, kao i stadiji sa *Fraxinus ornus* i sa *Cotinus coggygria* će tokom dalje sukcesije, preko niza razvojnih stadija, preći u poodmakli stadij sa *Quercus petraea* i *Fraxinus ornus* (*Orno-Quercetum petraeae*). Razvojem sprata niskog drveća stvoriće se uslovi za naseljavanje crnog bora iz susednih sastojina, pa će se u bliskoj budućnosti formirati borovo-hrastova šuma *Querco-Pinetum nigrae serpentinicum*, koja će preći u klimatogenu šumu *Quercetum petraeae* s. lat.

Značajno je napomenuti da na sečini nisu konstatovane pionirske vrste breza i jasika, kao što je to slučaj u Srbiji (Vukićević, 1965), pa autor zaključuje da to „jasno ukazuje na specifičnost sistema sukcesije i u fitocenološki dosta sličnim zajednicama, a da se ne govori o sukcesiji na staništima ekološki udaljenih šumskih zajednica. ”

Za šume gočkog crnog bora Jović i Tomić (Jović i Tomić, 1985) navode da su uglavnom recentnog karaktera i vrlo dinamičnog razvoja. Detaljno su proučene na Goču, na evoluciono-genetskoj seriji zemljišta na peridotitima i serpentinitu. Dinamičnost recentnih crnoborovih šuma se ogleda u celom nizu faza razvoja, a razvoj fitocenoza i zemljišta teče u različitim smerovima:

- a) na manjim nadmorskim visinama i toplijim ekspozicijama prema šumi kitnjaka na serpentinitu (*Quercetum montanum serpentinicum*)
- b) na većim nadmorskim visinama i hladnijim ekspozicijama prema šumi bukve-jele na serpentinitu (*Abieto-Fagetum serpentinicum*).

Autori navode da je ekološki optimum gočkog crnog bora u terminalnim fazama razvoja-šumama crnog bora, bukve i jele (*Pino-Abieto-Fagetum*) na smeđim zemljištima na serpentinitu. Od primarnih do terminalnih faza razvoja izdvojeno je 11 ekoloških jedinica.

Kao što je već rečeno, borove šume predstavljaju veoma dinamične sisteme gde je sukcesija vegetacije ka mezofilnijim šumama veoma izražena. Međutim, pored progresivne, česta je i regresivna sukcesija, najčešće izazvana požarima koji se u borovim šumama jako brzo šire. Ograničavajući faktori sukcesije vegetacije na ultramafitima su stres izazvan deficitom vode i hranljivih materija, specifična kombinacija orografskih faktora, pre svega nagiba, a donekle i toksičnost teških metala (Chiarucci *et al.* 1998; Chiarucci *et al.* 2001)

3.3. Prethodna istraživanja zemljišta

Zemljišta na ofiolitima Balkana i Srbije detaljno su proučavana u više navrata (Živković, 1952; Ćirić, 1962; Antić *et al.* 1965; Antić *et al.* 1990; Avdalović i Jović 1991; Pavlović, 1998; Jović, 1977; Jović *et al.* 1986; Jović *et al.* 1987; Jović *et al.* 2009 i dr). Ovde će biti pomenuta samo prethodna istraživanja zemljišta na lokalitetima koji su obrađeni u ovom radu.

Zemljišta na serpentinisanim peridotitima Zlatibora proučavao je Živković, (1952). U tim istraživanjima opisana su sledeća zemljišta: planinska crnica, gajnjača i podzolasta zemljišta. Detaljnijim proučavanjem zemljišta u borovim šumama Zlatibora (*Pinetum nigrae silvestris* Pavl.) bavio se Jović, (1977). Autor je opisao sledeći evoluciono genetski niz zemljišta: skeletna serpentinska rendzina → organomineralna rendzina → posmeđena serpentinska rendzina → smeđe zemljište do stadije pseudogleja. Na Tari isti autor na serpentinskoj geološkoj podlozi opisuje samo posmeđenu serpentinsku rendzinu i smeđe zemljište na serpentinu. Takođe, navodi da se zemljišta na Tari, zbog hladnije i vlažnije klime, po hemijskom sastavu razlikuju od ostalih zemljišta na serpentinitu. Površinski deo profila obrazuje se pod uticajem klime i vegetacije, a tek donji deo profila je pod uticajem matičnog supstrata.

Knežević, (1992) navodi, na osnovu istraživanja Jovića, (1977) da su na serpentinitima Tare konstatovana dva člana evoluciono genetske serije na serpentinitima: posmeđeno humusno-silikatno zemljište i smeđe zemljište na serpentinitu. Kod smeđeg zemljišta na serpentinitu, autor izdvaja dve varijante:

-smeđa zemljišta hladnijih i vlažnijih lokaliteta

-smeđa zemljišta suvljih i toplih lokaliteta.

U okviru eutrično humusno-silikatnog zemljišta na Tari (A-C stadija), Knežević i Košanin (2009) izdvajaju sledeće forme: slabo, srednje i jako skeletnu.

Za zemljišta u crnoborovim šumama Kopaonika, Jovanović (1972) navodi da se kreću u okviru jedne jedine A-C stadije i među sobom se razlikuju samo stepenom evolucije mineralne i organske komponente, kao i dubinom. Ova dva momenta javljaju se i kao indikatori ekološke vrednosti zemljišta, odnosno boniteta staništa i sastojine.

Zemljište na kojem su razvijene sastojine crnog bora na Pešteru (Rakonjac, 2002), na serpentinskoj geološkoj podlozi, najvećim delom je humusno silikatno, eutrični ranker-koluvijalni. Samo retko je zabeleženo eutrično smeđe zemljište. Kada su u pitanju sastojine belog bora na ovoj podlozi, retko se nalaze na eutričnom rankeru, dosta češće su na eutričnom kambisolu.

Zemljišta u kulturama crnog i belog bora na Šarganu je proučavao Knežević, (2002). Autor navodi da u kulturama crnog bora preovlađuje eutrični ranker na serpentinitu, koji sadrži 65-70% skeleta, a da edafske karakteristike ukazuju na tipično stanište crnog bora (*Erico-Pinetum nigrae*). U kulturama belog bora zemljišta takođe pripadaju eutričnom rankeru na serpentinitu, ali su slabo do srednje skeletna, i zadovoljavaju potrebe belog bora. Fitocenološku pripadnost ovih staništa proučavao je Cvjetićanin, (2002), dok su vegetacijske karakteristike i stanje šumskih ekosistema u zaštićenom prirodnom dobru „Šargan-Mokra Gora” opisali Ostojić i Krsteski (2011).

Najdetaljniji prikaz pojasa termofilnih borovih šuma u Srbiji daju Jović i Tomić, (1985). Kompleks je podeljen na dve ceno-ekološke grupe: borove i kitnjakove šume, u okviru kojih je izdvojeno više ekoloških celina. Zemljišta čine uglavnom različite pedogenetske stadije razvoja: od inicijalnih i A-C stadija, koje su znatno češće, preko skeletnih smeđih i smeđih zemljišta, do lesiviranih i pseudooglejenih koja se javljaju srazmerno retko u ovom kompleksu.

4. TAKSONOMSKI POLOŽAJ BELOG (*Pinus sylvestris* L.) I CRNOG BORA (*Pinus nigra* Arnold)

Carstvo *EUCARYOTA*

Podcarstvo *CORMOBIONTA*

Odeljak *SPERMATOPHYTA*

Pododeljak *GYMNOSPERMAE*

Klasa (razred) *PINOPSIDA*

Potklasa *PINIDAE*

Red *PINALES*

Familija *PINACEAE*

Potfamilija *PINOIDEAE*

Rod *PINUS*

Podrod *PINUS*

PINUS NIGRA Arnold – crni bor

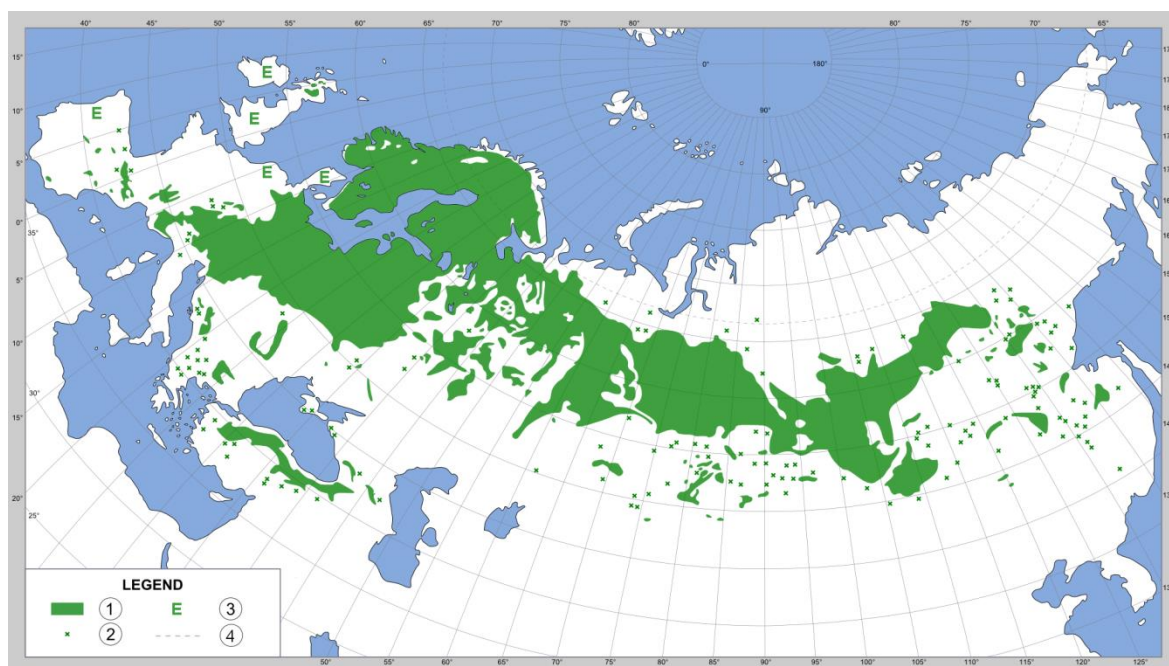
PINUS SYLVESTRIS L. - beli bor

Rod *Pinus* L. obuhvata oko 115 vrsta, mada različiti autori smatraju da je broj vrsta u okviru ovog roda između 105 i 125 (<http://en.wikipedia.org/wiki/pine>) i jedan je od najrasprostranjenijih rodova na severnoj hemisferi (Millar, 1993). Vrste ovog roda rastu u različitim stanišnim uslovima: od suptropskih krajeva do granice drveća, odnosno do visokih geografskih širina, uglavnom na severnoj hemisferi (Jovanović, 2007). Jedina vrsta iz roda *Pinus* koja je zabeležena južnije od Ekvatora je *Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese, koja se uglavnom javlja na planinama severne Sumatre (Mirov 1967, prema Gernandt *et al.* 2005). Borovi su drveće, mnogo ređe žbunovi. Grane su im u početku pravilno pršljenaste pa čine krošnju piramidalnom, a kasnije gube ovu pravilnost. Grančice se javljaju kao dugorasti i kratkorasti. Dugorasti nose samo na jednogodišnjim biljkama spiralno raspoređene pojedinačne četine, dok kratkorasti nose na sebi rukavce od suvog, ljuspastog lišća. Na kraju kratkorasta se nalazi snopić od 2, 3 ili 5 četina, koje su na poprečnom preseku polukružne ili trougaone i traju po više godina. Muški cvetovi stoje grozdasto nagomilani pri osnovi novog dugorasta, dok su ženski cvetovi opkoljeni pri osnovi ljuspama pupoljaka, javljaju se po jedan pri vrhu novog izbojka, po dva-tri naspramno ili po više njih u pršljenu. Šišarice su prilikom dozrevanja uglavnom viseće, a zru u drugoj ili trećoj godini. Zaštitne ljuspe su od početka manje od fertilnih ljuspi, koje su priljubljene

međusobno do zrenja semena. One imaju na svom gornjem slobodnom kraju zadebljali, jasno ograničeni deo - apofizu, na kojoj se obično nalazi jedan istaknuti deo - grbica (Jovanović, 2007). Većina borova ima jaku žilu srčanicu i jako, bočno daleko pruženo korenje.

4.1. Areal i morfološki opis belog bora (*Pinus sylvestris* L.)

Beli bor (*Pinus sylvestris* L.) je najrasprostranjenija vrsta bora na svetu (Vidaković, 1991) i zbog toga ima veliku ekološku toleranciju, uspeva u različitim klimatskim uslovima i na različitim geološkim podlogama. Iz tih razloga šumarski stručnjaci iz raznih oblasti bavili su se proučavanjem belog bora, njegovom složenom taksonomijom, plastičnošću, proizvodnošću stabala, njegovim genetičkim potencijalom i genetskim varijabilitetom (Eriksson, 2008). Tokom poslednjeg glacijalnog maksimuma beli bor se sklonio u toplije predele centralne i južne Evrope (Willis and van Adel, 2004), da bi se nakon tog perioda proširio u nove oblasti kada su se u njima stekli odgovarajući uslovi (Pyhäjärvi *et al.* 2008). Danas njegov areal obuhvata 2 700 km od severa do juga, i oko 14 000 km od istoka ka zapadu, širom Evrope i Azije (Volosyanchuk, 2002). Usled velike ekološke tolerancije, uspeva na hladnom severu (Sibir), u uslovima mediteranske klime južne Španije, kao i hladne, okeanske klime zapadne Škotske do suve kontinentalne klime centralne Evrope i Azije (Roche *et al.* 2009). U Evropi, beli bor raste uglavnom u severnom i centralnom delu, dok je na jugu ograničen na visoke planine u oblasti Mediterana (Boratynski, 1991, prema Castro *et al.* 2004). U okviru ovih granica, beli bor ima disjunktan areal. Geološke podloge i zemljišta na kojima raste su takođe različiti (Solon, 2003; Øyen *et al.* 2006): na severu se javlja na kiselim podlogama i podzolima, dok na jugu češće raste na bazičnim podlogama. Usled disjunktog areala koji obuhvata, varijabilnost belog bora je velika, pa je izdvojeno preko 150 taksona na osnovu stabla, grana, četina i šišarica (Mišić i Dinić, 2004). Širom Evrope, naročito tokom 16. i 17 veka, beli bor je introdukovan na različita staništa, naročito bukve-hrasta, tako da danas šume belog bora predstavljaju prirodnu potencijalnu vegetaciju ovih staništa, pa je njegovu prirodnu distribuciju teško ustanoviti (Kelly and Connolly, 2000). U Srbiji, beli bor od prirode raste u zapadnim i jugozapadnim predelima zemlje: Povlen, Maljen, Tara, Mokra Gora, Šargan, Zlatibor, Ozren (kod Sjenice), Radočelo, Kopaonik, Zlatar, Gola Brda-Ponor, Crni Vrh (kod Prijepolja) i Šar planina (Cvjetičanin i Perović, 2010.)



Slika 1 : Areal belog bora (*Pinus sylvestris* L.) (izvor: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons>)

Beli bor ima proređenu, svetlu krošnju, otvorenije boje nego kod crnog bora. U visinu raste do 40 m i dostiže veliku starost. Grane su u pršljenovima i ima manje piramidalnu krošnju, koja na plitkom terenu biva štitasta, amrelasta. Uglavnom ima razvijenu žilu srčanicu. Kora je u mladosti crvenkastosiva. Pluta se rano obrazuje. U donjem delu stabla kora sa plutom je debela po nekoliko cm, a u gornjem delu kora se ljuspa u vrlo sitne listiće žutocrvene boje - to je izumrli periderm.

Četine su većinom duge 4-5 cm, ređe 6-7 cm, krute, šiljate, na leđnoj (konveksnoj) strani zatvorenozeleno, na ravnoj, unutrašnjoj strani svetlozelene, po ivicama vrlo fino testeraste. Četine su po dve u rukavcu na kratkorastu i najčešće su uvijene oko svoje ose. Trajnost četina je 2-3 godine.

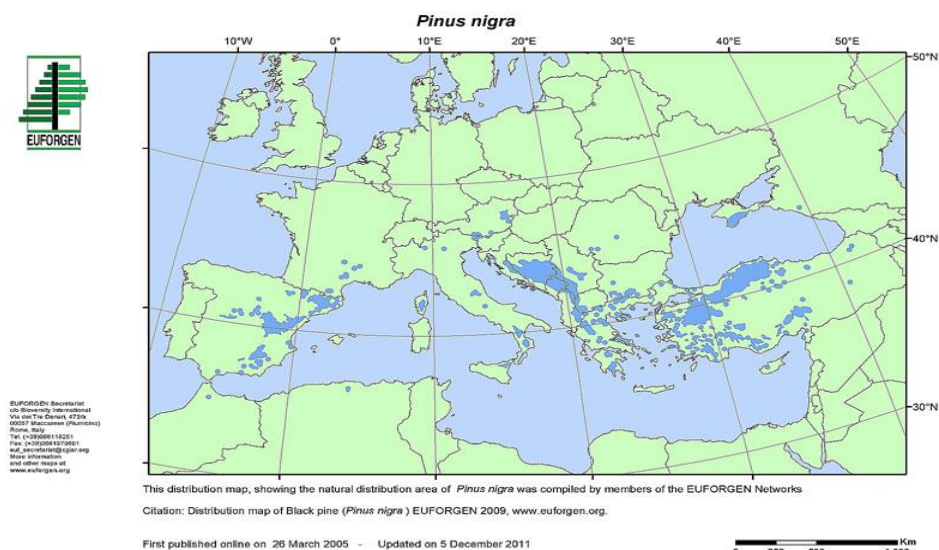
Beli bor cveta u maju ili junu. Fiziološku zrelost stablo dostiže između 15-25. godine života. Muške resice su jajaste, sumpornožute, gusto izrasle pri vrhu prošlogodišnjeg izbojka. Posle oplodjenja ženska šišarica se iskrivi naniže, postaje sivožuta i neznatno naraste do jeseni. Druge godine izrasta u zelenu šišaricu koja zri u oktobru i visi na dosta dugoj dršci. U martu ili aprilu treće godine ispada seme.

4.2. Areal i morfološki opis crnog bora (*Pinus nigra* Arnold)

Crni bor (*Pinus nigra* Arnold) pripada grupi Mediteranskih borova i ima disjunktan areal, zastupljen je u severnoj Africi, na zapadu Evrope u Španiji, prostire se

preko severnog Mediterana, a na istok ide do Crnog mora (Afzal-Rafii and Dodd, 2007, Rubio-Moraga *et al.*, 2012). Najveće rasprostranjenje ima u Turskoj (Sevgi and Akkemik, 2007). Usled disjunktog areala, vrsta je jako varijabilna, pa su neki autori smatrali da je crni bor agregat više malih vrsta, neki da je podeljen na brojne podvrste i varijetete ili da ima samo dve podvrste, tako da generalnog konsenzusa o taksonomiji crnog bora nema (Gerber *et al.* 1995). Bogunić *et al.* 2007. su na osnovu molekularnih istraživanja izdvojili šest podvrsta crnog bora: *salzmanni*, *nigra*, *dalmatica*, *pallasiana*, *laricio* i *mauretanica* (severna Afrika). Crni bor se javlja u mešovitim šumama zajedno sa *Pinus heldreichii*, *Pinus sylvestris*, *Pinus leucodermis*, *Pinus peuce*, gde sa nekima od njih gradi prirodne hibride (Dobrinov *et al.* 1982, prema Naydenov *et al.* 2006).

Kod nas, crni bor je najviše zastupljen (Cvjetičanin i Perović, 2010) u zapadnoj Srbiji (Tara, Povlen, Maljen, Zlatibor, Troglav, Čemerno, Crni Vrh kod Priboja), u centralnoj Srbiji (Goč, Stolovi, Kopaonik), a manje u istočnoj Srbiji (Zlatska klisura, Beljanica, klisura Sukovske reke, Suva planina i okolina Bosilegrada). I u Srbiji je uočena inter-populacijska genetska varijabilnost, što potvrđuje veliki genetski diverzitet ove vrste, pa je to bio razlog za njeno detaljnije proučavanje sa ovog aspekta u više navrata (Mataruga 2003; Vukin 2006; Lučić 2007; Lučić *et al.* 2010 i dr).



Slika 2 : Areal crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) (izvor: http://www.euforgen.org/distribution_maps.html)

Crni bor raste u visinu 20-30 m i spada među najskromnije vrste u pogledu staništa. Krošnja je u mladosti piramidalna, kasnije zaobljeno-jajasta a u dubljoj starosti se zasvodi na vrhu. Ima manju žilu srčanicu od belog bora, a na stenama se razvijaju

jake bočne žile. Kora crnog bora je u donjem delu svetlija i sa manje poprečnih brazda nego kod belog bora. Grančice-dugorasti su u mladosti gusto-smeđi, sjajni i pokriveni ljuspama u čijem su pazuhu bili kratkorasti. Ove ljuspe su jako konveksne i rebraste na leđima, debljanjem grančice se izgube. Pupoljci su cilindrični, većinom spojeni. Četine su po dve u rukavcu, traju po 4-5 godina. Po obodu su testeraste.

Crni bor na otvorenom počinje da cveta posle 15. godine, a u sklopu posle 30. godine. Cveta u maju. Muške cvasti su malo savijene. Ženski cvetovi stoje na gornjem delu novog izdanka, fertilne ljuspe su već u doba cvetanja više od tankih sterilnih ljuspi i završavaju se na vrhu trnastim izraštajem. Posle oprašivanja šišarice se zatvaraju. Od proleća druge godine brzo rastu i u jesen seme je zrelo. Zrele šišarice su odstojeće od grana, skoro sedeće. Šišarice se otvaraju treće godine u odnosu na cvetanje, obično u februaru-martu. Jedna je od najvažnijih vrsta koja se kod nas koristi za pošumljavanje ali je značajna i kao dekorativna vrsta (Vukićević, 1996).

5. OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Istraživanja u okviru disertacije su vršena na pet lokaliteta: (1-Tara; 2-Šargan; 3-Zlatibor; 4-Pešter; 5-Kopaonik)



Karta 1: Približne lokacije istraživanih lokaliteta

5.1. Geografski položaj i stanišni uslovi istraživanih područja

Istraživanja na Tari su vršena u okviru G.J. „Kaluderske bare” (prilog 30), čija je ukupna površina 629, 58 ha. Omeđena je, grubo predstavljeno, sa juga Kremanskim kosama, sa zapada Šljivovičkim potokom, sa severa „Nadstijenjem” a sa istoka Pušinama. Potez Kaluderskih bara, kao deo tarskog masiva, čini valovit plato, koji je nešto izraženije izdvojen koritima vodotoka, prema kojima se u znatnoj meri strmo spušta. Visinski pojas se kreće od 800 m n. v. do 1167 m n.v., s tim da je najveći deo gazdinske jedinice u rasponu od oko 900-1050 m. Zastupljene su sve ekspozicije, ali dominiraju N i NE, što je posledica dominirajućeg pravca protezanja ovog platoa. Gazdinska jedinica većim delom pripada slivu reke Rače, a manjim delom slivu reke Solotuše. Geološku podlogu čine pretežno krečnjaci i serpentinisani peridotiti, dok su na manjim površinama zastupljeni rožnaci i peščari. Može se reći da je područje južnog dela G.J. „Kaluderske bare”, do Kremanskih kosa, početak prostrane tarsko-zlatiborsko-

šarganske serpentinske mase (Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Kaluderske bare”, 2005).

Sledeći istraživani lokalitet je Tornik na Zlatiboru (prilog 32), koji pripada Starovlaškim planinama, a sastavni je deo zlatiborskog masiva. Najveći deo masiva je blago zatalasana visoravan, čija je srednja visina oko 1 000 m, a oivičena je visovima kao što su Tornik (1496 m), Brijač (1462 m), Čigota (1422 m) i dr. Greben Tornika prostire se pravcem severozapad-jugoistok, u obliku većih grebena-venaca. Ekspozicija je uglavnom N i NE, a delimično S i SE. Prelazi su postepeni te se uticaj ekspozicije ne odražava osetnije na uslove sredine, insolaciju, fizičke i hemijske osobine zemljišta, pa samim tim na sastav i stanje vegetacije. Geološku podlogu čine serpentiniti, a delimično i krečnjak. Gazdinska jedinica je bogata vodom, a kao značajne reke mogu se izdvojiti Crni Rzav, Ribnica i Dobroselička reka. U ove reke se ulivaju brojni potoci, a ima mnogo izvora pijaće vode. Površina gazdinske jedinice „Tornik” iznosi 1601,05 ha (Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Tornik”, 2008).

Između planinskih masiva Zlatibora i Tare locirana je gazdinska jedinica „Šargan” (prilog 31). Ova gazdinska jedinica se nalazi na delu Dinarskih planina koje pripadaju mlađe nabranim planinama Dinarskog sistema, a njena površina iznosi 2677,67 ha. Najniža tačka je Trnjački potok (650 m) a najviši vrh je Krsmansko brdo (1 231 m). Od većih vrhova se izdvajaju i Prepelište (1 210 m), Serdareva kosa (1011 m), Brezovica (1005 m) i dr. Visinska razlika između najviše i najniže tačke iznosi 581 m. Teren je dosta kupiran, uglavnom strm i vrlo strm, a u nekim delovima i vrletan. Geološku podlogu ove gazdinske jedinice čine serpentinisani peridotiti, a na manjim površinama se javljaju amfibolit i gabro. Ispresecana je mrežom manjih i većih vodenih tokova. Glavni su reke Bratešina i Kamišina koje pripadaju slivu Drine, dok manji deo, koji gravitira Kremnima, pripada slivu Zapadne Morave. (Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Šargan”, 2006). Drvenastu vegetaciju čine uglavnom šume crnog i belog bora i hrasta kitnjaka. Iako se u Posebnoj osnovi gazdovanja ove šume u odeljenjima u kojima su vršena istraživanja vode kao prirodne, treba naglasiti da su one tokom ratova u XX veku dosta posečene, tako da su kasnije te površine pošumljene, a onda prevedene u prirodne sastojine. Danas, postojanje jako starih stabala svedoči o potencijalnoj vegetaciji Šargana, ali nije moguće tačno utvrditi gde je nekad izvršeno pošumljavanje.

Istraživanja vegetacije na Kopaoniku vršena su u okviru gazdinske jedinice „Jelensko osoje” (prilog 29). Ova gazdinska jedinica zauzima zapadne padine

Kopaonika, i sa svoje zapadne strane graniči se sa Kosovom. Obuhvata površinu od 1486.12 ha. U visinskom pogledu prostire se između 730-1410 m nadmorske visine, što znači da zauzima visinski raspon od 680 m. Glavni planinski venac se prostire pravcem sever-jug, gde se ističu vrhovi: Turtelovo (1240 m), Čir (1370 m), Rajićeva gora (1410 m) i dr. Ekspozicija gazdinske jedinice je zapadna, a bočni grebeni imaju različite ekspozicije: S, NW, E, N. Nagib je različit, kreće se od vrlo blagog, koji je ređe zastupljen, pa do strmog, do 40°. Geološku podlogu čine andeziti i dolomiti, a manjim delom peridotiti i serpentiniti, koji su bili predmet ovih istraživanja. Ova gazdinska jedinica spada u red srednje bogatih područja rekama i potocima. Ima dva slivna područja: Jelenski i Babin potok, a oba pripadaju gravitacionom području reke Ibar (Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Jelensko osoje”, 2010).

Na području Peštera, proučavanje vegetacije je vršeno u gazdinskoj jedinici „Dubočica Bare” (prilog 28), čija je površina 5116, 22 ha. Ovo je planinsko područje u kome je najniža kota na ušću reke Dubočice u Lim (507 m), a najviša kota je na Ozrenu (1581 m), tako da je visinski raspon prilično veliki i iznosi 1074 m. Teren je izlomljen, ispresecan uvalama i klisurama, sa jako strmim stranama, ponegde nepristupačnim i neprohodnim. Gazdinska jedinica „Dubočica Bare” pripada Dinarskom planinskom sistemu. Geološku podlogu čine krečnjaci, kristalasti škriljci i serpentinit. Ova gazdinska jedinica pripada jednom gravitacionom području, tj. sve reke i potoci se ulivaju u Lim. Glavni vodotoci su Dubočica i Vrbnička reka, a postoji i izvestan broj većih i manjih potoka (Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Dubočica Bare”, 2005).

6. METOD RADA

6.1. Prikupljanje podataka

Radi ispunjavanja ciljeva i zadataka rada, prvo je izvršeno rekognosciranje terena radi sagledavanja opšteg stanja šuma, a onda su određene površine u šumskim zajednicama gde će se uzimati fitocenološki snimci. Na terenu je urađeno 95 fitocenoloških snimaka, i to 30 na Zlatiboru (Tornik), 20 na Šarganu, 20 na Tari (Kaluderske bare), 15 na Pešterskoj Visoravni (Dubočica Bare) i 10 na Kopaoniku (Jelensko Osoje). Veličina probnih površina je iznosila oko 200 m², što je preporučena površina kad je u pitanju šumska vegetacija (Chytrý and Otýpková, 2003).

Prilikom izbora površina na kojima će se uzimati fitocenološki snimci vodilo se računa da uslovi u njima budu homogeni, tako da su izbegnute veće razlike u pogledu florističkih i vegetacijskih karakteristika, kao i edafskih osobina i antropogenih uticaja. Tokom istraživanja nastojalo se da se ne uzimaju fitocenološki snimci na mestu mešavina i prelaza, kao i na mestima gde su u skorije vreme bile seče.

Fitocenološki snimci su urađeni po klasičnom metodu ciriško-monpelješke škole Braun-Blankea (Braun – Blanquet, 1931; 1964). Podaci su prikupljeni tokom 2009., 2010. i 2011. godine, a snimci su uzeti u tri aspekta: rano proleće, prelaz proleće-leto i leto i korišćeni su za izradu fitocenoloških tabela i utvrđivanje fitocenološke pripadnosti istraživanih površina. Pošto su snimanja vegetacije vršena u više navrata na jednoj istoj površini, svaki put su fitocenološki snimci dopunjavani novim podacima. Na kraju je izvršena procena ukupne pokrovnosti za sprat prizemne flore. Svaki snimak sadrži dve vrste podataka: opšte (odnose se na uslove staništa, redni broj fitocenološkog snimka, odeljenje, odsek itd.), i podatke koji se odnose na same vrste, odnosno ocenu njihove brojnosti, pokrovnosti i združenosti za sve spratove.

Podaci o klimatskim pokazateljima na istraživanim područjima uzeti su od Republičkog Hidrometeorološkog zavoda u Beogradu, kao i iz istraživanja Ivetić, *et al.* 2010, a klimatske karakteristike su analizirane na osnovu srednjih vrednosti višegodišnjeg perioda. Za izračunavanje hidričkog bilansa po Torntvajtju (Thornthweite-u) korišćeni su podaci Krstića, 2005.

Otvorena su ukupno 22 pedološka profila na teritoriji svake gazdinske jedinice, na mestima uzimanja fitocenoloških snimaka. Na području Zlatibora (Tornik) proučeno je 8 pedoloških profila, 5 pedološka profila na području Šargana, 4 pedološka profila na

području Tare (Kaluderske Bare), 3 profila na Pešteru (Dubočica Bare) i 2 profila na Kopaoniku (Jelensko Osoje).

Prilikom prikupljanja fitocenoloških snimaka registrovana je nadmorska visina pomoću GPS uređaja (GARMIN III+), uz pomoć kog su određene i geografske koordinate središta svakog fitocenološkog snimka (prilozi 17, 18, 19, 20 i 21).

6.2. Obrada podataka

Za determinaciju biljaka korišćeni su sledeći izvori: Flora Srbije I-X (Josifović *et al.* 1972-1977, Sarić *et al.* 1986, Stevanović *et al.* 2012), Flora Europaea I-V (Tutin *et al.* 1964-1980), Ikonographie der flora des südöstlichen Mitteleuropa (Jávorka, Csapody, 1979), Šumske zeljaste biljke (Šilić, 1988), Flora Goča-Gvozdac (Gajić, 1984), Flora nacionalnog parka Tara (Gajić, 1988; 1990), Endemične biljke (Šilić, 1990-1), Flora prašumskog rezervata Lom (Bucalo *et al.* 2008), Определител на мъховете в България (Petrov, 1975), Vodič kroz floru nacionalnog parka Kopaonik (Lakušić, 1995), Flora Croatica database on-line (2011) (<http://hirc.botanic.hr/fcd/>). Determinacija dela herbarskog materijala je urađena uz pomoć dr Stevanović, V.

Na osnovu fitocenoloških snimaka urađene su fitocenološke tabele. Florni elementi i klasifikacija elemenata u više fitohorije preuzeti su iz baze podataka prof. V. Stevanovića, a zasnovani su na principima horološke klasifikacije flore Srbije (Stevanović, 1992). Takođe, i klasifikacija životnih formi biljaka je preuzeta iz iste baze podataka. Ekološke karakteristike vrsta (odnos biljaka prema vlažnosti, količini azota u zemljištu i prema svetlosti) prikazane su na osnovu indikatorskih vrednosti biljaka, po metodi Kojić *et al.* (1994; 1997). Nazivi sintaksona šumske vegetacije, koji su usklađeni sa Međunarodnim kodeksom fitocenološke nomenklature (Weber *et al.* 2006), dati su po Tomić, 2006; Tomić i Rakonjac, 2011; Tomić i Rakonjac, 2013. Fitocenološka pripadnost je data prema florističkom ključu Pflanzensozio-logische Exursionflora (Oberdorfer, 2001). Za vrste koje nisu navedene u ovom literaturnom izvoru, najčešće mezijske, ilirske i submediteranske, fitocenološka pripadnost je određena kombinacijom drugih citiranih literaturnih podataka.

Na pedološkim profilima su izvršena detaljna morfogenetska proučavanja zemljišta i opis uslova sredine. Na kraju su uzeti i uzorci u narušenom stanju za određivanje standardnih fizičkih osobina zemljišta. Korišćene su metode proučavanja zemljišta koje su prihvaćene i definisane od strane Jugoslovenskog društva za

proučavanje zemljišta (priručnici: Hemijske metode ispitivanja zemljišta (1966), Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrada pedoloških karata (1967), Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta (1997).

Analiza varijanse (F test) i korelacija (95% confidence interval) urađene su u programskom paketu SPSS Statistics 17.0. Ovaj paket je korišćen za utvrđivanje efekata orografskih i strukturnih karakteristika na istraživane zajednice. Analiza varijanse (F test) je matematičko-statistički postupak pomoću koga se testira značajnost razlike između aritmetičkih sredina iz tri i više uzoraka. 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 grupa, onda te grupe ne pripadaju istoj populaciji (Petz, 1985). Nulta hipoteza je da ne postoje razlike između grupa, odnosno da su njihove sredine jednake. Kada je nulta hipoteza tačna, može se smatrati da su uzorci iz jednog osnovnog skupa μ sa odgovarajućom varijansom σ^2 . Testiranje nulte hipoteze vrši se delenjem dve nezavisne varijanse i to varijanse između grupa i varijanse unutar grupa. Tako se dobija vrednost F testa koja se upoređuje sa vrednostima u tablici F distribucije za odgovarajući prag značajnosti α , kao i r_1 i r_2 stepen slobode. U analizi varijanse $r_1=k-1$, a $r_2=N-k$, gde je k broj tretmana, a N ukupan broj podataka. F distribucija je formirana na osnovu varijansi uzoraka posebno za svaki stepen slobode. Tablica pruža podatke za nivo rizika $\alpha=0.01$ i $\alpha=0.05$. Data ili manja vrednost u tablicama biće postignuta u 99%, odnosno 95% slučajeva ako su uzorci izabrani na slučajan način iz istog osnovnog skupa. Kod tačne nulte hipoteze, varijansa između grupa nije značajna i praktično se ne razlikuje od varijanse unutar grupe.

F test daje odgovor o homogenosti eksperimenta u celini, ali ne govori o značaju razlike između sredina pojedinih tretmana. Da bi se uporedile sredine pojedinih tretmana korišćeni su Scheffe-ov, Tukey-ev i LSD test, a vrednosti tih testova su upoređene 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 α ako je izračunato t manje od kritične vrednosti u tablicama t-distribucije.

Korelaciona analiza predstavlja utvrđivanje međuzavisnosti dve promenljive karakteristike. Koeficijent korelacije (r) pokazuje stepen kvantitativnog slaganja promenljivih u linearnoj međuzavisnosti. Kod pozitivne korelacije, vrednost koeficijenta r se kreće od 0 do +1, a kod negativne od 0 do -1. Ako je vrednost

koeficijenta r od 0.00 do ± 0.20 , znači da korelacija ne postoji ili je neznatna; r od ± 0.20 do ± 0.40 znači blagu korelaciju; r od ± 0.40 do ± 0.70 predstavlja značajnu korelaciju, dok r od ± 0.70 do ± 1.00 znači visoku ili vrlo visoku korelaciju.

Hijerarhijska klaster analiza (Hierarchical cluster analysis) je urađena pomoću programskog paketa za ekološka istraživanja BIODIVERSITY PRO (McAleece *et al.* 1997). Klaster analiza predstavlja skup metoda za rešavanje problema grupisanja jedinica nekog skupa na osnovu većeg broja indikatora. Klaster analiza obuhvata brojne i raznovrsne tehnike čiji je zadatak da posmatrane jedinice grupiše u određene klastere, tako da jedinice unutar klastera imaju međusobno visok stepen sličnosti. U okviru klaster analize najčešće se koristi hijerarhijski metod klasifikacije kod koga 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. Od metoda udruživanja u radu je korišćen Simple Average metod, a mera odstojanja je bila euklidska distanca (Euclidian distances).

U radu su korišćene i druge metode multivarijantne analize, koje pomažu da se otkrije pravilna struktura prikupljenih podataka. Za multivarijantnu analizu (ordinaciju) je karakteristično da se podaci o vrstama grupišu duž osa, tako da su fitocenološki snimci sa sličnim sastavom vrsta bliže jedni drugima, a snimci sa drugačijim sastavom vrsta su udaljeniji. Najpre je izvršena transformacija ocene brojnosti i pokrovnosti za svaku vrstu u okviru fitocenoloških snimaka, po metodi Van Der Marela (Van Der Maarel, 1979). Od ordinacijskih tehnika korišćene su: CA-correspondence analysis i CCA-canonical correspondence analysis, a u tu svrhu je poslužio programski paket za ekološka istraživanja CANOCO 4.5 (Lepš and Šmilauer, 2002). CA kao metoda „bez uvedenih ograničenja” se koristi da bi se utvrdilo koliko se varijabilnost može objasniti ordinacijom i kod ove metode su korišćeni samo floristički podaci, jer se ovom tehnikom konstruiše teoretska varijabla koja najbolje objašnjava vrsne (florističke) podatke, dok je CCA ordinacijska tehnika koja korelira podatke o vrstama sa izmerenim okolinskim varijablama (Vojniković, 2006; Vojniković, 2013). Monte Carlo permutacijski test je korišćen da se utvrdi signifikantnost sopstvene vrednosti (eigenvalue) sa odgovarajućim CA i CCA osama. Numeričke metode, poznate kao Monte Carlo metode se mogu definisati kao statistički simulacioni metodi kod kojih se upotrebljavaju nizovi slučajnih brojeva za izvršenje simulacije. Često se označavaju i kao metode ponovljenih pokušaja. Što je veći broj analiziranih kombinacija, to će

Monte Carlo simulacija biti preciznija (Hein *et al.* 2005). U istraživanju je kalkulirano 499 slučajno odabranih permutacija za opisane zajednice.

Dijagnostički značajni taksoni su određeni računanjem konstantnosti i pouzdanosti (constancy and fidelity measure) svake vrste u svakoj zajednici, korišćenjem *phi* koeficijenta (Φ) združenosti (Sokal and Rohlf, 1995; Chytrý *et al.* 2002) u programu JUICE 7.0 (Tichý, 2002). *Phi* koeficijent (Φ) se izračunava po formuli:

$$\Phi = (N \cdot n_p - n \cdot N_p) / \sqrt{\{n \cdot N_p \cdot (N - n) \cdot (N - N_p)\}},$$

gde je N ukupan broj fitocenoloških snimaka u svim istraživanim zajednicama (in the data set) a N_p broj snimaka u svakoj pojedinačnoj zajednici (in the target unit).

Rezultati su dati u obliku sinoptičke tabele, u kojoj su prikazani i procentualna zastupljenost vrsta (constancies) i njihova pouzdanost (*phi* coefficient multiplied by 100, $p < 0.001$). Prag vrednosti za indikatorske grupe biljaka je određen subjektivno: za dijagnostičke vrste je iznosio 50-80%, za konstantne vrste 60-80% i za dominantne vrste 60-100%.

U programu JUICE 7.0 su urađeni i indeksi diverziteta i izjednačenosti. Indeks diverziteta (Shannon-Wiener diversity index) je jedan od nekoliko indeksa biodiverziteta (Hill, 1973) i izračunava po formuli:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad p_i = n_i / N,$$

gde je

N - ukupan broj vrsta,

n_i - pokrovnost *i*-te vrste.

Indeks izjednačenosti, odnosno ravnomernosti (Evenness) se izračunava po formuli (Pielou, 1975):

$$E_H = H' / H'_{\max} = H' / \ln N,$$

gde je N broj vrsta (taksona) u fitocenološkom snimku.

Koordinate koje se odnose na središta svakog fitocenološkog snimka (prilog 27) preračunate su u programu MapSource (Version 6.13.7). Nagibne klase su preuzete iz kodnog priručnika za informacijski sistem o šumama Republike Srbije (Banković i Medarević, 2002). GIS baza je formirana u programu ArcMap (Esri 2008), u kome je urađena i fitocenološka pripadnost istraživanih sastojina (prilozi 22, 23, 24, 25 i 26)

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

7.1. Klimatske karakteristike istraživanih područja

Razvoj biljnih zajednica, kao i obrazovanje zemljišta nekog područja, ne mogu se posmatrati odvojeno od klimatskih prilika. Prostorna raspodela parametara klime uslovljena je geografskim položajem, reljefom, raspodelom vazdušnog pritiska većih razmera, ekspozicijom terena, vegetacijom, urbanizacijom itd. Meteorološki podaci koji su korišćeni za prikaz osnovnih karakteristika klime Srbije u ovom radu dobijeni su od Republičkog Hidrometeorološkog zavoda u Beogradu (<http://www.hidmet.gov.rs/>), za područje Sjenice i Zlatibora, a podaci za Taru i Kopaonik su dobijeni interpolisanjem vrednosti metodom kriginga (Ivetić *et al.* 2010), zato što se merne stanice na ovim planinama nalaze na većim nadmorskim visinama nego ogledne površine, pa podaci uzeti sa njih ne bi bili verodostojni. Kriging je naziv grupe geostatističkih tehnika za interpolaciju vrednosti posmatrane osobine na neposmatranim lokacijama, na osnovu vrednosti iste osobine na susednim posmatranim lokacijama. „Interpolacija klimatskih podataka metodom kriginga pokazala se kao moćan alat za dobijanje predstave o klimi područja sa koga nemamo podatke. Pored izuzetne vizualizacije, mogućnost pregleda interpoliranih vrednosti na bilo kojoj tački ispitivanog područja i jednostavnosti primene, preporučuju ovaj metod za upotrebu u šumarstvu” (Ivetić, 2009).

Sve navedene vrednosti koje su korišćene za prikaz klimatskih karakteristika istraživanih područja odnose se na period od 1961-1990. godine. Odabrani period je reprezentativan i daje pouzdane podatke, jer, prema Pravilniku Svetske meteorološke organizacije, klimatološke standardne normalne vrednosti se definišu kao „srednje vrednosti klimatoloških podataka izračunatih za uzastopne periode od 30 godina na sledeći način: 1. januar 1901. do 31. decembar 1930. godine, 1. januar 1931. do 31. decembar 1960. godine, itd”.

U radu su prikazani sledeći elementi: srednje mesečne temperature vazduha (t °C), srednje godišnje temperature vazduha, srednje mesečne količine padavina (P mm), srednje godišnje količine padavina, relativne vlažnosti vazduha (%), dominantni vetrovi i dat je prikaz klasifikacije klime po Langu i Torntvajtu, (Lang and Thornthweite) stepen kontinentalnosti, indeks suše kao i klimadijagrami Gosena i Valtera (Gosen and Walter).

Tabela 1: Lokacije istraživanih šumskih staništa (Ivetić *et al.* 2010)

Stanica	X	Y	H
	m	m	m
Zlatibor	396.650	4.843.056	1028
Sjenica	418.867	4.792.765	1038
Tara	373.111	4.864.294	1089
Kopaonik	488.711	4.794.821	1097

*koordinate su date u formatu UTM, zona 34

U radu su prikazani podaci osmatranja klimatskih elemenata sa meteoroloških stanica koje se nalaze najbliže proučavanim lokalitetima, kao i interpolovane vrednosti sa dve meteorološke stanice, na Tari i Kopaoniku:

- za GJ Tornik i GJ Dubočica Bare korišćeni su podaci sa meteoroloških stanica na Zlatiboru i u Sjenici;
- za područje GJ Šargan i GJ Kaluđerske Bare korišćeni su podaci sa Tare;
- za područje GJ Jelensko Osoje korišćeni su podaci sa Kopaonika.

Pošto važan uticaj na klimu istraživanih planinskih masiva ima geografski položaj, nadmorska visina, prisustvo rečnih tokova, geološka podloga i sl., treba istaći neke specifičnosti kojima se ti masivi odlikuju.

Zlatibor je planinski masiv koji je smešten u zapadnom delu Srbije i predstavlja talasastu visoravan. Sastavni je deo starovlaške nizije i ujedno čini prelaz prema višim Dinarskim planinama. Klima ovog područja pripada umereno-kontinentalnom tipu, sa uticajem planinske klime. Na velikim visinama iznad ovog područja dolazi do sudaranja i prožimanja vazdušnih masa koje prodiru iz Sredozemlja i sa Karpata. Iako je strujanje vazduha izraženo, jaki olujni vetrovi su retka pojava. Za prikaz klimatskih karakteristika Zlatibora korišćeni su podaci sa merne stanice na Zlatiboru, koja se nalazi na 1028 m n.v.

Pešterska visoravan, zahvaljujući svom geografskom položaju, ima specifičan mikroklimat. Pešterska visoravan i Sjenička kotlina su ograđeni visokim planinama, tako da celo područje ima hladnu lokalnu planinsku klimu. Tokom zime hladne vazdušne mase se spuštaju u kotlinu, na manju nadmorsku visinu, pa dolazi do velikog pada temperature. Region Pešterske visoravni je reljefno veoma izraženo područje, što uslovljava veoma složen sistem klime, tako da u nižim predelima vlada umereno kontinentalna klima, a u višim preovlađuje planinska klima (Rakonjac, 2002). Za analizu klime korišćeni su podaci uzeti sa meteorološke stanice u Sjenici, koja se nalazi na 1038 m n.v.

Planina Tara se nalazi na istočnim granicama Dinarskog planinskog sistema. Dinaridi sprečavaju uticaj mediteranske klime na Taru, međutim, dolinom Drine ovi uticaji, iako izmenjeni, dopiru do podnožja planine (Ostojić, 2005). S druge strane, veće nadmorske visine se odlikuju oštrom i vlažnom planinskom klimom. Ne može se zanemariti uticaj vodenih tokova, jezera, geološke podloge i dr., tako da Tara ima specifičnu mezoklimu, iako pripada zoni umereno kontinentalne klime. Prikaz klimatskih podataka, koji je urađen metodom kriginga, odnosi se na nadmorsku visinu od 1089 m.

Kopaonik ima klimu koja je uslovljena njegovim specifičnim geografskim položajem i visinom jer se nalazi u prostoru dodirivanja primorskih i kontinentalnih područja, odnosno na prelazu od umereno kontinentalne ka kontinentalnoj klimi. Od doline Ibra, koja predstavlja zonu sa uticajem mediteranske klime, sa povećanjem nadmorske visine na Kopaoniku se smenjuju klimatske zone, od kontinentalne i lokalne, pa sve do visokoplaninske klime najviših vrhova (Pejić, 2006). Vrednosti klimatskih podataka, koje su urađene metodom kriginga, odnose se na nadmorsku visinu od 1097 m.

7.1.1. Temperatura vazduha

Temperaturni režim na području Srbije je uslovljen prvenstveno sunčevom radijacijom, geografskim položajem i reljefom. Takođe, u zavisnosti od reljefa i ekspozicije, svuda na području naše zemlje susrećemo odlike lokalne klime. Prema podacima RHZS za period 1961-1990. godine, prosečna godišnja temperatura za područja sa nadmorskim visinama do 300 m iznosi 10,9°C. Područja sa nadmorskim visinama od 300-500 m imaju prosečnu godišnju temperaturu oko 10°C, preko 1000 m nadmorske visine oko 6°C i na visinama preko 1500 m oko 3°C. Najviša temperatura ikad zabeležena u Srbiji je + 44.9 °C (Smederevska Palanka), a najniža -39.5 °C (Karajukića Bunari na Pešterskoj visoravni).

Na svim meteorološkim stanicama čiji su podaci korišćeni u ovom radu (tabela 2) najtopliji meseci u godini su jul ili avgust, a najhladniji mesec je januar. U posmatranom periodu, najtopliji je bio jul na Tari (17.8°C), a najhladniji januar u Sjenici (-5°C). U pogledu srednjih godišnjih temperatura vazduha, najtoplija je Tara (8.4°C), a najhladnija je Sjenica (6.1°C). Amplituda godišnjeg kolebanja temperature predstavlja razliku temperatura najtoplijeg i najhladnijeg meseca. Veličina amplitude

temperature opada sa porastom nadmorske visine u kontinentalnom području, pa zato planine imaju manje izraženu kontinentalnost od ravničarskih područja. Ova vrednost je približno slična za sve istraživane lokalitete, i iznosi za Kopaonik 18.1°C, za Taru i Zlatibor 19.6°C, a za Sjenicu 20.3°C.

7.1.2. Pluviometrijski režim

Padavine predstavljaju jedan od najvažnijih klimatskih elemenata. Na teritoriji Srbije padavine su nepravilno raspoređene u vremenu i prostoru. Normalna godišnja suma padavina za celu zemlju iznosi 896 mm (podaci RHZS za period 1961-1990), s tim da godišnje sume padavina rastu sa porastom nadmorske visine. Suvlje oblasti se nalaze na severoistoku zemlje, a idući prema zapadu i jugozapadu količina padavina se povećava, tako da u pravcu Pešterske visoravni i Kopaonika vrednosti rastu do 1000 mm godišnje, a neki planinski vrhovi na jugozapadu Srbije imaju obilnije padavine i preko 1000 mm.

Veći deo Srbije ima kontinentalni režim padavina, sa većim količinama padavina u toplijoj polovini godine. U Srbiji, najviše kiše padne u junu i maju, a najmanje u februaru ili oktobru. Isto važi i za ispitivane lokalitete (tabela 3), jer je na svim maksimum padavina zabeležen u junu, a minimum u februaru, izuzev Kopaonika, gde najmanje padavina ima u oktobru. Prosečna godišnja količina padavina za posmatrani period najveća je na Zlatiboru (964.3 mm), a najmanja u Sjenici (712.6 mm).

Tabela 2: Prikaz srednjih mesečnih i srednjih godišnjih temperatura vazduha (°C) po istraživanim lokalitetima za period osmatranja 1961-1990. godine

Temperatura (°C)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Zlatibor	-3,3	-1,5	2,0	6,6	11,5	14,4	16,3	16,3	13,1	8,4	3,2	-1,5	7,1
Sjenica	-5,0	-2,7	1,3	6,1	10,9	13,7	15,3	15,0	11,7	7,0	2,3	-2,6	6,1
Tara	-1.8	0.2	3.7	8.0	12.8	16.0	17.8	17.5	14.3	9.4	4.2	-0.2	8.4
Kopaonik	-2,2	-2,0	0,4	5,0	10,6	13,1	15,5	15,9	12,8	8,3	3,0	-0,7	6,3

Tabela 3: Prikaz srednjih mesečnih i srednjih godišnjih količina padavina po istraživanim lokalitetima za period osmatranja 1961-1990. godine

Padavine (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Zlatibor	68,0	60,8	64,0	76,8	100,0	110,0	96,0	78,3	83,4	66,6	85,4	75,0	964,3
Sjenica	49,7	38,2	38,6	48,7	73,9	85,2	68,5	67,3	59,9	57,2	71,5	53,9	712,6
Tara	64.9	58.7	63.8	74.1	93.7	105.0	89.7	75.8	75.5	65.1	82.7	74.1	926.1
Kopaonik	59.5	55.7	61.6	71.6	104.3	119.0	87.9	87.8	63.4	44.8	66.5	57.5	885.8

Tabela 4: Prikaz srednjih mesečnih i srednjih godišnjih vrednosti relativne vlažnosti vazduha po istraživanim lokalitetima za period osmatranja 1961-1990. godine:

Relativna vlažnost vazduha (%)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Zlatibor	84,3	81,5	75,3	70,6	72,2	74,7	72,7	71,9	74,8	77,2	80,9	85,4	76,8
Sjenica	84,8	83,1	79,0	73,1	73,5	76,1	75,1	75,4	78,4	79,8	81,9	85,1	78,8
Kopaonik	81,8	84,1	83,2	79,4	80,1	81,6	77,7	77,6	78,9	78,4	82,5	82,3	80,6

* na sajtu RHZS ne postoje podaci o relativnoj vlažnosti vazduha za Taru za period 1961-1990. godine

7.1.3. Relativna vlažnost vazduha

Relativna vlažnost vazduha karakteriše stepen zasićenosti vazduha vodenom parom. Ona ima veliku praktičnu vrednost za biljni svet, jer njene niske vrednosti, ispod 45%, negativno utiču na evapotranspiraciju, što se odražava na ukupan vodni režim. Relativna vlažnost je obrnuto proporcionalna temperaturi vazduha, tako da se najniže srednje mesečne vrednosti javljaju u letnjem periodu, a najviše tokom zimskih meseci.

Na posmatranim lokalitetima (tabela 4) najvlažniji mesec je decembar, sem na Kopaoniku, gde je najvlažniji mesec novembar, a jesen je vlažnija od proleća. Prosečna godišnja relativna vlažnost vazduha ima najnižu vrednost na Zlatiboru (76.8%), a najvišu na Tari, 83.4% (podaci iz Posebne osnove gazdovanja za G.J. „Kaluderske bare”).

7.1.4. Vetar

Ovo je važan klimatski faktor jer od kretanja vazdušnih masa zavise i vremenske prilike nekog kraja. Prizemna vazdušna strujanja su u velikoj meri uslovljena orografijom. U Srbiji, u toplijem delu godine preovlađuju vetrovi sa severozapada i zapada. Tokom hladnijeg dela godine dominira istočni i jugoistočni vetar - košava. U planinskim oblastima na jugozapadu Srbije preovlađuju vetrovi sa jugozapada, koji dolaze iz pravca Mediterana i dolinom Drine i Morave prodiru duboko u teritoriju Srbije.

Kao najvetrovitije područje u Srbiji označeno je tzv. košavsko područje, koje zahvata Podunavlje, od Slankamena do Golupca, i od Smederevske Palanke do Zrenjanina. Što se tiče područja istraživanja, strujanje vazduha je dosta izraženo, ali su jaki olujni vetrovi prilično retki. Nešto veću snagu imaju vetrovi na Kopaoniku (slika 3).



Slika 3: Prosečna snaga vetra u Srbiji (izvor: <http://www.solarnipaneli.org/energija-vetra/>)

7.1.5. Tip oticanja vode i potreba za navodnjavanjem

Tip oticanja vode i potreba za navodnjavanjem određuje se na osnovu De Martonovog (De Martonne) indeksa suše po sledećoj formuli:

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

gde je P - prosečna godišnja količina padavina,

t - prosečna godišnja temperatura vazduha.

Klasifikacija indeksa suše se određuje na sledeći način:

IS = (0-5) - aerizam (nema pravilnog oticanja vode, pustinje);

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

IS = (10-20) - prelazni tip (navodnjavanje potrebno);

IS > 20 je egzoerizam (voda odlazi u okeane);

$IS = (20-30)$ -oticanje je prekinuto ili smanjeno samo u sušnim mesecima (navodnjavanje je potrebno u toplim mesecima)-počinje šuma;

$IS = (30-40)$ -oticanje vode stalno (navodnjavanje nepotrebno)-šume zauzimaju sve veći prostor u prirodi;

$IS > 40$ -oticanje vode obilno (izrazito šumsko područje) (Kolić, 1988; Gburčik, 1995).

S obzirom da se vrednost De Martonovog indeksa suše na istraživanim lokalitetima kreće između 44.3-56.4, može se zaključiti da su to izrazito šumska područja na kojima je oticanje vode obilno.

Tabela 5: Vrednost De Martonovog indeksa suše na proučavanim lokalitetima

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	De Martonov indeks suše
Zlatibor	1028	56.4
Sjenica	1038	44.3
Tara	1089	50.3
Kopaonik	1097	54.3

7.1.6. Bioklimatska klasifikacija po Langu

Nemački naučnik R. Lang je u klimatologiju uveo pojam kišnog faktora (KF), koji predstavlja odnos između prosečne godišnje visine padavina (P) i prosečne godišnje temperature vazduha (t):

$$KF = \frac{P}{t}$$

Tabela 6: Bioklimatska klasifikacija po Langu

Vrednost KF	Oznaka klime i područja
0 - 20	aridna – pustinje
20 – 40	aridna – polupustinje
40 – 60	humidna – stepe, savane
60 – 100	humidna – niske šume
100 – 160	humidna – visoke šume
> 160	perhumidna – pustare, tundre

Tabela 7: Vrednost Langovog kišnog faktora na proučavanim lokalitetima

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	Godišnje vrednosti KF
Zlatibor	1028	135.8
Sjenica	1038	116.8
Tara	1089	110.3
Kopaonik	1097	140.6

Vrednost KF za istraživane lokalitete iznosi između 110.3-140.6, što po Langovoj bioklimatskoj klasifikaciji spada u područje visokih šuma sa humidnom klimom.

7.1.7. Stepen kontinentalnosti

Stepen kontinentalnosti odražava uticaj karakteristika kopna na klimu nekog područja. Kerner (Kolić, 1988) je odredio taj stepen pomoću termodromskog koeficijenta (KK):

$$KK = \frac{T_X - T_{IV}}{A} * 100 (\%)$$

gde je:

T_X - prosečna temperatura oktobra

T_{IV} - prosečna temperatura aprila

A - prosečna godišnja 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);

$KK = (0-5\%)$ -umereno kontinentalna klima;

$KK = (0-(-10\%))$ -pojačana kontinentalnost;

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

Tabela 8: Vrednost Kernerovog termodromskog koeficijenta na proučavanim lokalitetima

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	KK (%)
Zlatibor	1028	9.2
Sjenica	1038	4.4
Tara	1089	7.1
Kopaonik	1097	18.2

Na osnovu analize dobijenih vrednosti Kernerovog termodromskog koeficijenta, uočavaju se velike razlike u pogledu karakteristika proučavanih lokaliteta. Sjenica se odlikuje umereno kontinentalnom klimom, planinsku klimu imaju Zlatibor i Tara, dok se Kopaonik na datoj visini odlikuje maritimnom klimom.

7.1.8. Klasifikacija klime po Torntvajtju (Thornthweite-u)

Klasifikacija klime po Torntvajtju (1948) se vrši na osnovu vrednosti izračunatog hidričkog bilansa. Visinski pojas u kome su rasprostranjene borove šume u Srbiji je od 700 do 1350 m, optimalno na visinama između 900 i 1200 m (Pavlović, 1964). To je područje šume hrasta kitnjaka i klimaregionalnog pojasa bukovih šuma, za koje se može primeniti klasifikacija klime po Torntvajtju po podacima koje daje Krstić, 2005. Na visinama između 800-1300 m u zapadnoj i jugozapadnoj Srbiji, i 800-1500 m na Kopaoniku, srednja godišnja temperatura vazduha je 4,2-8,6°C (u vegetacionom periodu 9,5-14,0°C), a godišnja količina padavina 853-1100 mm. Oticanje vode je stalno, a viška vode u zemljištu nema samo u letnjim mesecima. U ovoj zoni klima je blago kontinentalna (planinska) na donjoj granici pojasa, do maritimne na gornjoj. Prema Torntvajtjovoj klasifikaciji, klima varira između pojačano humidne do perhumidne.

Tabela 9: Hidrički bilans po Thornthwaite-u na istraživanim lokalitetima (Babić in Litt.)

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	PE	M	V	Godišnja vrednost	Tip klime
Zlatibor	1028	443	0	101	95.53	Jako humidna (B4)
Sjenica	1038	432	0	4	50.09	Umereno humidna (B2)
Tara	1089	468	0	46	74.92	Pojačano humidna (B3)
Kopaonik	1097	424	0	110	89.39	Jako humidna (B4)

Legenda:

PE-potencijalna evapotranspiracija

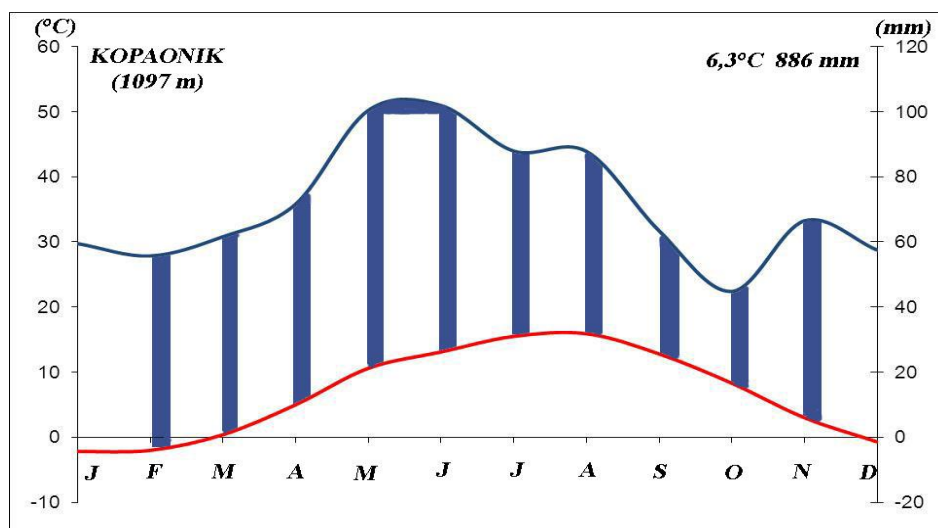
M-manjak vlage

V-višak vlage

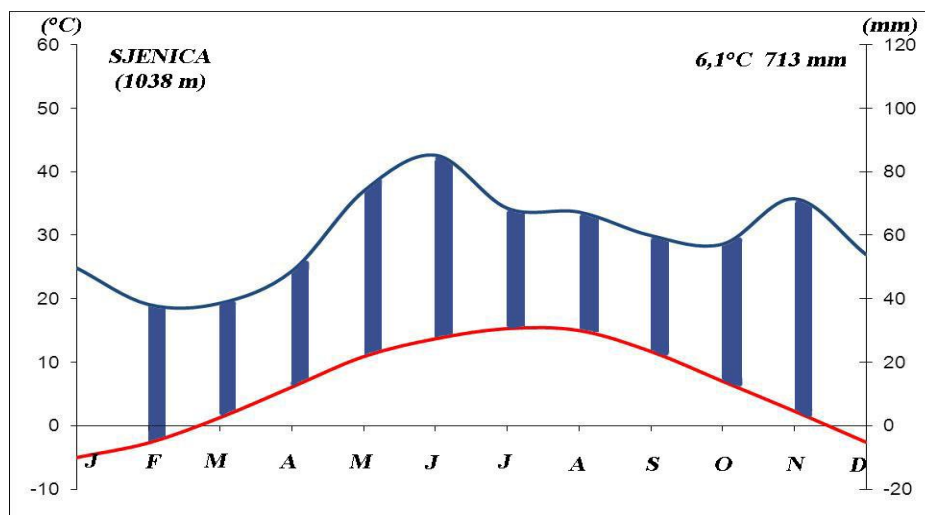
Pošto predmet ovog istraživanja nisu bile sve borove šume, vrednost Torntvajtjovog hidričkog bilansa na istraživanim lokalitetima se donekle razlikuje od gore navedenih. Na osnovu dobijenih vrednosti Torntvajtjovog klimatskog indeksa, vidi se da se sve istraživane sastojine nalaze u uslovima humidne klime (tip B-umereno, pojačano i jako humidna), sa godišnjom vrednošću koja se kreće od 50.09 u Sjenici, do 95.53 na Zlatiboru. U celini se može zaključiti da su klimatski uslovi povoljni za razvoj šumske vegetacije.

7.1.9. Ombrotermni dijagrami (klimadijagrami) Gosena i Valtera

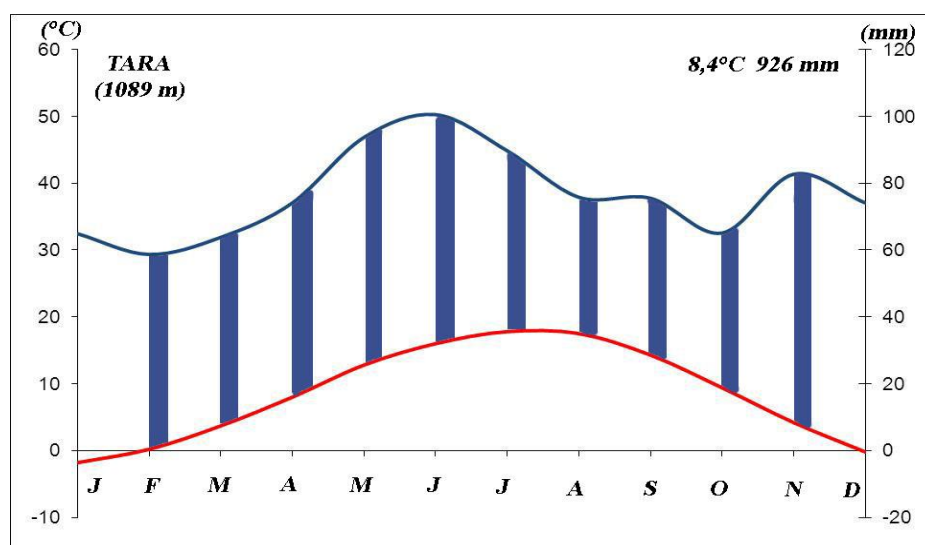
Klimadijagrami daju grafički prikaz odlika klime nekog kraja. Kod klimadijagrama po Gosenu i Valteru uzimaju se u obzir temperatura i padavine. Za predstavljanje temperature se uzimaju srednje mesečne vrednosti izražene u °C, a za padavine srednja količina ukupnih mesečnih padavina izražena u mm (Perović, 2013). Na apscisu se nanose meseci u godini, a na ordinatu temperatura i padavine. Odnos na ordinati temperatura : padavine = 1:2. Sušni period se javlja kada se kriva padavina spušta ispod krive temperature. Ta površina se punktira 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 vlažan 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, 1990). Redukcija vrednosti padavina se vrši zato što bi u slučaju realnog prikazivanja dijagrami bili preveliki, a i tako obilne padavine nemaju većeg značaja za biljni svet, jer višak vode otiče po površini supstrata (Фыкапек *et al.* 1982). Odnos površine vlažnih i sušnih perioda prikazuje opšti stepen humidnosti datog područja (Krstić, 1992).



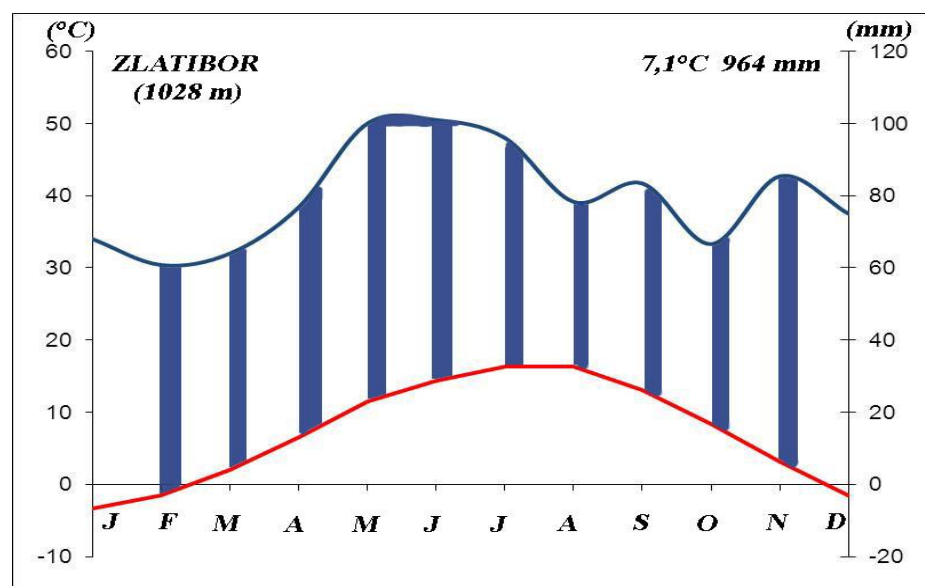
Grafikon 1: Klimadijagram za Kopaonik



Grafikon 2: Klimadijagram za Sjenicu



Grafikon 3: Klimadijagram za Taru



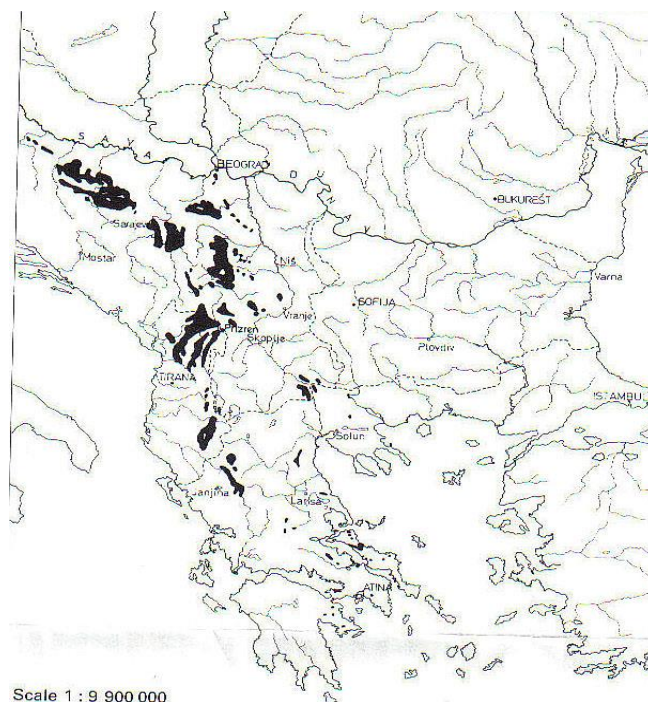
Grafikon 4: Klimadijagram za Zlatibor

Analiza klimadijagrama Gosena i Valtera pokazuje da na istraživanim lokalitetima nisu zabeleženi sušni i polusušni periodi. Perhumidni periodi su vrlo slabo izraženi i to samo na Zlatiboru i Kopaoniku. Na području Sjenice uopšte nisu zabeleženi, a na Tari su ovi periodi neznatni. Generalno gledano, istraživani lokaliteti na navedenim nadmorskim visinama imaju tipičnu humidnu klimu visokih šuma.

7.2. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANIH PODRUČJA

Geološka podloga u borovim šumama u Srbiji je najvećim delom predstavljena ofiolitskom masom. U ofiolitsku grupu spadaju ultramafiti (peridotit, serpentinit), dijabaz, gabro i spilit. U mnogim naučnim disciplinama se odomaćio termin „serpentiniti“, koji se primenjuje za sve ultramafite (Krám *et al.* 2009; Alexander, 2009; Tsiripidis and Papaioannou, 2010). Predmet istraživanja u okviru disertacije su bile borove šume na serpentinitu, peridotitima i serpentinisanim peridotitima.

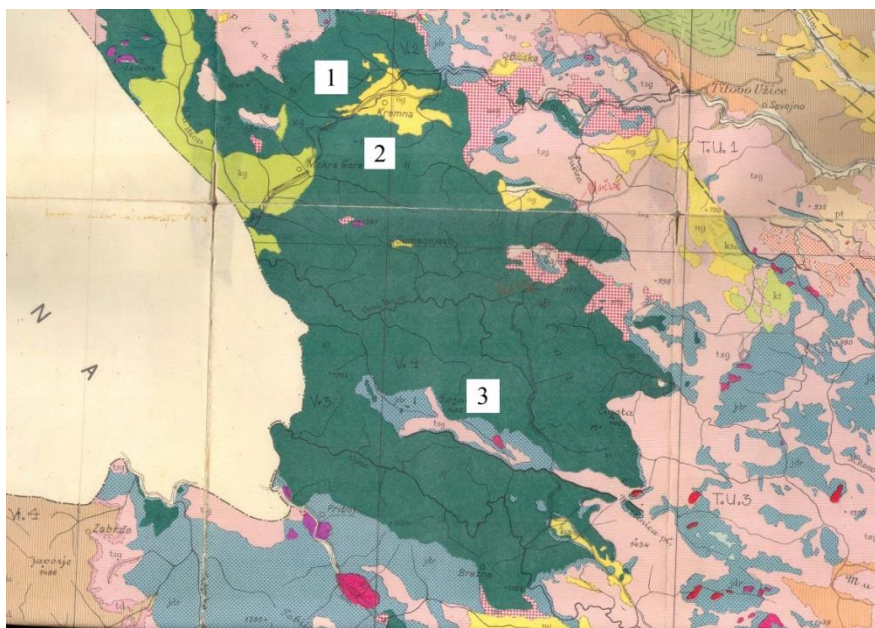
Serpentinska geološka podloga je široko rasprostranjena u svetu, uključujući severnu i tropsku Ameriku, severozapadnu, centralnu i južnu Evropu, kontinentalnu Aziju, Japan, Afriku, Malajski arhipelag, Novu Kaledoniju, Australiju i Novu Zeland (Brooks, 1987, prema Cooper, 2002). Na Balkanu se nalazi uglavnom na zapadnom delu poluostrva (Stevanović *et al.* 2003): u Albaniji, Bugarskoj, Srbiji, Bosni, Makedoniji, Grčkoj. U Srbiji zauzima centralne i zapadne delove (Zlatibor, Maljen, Suvobor, Goč i dr.) nadovezujući se na serpentinski masiv istočne Bosne, u pravcu Višegrada i Rudog.



Slika 4: Rasprostranjenost serpentinita na Balkanskom poluostrvu (Tatić i Veljović, 1992)

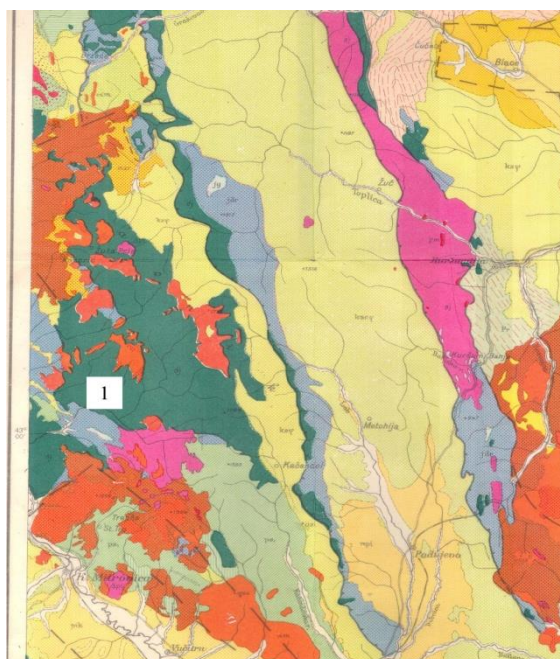
Peridotiti su magmatske ultrabazične stene sastavljene najviše od olivina, a sadrže piroksen i hromit. Familija piroksen-olivinskih plutonskih stena obuhvata tvorevine sa sadržajem $36 < \text{SiO}_2 < 44$; $0.2 < (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) < 1.5\%$, i sadržajem $\text{Ol} < 90\%$ (Vukov, 1998). U Srbiji su zastupljene dve vrste peridotita: lertzolit i harzburgit. Lertzoliti su uglavnom serpentinisani, i to najviše na perifernim delovima masiva. Serpentin nastaje raspadanjem rombičnog piroksena i olivina pod dejstvom atmosferilija, ali uglavnom se raspadanje vrši u unutrašnjosti zemljine kore dejstvom sopstvenih lakoisparljivih komponenti u peridotitima. Peridotiti i serpentinit su hemijski veoma slični, samo što je potrebno dodatnih 12-15% vode da bi se izvršila konverzija peridotita u serpentinit (Krám *et al.* 2009).

Peridotiti i serpentinit imaju jednu bitnu karakteristiku, a to je visok procenat Mg (18-24%), Fe (6-9%) i teških metala (Ni, Co, Cr, Mn), ali mali sadržaj Ca (1-4%) i Al (1-2%) (Alexander, 2004). Zemljišta formirana na ultramafitima mogu sadržati nekoliko stotina puta više nikla nego druga zemljišta (Altinözlü *et al.* 2012).



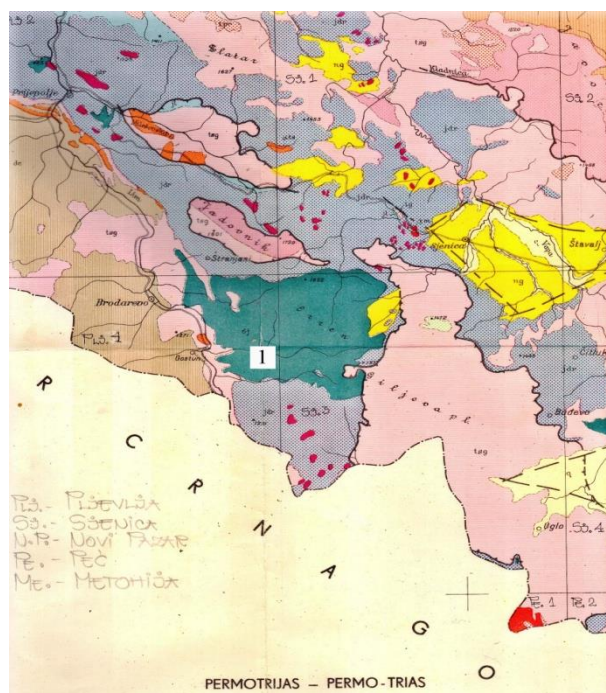
Slika 5: Fragment geološke podloge istraživanih područja (Milovanović, Ćirić, 1968)

Legenda: 1-Tara; 2-Šargan; 3-Zlatibor. Serpentin je označen tamnozelenom bojom



Slika 6: Fragment geološke podloge istraživanih područja (Milovanović, Ćirić, 1968)

Legenda: 1-Kopaonik. Serpentin je označen tamnozelenom bojom



Slika 7: Fragment geološke podloge istraživanih područja (Milovanović, Čirić, 1968)

Legenda: 1-Pešter. Serpentin je označen tamnozelenom bojom

7.3. ZEMLJIŠTA ISTRAŽIVANIH PODRUČJA

Sva zemljišta na istraživanom području, prema klasifikaciji Škorić *et al.* (1985) pripadaju automorfnim zemljištima. To su zemljišta koja karakteriše vlaženje atmosferskim padavinama, nema dopunskog vlaženja niti dužeg zadržavanja vode na nepropusnom horizontu.

Obrazovanje proučenih zemljišta vezano je uglavnom za serpentinisane peridotite. Ove stene se pretežno raspadaju oksidacijom jedinjenja gvožđa koja se u površinskim slojevima kamena limonitišu. Periferna zona stena je razmekšana i lako se drobi dajući dosta krupnih čestica (skeleta, peska). Zemljišta obrazovana na serpentinitima i peridotitima od supstrata nasleđuju i specifičan hemijski sastav. Veoma su bogata magnezijumom, niklom i hromom a veoma malo sadrže kalcijuma i kalijuma, što deluje nepovoljno na biljke.

Glavne odlike svih evolucionih stadija zemljišta obrazovanih na serpentinitu su njihova izražena skeletnost i plitak zemljišni profil, kao i prisustvo koluvijalnog procesa na padinama i u njihovom podnožju. Proučavanja zemljišta na serpentinskoj geološkoj podlozi u okviru ovog rada izvršena su u čistim šumama crnog bora (*Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957), čistim šumama belog bora (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963), kao i u mešovitim šumama belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Stefanović 1963).

U okviru doktorske disertacije proučena su zemljišta iz dve klase:

Klasa: Humusno akumulativna zemljišta sa građom profila A-C ili A-R

Tip zemljišta: Humusno - silikatno zemljište (ranker)

Podtip: Eutrično humusno - silikatno zemljište

Klasa: Kambična zemljišta sa građom profila A-(B)-C ili A-(B)-R

Tip zemljišta: Eutrično smeđe zemljište (eutrični kambisol)

Podtip: Eutrično smeđe zemljište na serpentinitu

Rankeri su zemljišta koja se pretežno nalaze na strmim padinama, sa glavnom zonom rasprostiranja od 800 do 1600 m. To su uglavnom plitka zemljišta, često sa visokim sadržajem skeleta, imaju slab vodni kapacitet i lako se isušuju. Neutralne su do slabo kisele reakcije sa visokim stepenom zasićenosti bazama. Na većim nadmorskim visinama mogu se javiti i jače zakišljeni rankeri. Sadržaj humusa varira od 5-15%, u

zavisnosti od razvojnog stadijuma i nadmorske visine. Obično su glinovito-ilovastog mehaničkog sastava, zrnaste strukture, porozna su i dobro aerisana. Jako su česta na serpentinitima Srbije, a s obzirom na veliki visinski interval na njima srećemo različite zajednice: od travnih fitocenoza, preko kserofilnih borovih i hrastovih šuma do mezofilnih bukovo-jelovih šuma.

Prema važećoj Klasifikaciji zemljišta (Škorić *et al.* 1985) na osnovu stanja supstrata i stepenu pedogenetske evolucije izdvaja se nekoliko varijeteta eutričnog humusno silikatnog zemljišta: organogeno, organomineralno, posmeđeno i koluvijalno. Prema sadržaju skeleta izdvajaju se forme: slabo skeletno, srednje skeletno i jako skeletno eutrično humusno silikatno zemljište. Na istraživanom području utvrđeno je prisustvo posmeđenog eutričnog humusno silikatnog zemljišta a takođe i veći broj formi (jako skeletno, srednje skeletno).

Smeđa zemljišta na serpentinitima i peridotitima su uglavnom plitka do srednje duboka, često sa dosta krupnog nezaobljenog skeletnog materijala, ilovastog mehaničkog sastava. Reakcije su slabo kisele do neutralne, a stepen zasićenosti bazama je visok (60-80%). Slaba biološka aktivnost kao i nepovoljan hemijski sastav prostirke često uzrokuju pojavu obrazovanja polusirovog humusa.

7.3.1. Zemljišta u zajednici crnog bora

U okviru šume crnog bora (*Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957) otvorena su 4 pedološka profila (profili: 9/2011, 10/2011, 11/2011, 12/2011) na Šarganu, dva profila na Tari (15/2011 i 16/2011), jedan na Kopaoniku (1/2010) i jedan na Pešteru (3/2010).

7.3.1.1. Posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (9/2011), Šargan

Zemljište je opisano na teritoriji GJ „Šargan”, na nadmorskoj visini 950 m, severozapadnoj ekspoziciji i nagibu od 20°. Površina zemljišta je obrasla gustim travnim pokrivačem. Nerazložena i polurazložena organska materija čvrsto je povezana korenjem prizemne flore u sloju moćnosti 8 cm. Nema obrazovanja kiselih humusnih materija. Humusno akumulativni horizont je mrke boje, moćnosti oko 30 cm, zrnastih strukturnih agregata, jako skeletan. U donjem delu profila uočava se jasna zona posmeđivanja i prisustvo krupnih komada skeleta.

7.3.1.2. Jako skeletno, eutrično humusno silikatno zemljište (10/2011), Šargan

Pedološki profil 10/2011 otvoren je u gornjem delu padine, iznad profila 9/2011, na nadmorskoj visini 968 m, severozapadnoj ekspoziciji i nagibu od 25°. Po površini zemljišta se nalazi gust travni pokrivač. Površinski sloj nerazloženih i polurazloženih biljnih ostataka čvrsto je povezan korenjem prizemne flore (moćnost sloja oko 11 cm). A horizont je dobro razvijen, moćnosti oko 45 cm, mrko-crne je boje, zrnastih strukturnih agregata, ilovastog mehaničkog sastava, dobrih osobina. Sadržaj skeleta je dosta visok (jako skeletno) a od dubine od 20 cm javljaju se krupniji komadi skeleta.

7.3.1.3. Jako skeletno, plitko eutrično humusno silikatno zemljište (11/2011), Šargan

Površina zemljišta obrasla gustim travnim pokrivačem. Humusno akumulativni horizont je moćnosti oko 15 cm, mrke do mrko-smeđe boje, jako skeletan, jako isprepletan korenjem sprata prizemne flore. Pedološki profil je otvoren na nadmorskoj visini 981 m, severozapadnoj ekspoziciji i nagibu od 25°.

7.3.1.4. Posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (12/2011), Šargan

Pedološki profil je otvoren na nadmorskoj visini od 981 m, zapadnoj ekspoziciji i nagibu od 30°. Površina zemljišta je obrasla gustim travnim pokrivačem. Nerazložena i polurazložena organska materija čvrsto povezana korenjem prizemne flore u sloju moćnosti 7 cm. Nema obrazovanja kiselih humusnih materija. Humusno akumulativni horizont je mrke boje, moćnosti 22 cm, zrnastih strukturnih agregata, dobrih osobina. Skelet je prisutan u horizontu u granicama srednjeg sadržaja. U donjem delu profila uočava se jasna zona posmeđivanja, težeg mehaničkog sastava i uočava se prisustvo krupnih komada skeleta.

7.3.1.5. Skeletno, eutrično humusno-silikatno zemljište na serpentinitu (15/2011 i 16/2011), Tara

Šume crnog bora u kojoj je otvoren pedološki profil javlja se na nadmorskoj visini od oko 930 m, ekspozicija je severoistočna a nagib terena se kreće oko 30°. Na površini se nalazi filc crnjuše (*Erica carnea* L.) moćan oko 5 cm. A horizont je moćnosti od 20-35 cm, mrke boje, mrvičastih strukturnih agregata, ilovast, tipičan. Prisutno je oko 30% sitnih do srednje krupnih odlomaka skeleta. Prelazni AC horizont je moćan 10-35 cm, sa puno krupnog skeletnog materijala. Ovo je tipično borovo stanište. Iako proizvodni potencijal zemljišta nije visok, sastojina crnog bora je dobre proizvodnosti i zdravstvenog stanja. Stabla crnog bora su dobre vitalnosti.

7.3.1.6. Srednje skeletno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (1/2010), Kopaonik

Pedološki profil 1/2010 je otvoren na Kopaoniku u zajednici crnog bora, na nadmorskoj visini 960 m, ekspozicija je severozapadna, a nagib 25°. A horizont je moćnosti oko 30 cm, mrke je boje, srednje je skeletan, dobrih osobina. Zemljište je ilovastog mehaničkog sastava, zrnaste strukture i povoljnih osobina. Prelazni AC horizont je moćnosti oko 20 cm, jako je skeletan sa dosta krupnim materijalom.

7.3.1.7. Koluvijalno, eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (3/2010), Pešter

Ovo zemljište je proučeno na području Peštera, u zajednici crnog bora, na nadmorskoj visini 1193 m, na južnoj ekspoziciji, na nagibu od 35°. Prema teksturi proučeni tip zemljišta je peskovita ilovača do ilovača. Hemijske osobine zemljišta karakteriše slabo kisela do neutralna reakcija. Obezbeđenost humusom je dobra kao i ukupnim azotom. Zemljište je slabo obezbeđeno lakopristupačnim fosforom, dok je lakopristupačnim kalijumom slabo do srednje obezbeđeno.

7.3.2. Zemljišta u šumi belog i crnog bora

Na području istraživanja, u okviru zajednice belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951) otvoreno je 9 pedoloških profila, i to 5 a Zlatiboru, na Kopaoniku 1 profil, na Tari 2 profila a na Šarganu 1.

7.3.2.1. Eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 1/2011), Zlatibor

Proučeno zemljište (profil 1/2011) javlja se na 1100 m nadmorske visine, na nagibu od oko 30°, severozapadnoj ekpoziciji. Površina zemljišta je obrasla gustim travnim pokrivačem. Humusno akumulativni horizont je dobro razvijen, moćnosti oko 30 cm, mrke je boje, slabo skeletan, zrnastih strukturnih agregata, ilovastog mehaničkog sastava, dobrih osobina.

7.3.2.2. Plitko eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 2/2011), Zlatibor

Proučeno zemljište (profil 2/2011) javlja se na 1125 m nadmorske visine, na nagibu od oko 25°, severozapadnoj ekpoziciji. Površina zemljišta obrasla gustim travnim pokrivačem. Humusno akumulativni horizont je moćnosti oko 25 cm, mrke je boje, zrnastih strukturnih agregata, slabo skeletan, ilovastog mehaničkog sastava, dobrih osobina.

7.3.2.3. Plitko eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 3/2011), Zlatibor

Profil je iskopan u podnožju padine. Zemljište je male dubine (profil 3/2011). Javlja se na 1140 m nadmorske visine, na nagibu od oko 20°, jugoistočnoj ekpoziciji. Površina zemljišta je obrasla nešto ređim travnim pokrivačem, sa dominacijom vrste *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi. Humusno akumulativni horizont je moćnosti oko 25 cm, mrke je boje, zrnastih strukturnih agregata, sa puno krupnih komada skeleta.

7.3.2.4. Plitko eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 4/2011), Zlatibor

Proučeno zemljište (profil 4/2011) javlja se na 1115 m nadmorske visine, na nagibu od oko 25°, ekspozicija je istočna. Profil se nalazi u podnožju padine. Zemljište je veoma plitko. Humusno akumulativni horizont je moćnosti oko 10 cm, mrke je boje, zrnastih strukturnih agregata, slabo skeletan.

7.3.2.5. Plitko, jako skeletno, litično eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 5/2011), Zlatibor

Proučeno zemljište (profil 5/2011) javlja se na 1115 m nadmorske visine, na nagibu od oko 15°, ekspozicija je istočna. Profil se nalazi u podnožju padine. Male je dubine. Humusno akumulativni horizont je moćnosti oko 35 cm, mrke je boje, isprepletan korenjem, jako skeletan.

7.3.2.6. Skeletno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 2/2010), Kopaonik

Pedološki profil 2/2010 je otvoren u zajednici crnog i belog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951), na nadmorskoj visini 1050 m, ekspozicija je jugozapadna, a nagib 40°. A horizont je moćnosti oko 25 cm, mrke je boje, isprepletan korenjem, skeletan, ilovastog mehaničkog sastava, tipičan.

7.3.2.7. Srednje duboko, srednje skeletno eutrično smeđe zemljište na serpentinitu (profil 14/2011), Tara

Na istraživanom lokalitetu zemljište je obrazovano u mešovitoj zajednici crnog i belog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951), na serpentinitu, na nadmorskoj visini od 1117 m, ekspozicije je severozapadna a nagib terena oko 15°. Olfh sloj je moćnosti oko 10 cm, gusto isprepletan korenjem prizemne flore i ujedno predstavlja specifičnu formu polusirovog humusa. Ispod njega izdvaja se A horizont moćnosti od 5 - 8 cm, tamno smeđe do tamno mrke boje, slabo izražene zrnaste strukture. Prelaz u (B) horizont je postepen. (B) horizont je smeđe do crveno smeđe boje, moćnosti oko 30 cm,

lakšeg ilovastog mehaničkog sastava, sa srednjim sadržajem krupnog nezaobljenog skeleta.

7.3.2.8. Plitko, srednje skeletno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 13/2011), Tara

Pedološki profil 13/2011 je otvoren u zajednici crnog i belog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951), na nadmorskoj visini 1020 m, ekspozicija je južna a nagib 35°. Na površini nema nagomilavanja organske materije. Humifikacija je dosta dobra usled čega su obrazovane humusne materije slabo kisele reakcije. A horizont je moćnosti oko 25 cm, mrke je boje, srednje je skeletan, dobrih osobina. Zemljište teksturno pripada glinovitoj ilovači i slabo kisele je reakcije. Prelazni AC horizont je moćnosti oko 20 cm, jako je skeletan sa dosta krupnim materijalom. Mestimična pojava zona posmeđivanja.

7.3.2.9. Duboko, eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 6/2010), Šargan

Ovo zemljište je proučeno u zajednici belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951) na području GJ „Šargan”, odeljenje 25 b. Dubina soluma proučenog zemljišta iznosi 60 cm. Prema teksturi proučeno zemljište je ilovača do glinovita ilovača. Hemijska svojstva zemljišta karakteriše slabo kisela do neutralna reakcija zemljišnog rastvora. Humusno akumulativni horizont je jako humusan, dok je kambični horizont umereno humusan. Obezbeđenost zemljišta lakopristupačnim fosforom i kalijumom je u granicama niskih sadržaja.

7.3.3. Zemljišta u zajednici belog bora

Pedološki profili u zajednici belog bora (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963) na području Zlatibora otvoreni su na Torniku na nadmorskim visinama od 1000-1100 m, na nagibu od 15-20°, ekspozicije su severne, pedološki profili 6/2011 i 7/2011. Takođe, profil 8/2011 otvoren je na istom području u zajednici belog bora, ali je u pitanju nadmorska visina od 1324 m, nagib 15°, ekspozicija je jugoistočna. Na području

Peštera u šumi belog bora otvorena su dva pedološka profila na severnim ekspozicijama i nagibu 10-25°.

7.3.3.1. Posmeđeno, jako skeletno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil: 6/2011), Zlatibor

Šira blaga padina, eksponirana severu. Površina zemljišta pokrivena travnom vegetacijom. Nema obrazovanja horizonta šumske prostirke. Humifikacija organske materije je dosta dobra, a obrazovane humusne materije su slabo kisele reakcije. Obrazovano zemljište je veoma skeletno i plitko. Građa profila je AC - A(B)C - C. Od površine zemljišta prisutan skelet u vidu krupnih komada. A horizont je moćnosti oko 23 cm, jako isprepletan žilama, mrkosmeđe je boje, jako skeletan, mrvičastih strukturnih agregata. Zona posmeđivanja je moćnosti oko 10 cm, sa jasnim izdvajanjem smeđe boje, nešto težeg mehaničkog sastava. Učešće krupnih komada supstrata je veoma veliko celom dubinom profila, tako da pravog zemljišta ima veoma malo.

7.3.3.2. Srednje duboko eutrično smeđe zemljište na serpentinitu (profil: 7/2011), Zlatibor

Šira blaga padina, eksponirana severu. Površina zemljišta pokrivena gustim facijesima prizemne flore. Zemljište je vlažno. Građa profila je A - (B) - C. Nagomilavanja organske materije na površini zemljišta je umereno. Humifikacija je dobra. Obrazuje se mul humus slabo do umereno kisele reakcije. Humusno akumulativni horizont je moćnosti oko 15 cm, mrke je boje, mrvičastih strukturnih agregata, bez skeleta, veoma povoljnih osobina. Prelaz u kambični horizont je oštar. (B) horizont je smeđe boje, poliedrične strukture sa većim procentom frakcije ukupne gline u odnosu na A horizont. Skelet se javlja u donjim delovima (B) horizonta. Zemljište je ilovastog mehaničkog sastava i veoma povoljnih vodno-vazdušnih osobina. Reakcija je slabo kisela do neutralna, a stepen zasićenosti bazama visok (60-80%). Smeđe zemljište na serpentinitu predstavlja najproduktivnije stanište za beli bor na području Zlatibora.

7.3.3.3. Posmeđeno, jako skeletno eutrično smeđe zemljište na serpentinitu (profil: 8/2011), Zlatibor

Lokalitet na kome je otvoren pedološki profil 8/2011, nalazi se na većoj nadmorskoj visini (1324 m), gde, pored dominantnog belog bora, imamo i pojavu jele i smrče. Veća nadmorska visina i učešća tri vrste četinara utiču na obrazovanje horizonta polusirovog humusa moćnosti oko 7 cm. Obrazovane humusne materije se slabo jedine sa mineralnim delom zemljišta, tačnije obrazovanje zemljišta je usporeno. Građa profila je AC - A(B)C - C. A horizont je mrke boje, male moćnosti (15-20 cm), jako je skeletan. Jaka skeletnost i mala dubina profila uslovljavaju nizak ekološko proizvodni potencijal. Prelazni A(B)C horizont je moćnosti oko 10 cm.

7.3.3.4. Posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (profil 5/2010), Pešter

Zemljište je proučeno na području ŠG „Golija” Ivanjica, GJ „Dubočica Bare”, odeljenje 60 a, u zajednici belog bora (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963). Dubina zemljišnog soluma je oko 40 cm. Prema teksturi zemljište je glinovita ilovača, slabo je propustljivo za vodu i slabo je aerisano. Zemljište je neutralne reakcije, zasićeno bazama. Humusni horizont je jako humusan i dobro obezbeđen azotom. Obezbeđenost lakopristupačnim fosforom i kalijumom je niska.

7.3.3.5. Eutrično smeđe zemljište na serpentinitu (profil 4/2010), Pešter

U zajednici belog bora na području Peštera ovo zemljište je proučeno na severnoj ekspoziciji i nagibu od 10°. Dubine je 74 cm, peskovito ilovastog mehaničkog sastava. Zemljište je umereno do slabo kisele reakcije, dobro je obezbeđeno humusom i azotom. Obezbeđenost zemljišta fosforom je slaba dok je kalijumom srednje snabdeveno.



Slika 8: Eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (Kopaonik)

Foto: O. Košanin



Slika 9: Smeđe zemljište na serpentinitu (Zlatibor)

7.4. FLORISTIČKE I VEGETACIJSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANIH PODRUČJA

Na području Zlatibora, Peštera, Tare, Šargana i Kopaonika u okviru istraživanja opisane su tri šumske fitocenoze, koje pripadaju razredu bazifilnih borovih šuma (*Erico-Pinetea* Ht 1959). Ovaj razred u Srbiji karakterišu najčešće monodominantne šume crnog bora (*Pinus nigra* Arnold), ali se javljaju i neke druge lišćarske i četinarske vrste u ulozi edifikatora-*Pinus sylvestris* L., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Quercus dalechampii* Ten., *Fraxinus ornus* L...

Sistematska pripadnost istraživanih sastojina:

Razred: *ERICO-PINETEA* Ht 1959

Red: *Erico-Pinetalia* Oberdorfer 49 *emend.* Ht 1959

Dinarske borovo crnjušine šume

Sveza: *Orno-Ericion* Horvat 1959.

Podsveza: *Erico-Pinenion nigrae* (Krause et Ludwig 57) Tomić 2004

(*Orno-Ericenion serpentanicum* Krause et Ludw. 1957)

7.4.1. Šuma crnog bora sa crnjušom

Ass. *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957. in Krause & Ludwig 1957

(Sinonimi: *Erico-Pinetum nigrae serpentanicum* Krause 1957. in Krause & Ludwig 1957, *Pinetum nigrae serpentanicum* Pavlović 1951, *Pinetum nigrae-nigrae* Rajevski 1951, *Pinetum nigrae* subass. *ericetosum-brometosae* Tatić 1961, *Pinetum sylvestris nigrae* subass. *ericetosum* Pavlović 1951, *Pinetum sylvestris nigrae* subass. *genistetosum* Pavlović 1964, *Euphorbio glabriflorae-Pinetum nigrae* B. Jovanović 1972).

Šuma crnog bora na serpentinitu se javlja u Srbiji na visinama do 1300 m, na humusno-silikatnim do smeđim zemljištima na peridotitu i serpentinitu. Opisana je na Zlatiboru (Pavlović, 1951), Kopaoniku (Tomanić, 1968; Jovanović 1972), Studenoj planini kod Kraljeva (Tatić, 1969), Maljenu (Gajić *et al.* 1954), u dolini Ibra (Pavlović, 1964), Crnom vrhu kod Priboja (Lindtner, 1951; Novaković, 2008), predelima od

Mokre gore do reke Uvac (Rajevski, 1951). Zajednica crnog bora i crnjuše (*Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957) zauzima veće komplekse i u istočnoj i severoistočnoj Bosni - slivovi Krivaje, Usore, Drinjače, područje Višegrada (Stefanović *et al.* 1983; Bojadžić, 2001).

7.4.1.1. Floristički sastav i karakteristike staništa

Zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima (Zlatibor, Pešter, Tara, Šargan i Kopaonik) zauzima različite ekspozicije, ali su one u najvećem broju slučajeva hladnije (N, E, NW, NE). Nadmorske visine su takođe različite; najmanja zabeležena visina na kojoj je urađen fitocenološki snimak iznosi 900 m, najveća 1219 m, prosečno 1050 m. Šuma crnog bora je na području Tare, Kopaonika i Šargana zabeležena na manjim nadmorskim visinama, između 920 i 1000 m, na Torniku (Zlatibor) je opisana na visinama između 1100-1150 m, dok najveće visine zauzima na Pešteru, oko 1200 m. Na području Peštera (Dubočica Bare) šume crnog bora idu i do 1400 m, mada one na toj visini nisu u optimumu svog razvoja, više se radi o ostacima ovih šuma. Nagibi u šumi crnog bora variraju od zaravni do jako strmih nagiba od 35°, prosečno 26°. Visine stabala se kreću, u zavisnosti od lokaliteta, između 13 m i 26 m, stabla su najčešće vrlo prava i čista od grana više od polovine visine.

Šuma crnog bora je opisana na jako do srednje skeletnom eutrično humusno silikatnom zemljištu, a dva profila su otvorena i na posmeđenom eutrično humusno silikatnom zemljištu. Za zemljišta na istraživanim lokalitetima je karakteristično da su srednje do jako skeletna i uglavnom plitka. Međutim, iako proizvodni potencijal zemljišta nije visok, to ne predstavlja ograničavajući faktor za razvoj crnog bora, jer on postiže uglavnom dobre dimenzije i zadovoljavajućeg je zdravstvenog stanja.

U zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima zabeleženo je ukupno 170 taksona u 40 fitocenoloških snimaka (prilog 1). Broj vrsta po snimcima je različit, kreće se od samo 20 pa sve do 43, prosečno iznosi 29.7 vrsta po fitocenološkom snimku, a 43% snimaka sadrži više od 30 vrsta.

Sklop sprata drveća iznosi 0.4-0.8, prosečno 0.63. U prvom spratu apsolutno dominira crni bor (*Pinus nigra* Arnold), a samo u po nekom snimku su zabeleženi i beli bor (*Pinus sylvestris* L.), breza (*Betula pendula* Roth.), balkanski kitnjak (*Quercus*

dalechampii Ten.), grab (*Carpinus betulus* L.) i bukva (*Fagus moesiaca* (K. Maly) Czecz.).

Sklop sprata žbunja iznosi između 0.1-0.7, prosečno 0.23. Sprat žbunja je dosta bogatiji u poređenju sa spratom drveća, zabeleženo je ukupno 16 vrsta. U gotovo svim fitocenološkim snimcima je zabeležen crni bor (*Pinus nigra* Arnold), stepen prisutnosti II imaju kleka (*Juniperus communis* L.) i jednosemeni glog (*Crataegus monogyna* Jacq.), dok su ostale vrste dosta ređe zastupljene: *Picea abies* (L.) Karst., *Quercus cerris* L., *Prunus avium* L...

Sprat prizemne flore ima pokrovnost 0.7-1.0, prosečno 0.96, što je dobrim delom posledica dosta otvorenog sklopa sprata drveća koji omogućava veći prodor svetlosti. Veliku pokrovnost sprata zeljastih biljaka uslovljava i crnjuša (*Erica carnea* L.), koja se na istraživanim lokalitetima često javlja u tepisima. Na Zlatiboru i Kopaoniku crnjuša ima malu brojnost i pokrovnost, pa je u tim snimcima ukupna pokrovnost sprata prizemne flore nešto manja i iznosi između 0.7-0.9. Iako je u okviru istraživanja zabeležen veliki broj vrsta, mali je broj vrsta koje u izgradnji fitocenoze učestvuju sa velikom brojnošću i pokrovnošću: *Erica carnea* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv, *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv., *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *D. calycina* (Vill.) Rchb. (syn.) *Danthonia provincialis* Lam. et DC.. Sprat mahovina je slabo izražen, jer je borovo stanište ipak suviše suvo za pojavu ovih vrsta. Takođe, crnjuša i pojedine trave grade guste tepihe ili pokrivače, što sve otežava opstanak mahovina, tako da su na područjima istraživanja od mahovina zabeležene samo *Scleropodium purum* (Hedw.) Limpr. i *Dicranum polysetum* Sw.

Softver JUICE 7.0. je u okviru zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izdvojio dijagnostičke, konstantne i dominantne vrste.

Dijagnostičke vrste: *Pinus nigra* [4] 52.6; *Pinus nigra* [6] 50.1

Konstantne vrste (karakteristični skup vrsta): ***Pinus nigra* [1] 100; *Pinus nigra* [4] 95; *Brachypodium pinnatum* [6] 62, *Erica carnea* [6] 100, *Erythronium dens canis* [6] 95, *Pinus nigra* [6] 75, *Pteridium aquilinum* [6] 68, *Stachys scardica* [6] 70, *Vicia cracca* [6] 62**

Dominantne vrste: *Pinus nigra* [1] 65; *Pinus nigra* [4] 5; *Brachypodium pinnatum* [6] 2, *Danthonia calycina* [6] 2, *Erica carnea* [6] 48, *Sesleria serbica* [6] 2

Broj u zagradi označava: 1-sprat drveća; 4-sprat žbunja; 6-sprat prizeme flore

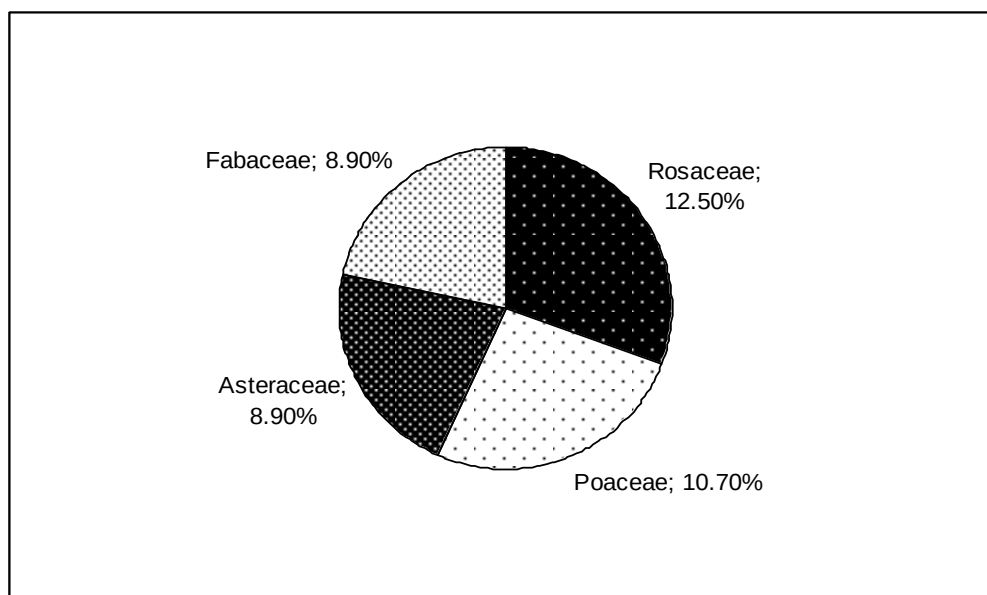
Zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima je podeljena na četiri subasocijacije: *typicum*, *danthonietosum calycinae*, *deschampsietosum flexuosae* i *euphorbietosum glabriflorae*. Subasocijacija *typicum* je izdvojena na Tari i Šarganu. U prvom spratu apsolutno dominira crni bor, a stabla su dobre vitalnosti. U spratu žbunja crnom boru se pridružuju i neke druge vrste, najčešće kleka i glog. Sprat prizemne flore je gotovo u svim snimcima maksimalne pokrovnosti, dominira crnjuša (*Erica carnea* L.), a pored nje veliku brojnost i pokrovnost imaju vrste koje se najčešće javljaju u borovim šumama: *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *Vaccinium myrtillus* L.... Subasocijacija *danthonietosum calycinae* je opisana na Zlatiboru, gde je šuma crnog bora jako degradirana usled konstantnog pašarenja. O tome svedoči i njen floristički sastav: u spratu žbunja visoko prisustvo imaju kleka (*Juniperus communis* L.) i jednosemeni glog (*Crataegus monogyna* Jacq.), koji su česti u degradiranim šumama. Sprat prizemne flore je najmanje pokrovnosti u poređenju sa ostalim lokalitetima, crnjuša takođe ima minimalnu pokrovnost, ali su zato značajno zastupljene vrste koje su tipični pokazatelji degradiranosti zajednice: *Danthonia calycina* (Vill.) Rchb., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv, *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *germanicum* (Grem.) Gams & Hegi. Degradacija ove šume ide u pravcu pašnjačkih formacija predstavljenih asocijacijom *Danthonietum calycinae*. Na Kopaoniku je izdvojena subasocijacija *euphorbietosum glabriflorae*, gde crni bor egzistira u najtežim uslovima u poređenju sa drugim lokalitetima. U prvom spratu dominira crni bor, kao i u drugom, gde je zabelež njegov gust podmladak. U spratu prizemne flore crnjuša nije značajno zastupljena, osim u jednom snimku, ali zato značajno prisustvo imaju kserofilne vrste koje uspevaju u teškim stanišnim uslovima: *Euphorbia glabriflora* Vis., *Potentilla heptaphylla* L., *Thymus pulegioides* L., *Allysum markgrafii* O.E.Schulz., *Carex humilis* Leysser i dr. Subasocijacija *deschampsietosum flexuosae* je izdvojena na području Peštera. Stabla crnog bora na ovom lokalitetu su jako dobre vitalnosti. Sprat drveća, pored crnog bora, ima još samo jednu vrstu (*Betula pendula* Roth.), koja je zabeležena samo u jednom snimku, dok je sprat žbunja nešto bogatiji. Sprat prizemne flore ima u svim snimcima maksimalnu pokrovnost, ali je mali broj vrsta koje beleže visoke vrednosti brojnosti i pokrovnosti. U ovom spratu se svojim prisustvom ističe pre svega crnjuša (*Erica carnea* L.), kao i neke vrste vezane uglavnom za borove šume: *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *Danthonia calycina* (Vill.) Rchb., *Vaccinium myrtillus* L., tako da ovu subasocijaciju karakteriše prilično jednoličan izgled.

7.4.1.2. Filogenetski spektar

Analizom filogenetskog spektra utvrđeno je da zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima obuhvata 42 familije. Najveće prisustvo ima familija *Rosaceae* (12.5%), a sledi familija *Poaceae* (10.7%). 15 familija, odnosno 8.9% svih zabeleženih familija ima samo po jednog predstavnika.

Tabela 10: Učešće pojedinih familija u građi zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

Familija	Učešće
<i>Rosaceae</i>	12.5%
<i>Poaceae</i>	10.7%
<i>Asteraceae</i>	8.9%
<i>Fabaceae</i>	8.9%



Grafikon 5: Učešće pojedinih familija u građi zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

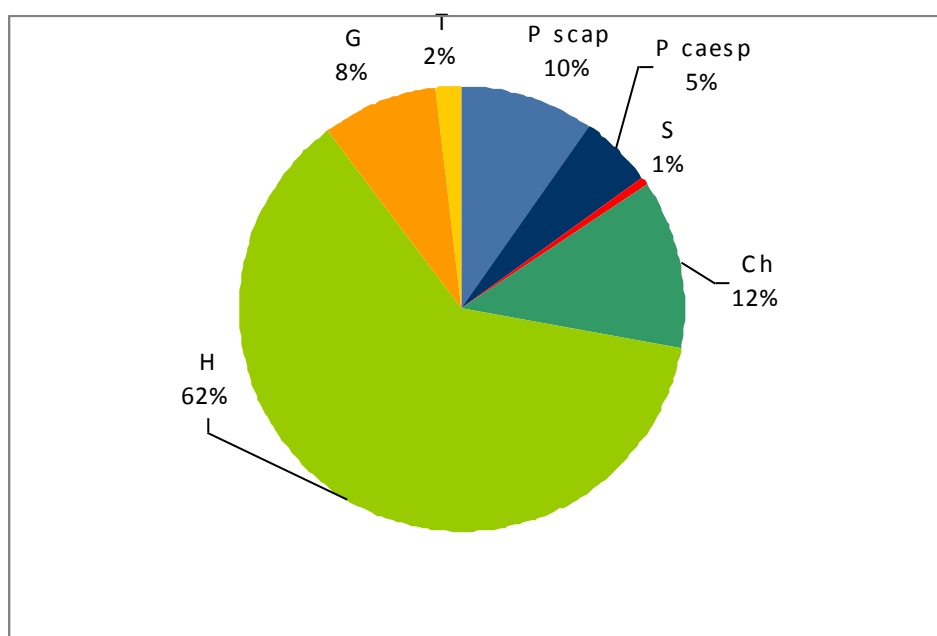
7.4.1.3. Spektar životnih oblika

U spektru životnih oblika (tabela 10) dominiraju hemikriptofite sa 62%, što je uobičajeno za zajednice našeg podneblja i ukazuje na znatno prisustvo trava. Fanerofite učestvuju sa 15%, dok je udeo geofita 8%. Hamefite takođe imaju značajno prisustvo (12%), dok terofite i puzavice učestvuju sa 3%, odnosno 1%. Na osnovu učešća geofita i hamefita u zajednici crnog bora može se zaključiti da uslovi života u ovoj zajednici i

nisu toliko ekstremni. Tome svakako doprinosi velika količina padavina koja je zabeležena na svim lokalitetima, ali i pojava ove šume najčešće na zaklonjenim ekspozicijama.

Tabela 11: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

Životni oblici						
Faneroфite drvenaste	Faneroфite žbunaste	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
10%	5%	12%	62%	8%	2%	1%

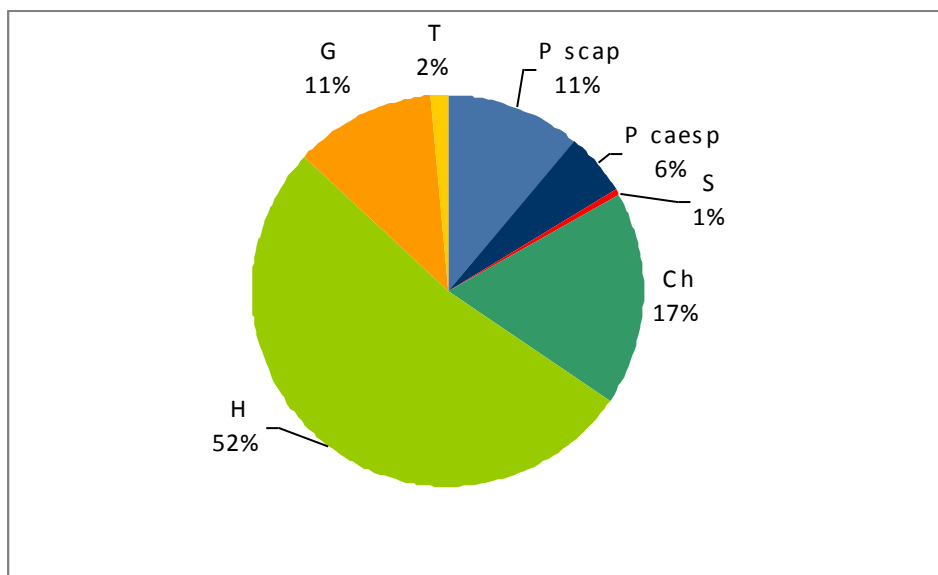


Grafikon 6: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

Kada se izračuna spektar životnih oblika na osnovu stepena prisutnosti svih vrsta, dobijaju se slični rezultati kao i za spektar osnovnih životnih oblika, s tim da je udeo hemikriptofita manji, a hamefita i geofita veći (tabela 12).

Tabela 12: Spektar osnovnih životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Životni oblici						
Faneroфite drveće	Faneroфite žbunovi	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
11%	6%	17%	52%	11%	2%	1%

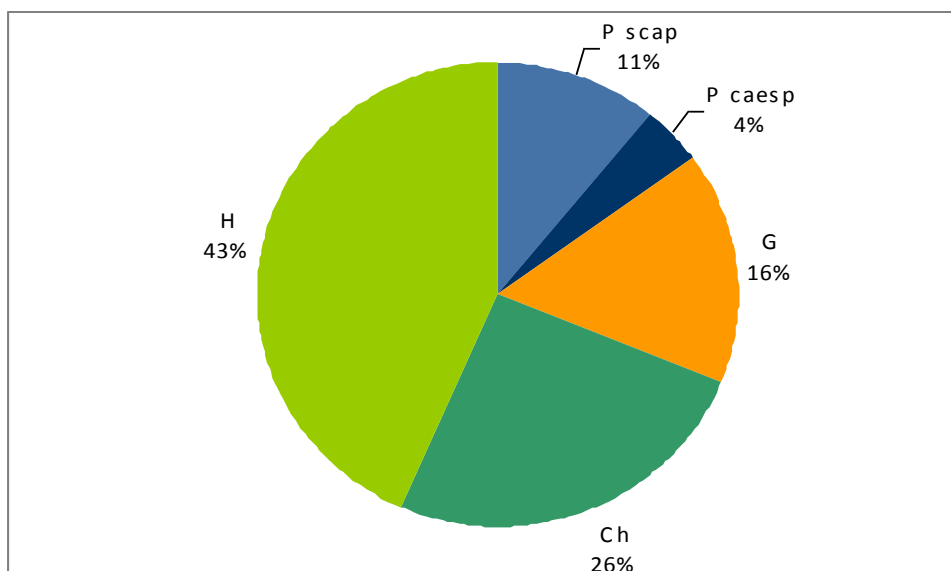


Grafikon 7: Spektar osnovnih životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Spektar životnih oblika biljaka izračunat samo za biljke čiji je stepen prisutnosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 V, IV i III pokazuje i dalje dominaciju hemikriptofita, ali je njihov udeo znatno manji nego u spektru osnovnih životnih oblika (43%). Značajno je povećan udeo hemikriptofita i geofita, dok je procenat fanerofita približno jednak.

Tabela 13: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

Životni oblici						
Fanerofite drveće	Fanerofite žbunovi	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
11%	4%	26%	43%	16%	0%	0%



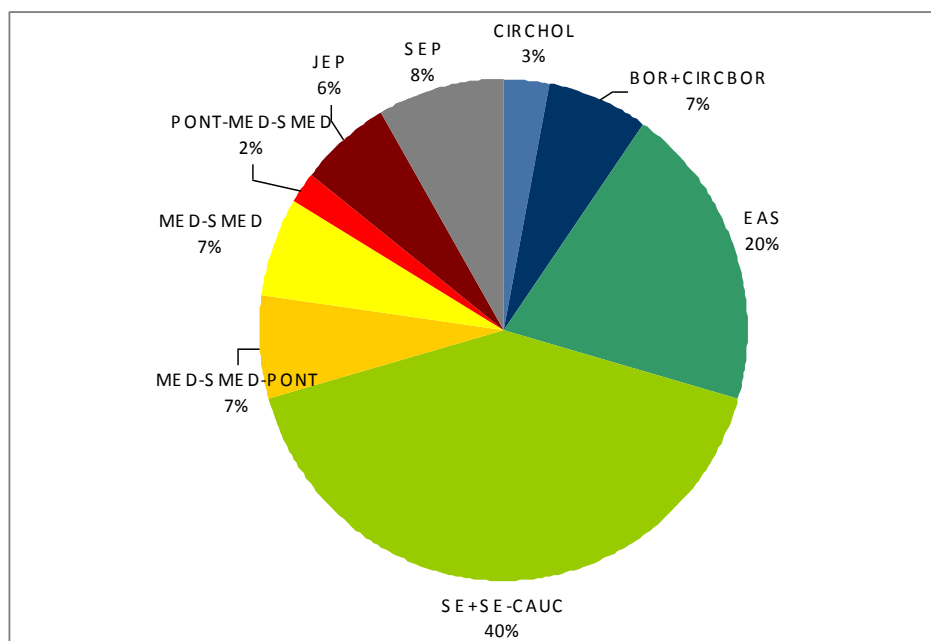
Grafikon 8: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

7.4.1.4. Spektar areal tipova

U spektru flornih elemenata je uočljivo prisustvo velikog broja areal tipova, a kao zbirni dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski sa 40%. U ovoj grupi nema predstavnika vrsta sa dva najveća stepena prisutnosti, izuzev vrste *Erythronium dens-canis* L. Visoko je prisustvo i vrsta široke ekološke amplitude (evroazijski areal tip), koje iznosi 20%. Vrste kserofilnijeg areal tipa (mediteransko-submediteranski, mediteransko-submediteransko-pontski i pontsko-mediteransko-submediteranski) učestvuju sa 16%, a najznačajniji predstavnici ove grupe su *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *germanicum* (Grem.) Gams & Hegi, *Chamaecytisus hirsutus* (L.) Link, *Galium lucidum* All. Prisustvo vrsta hladnijih predela - borealnih i cirkumholarktičkih nije tako izraženo (10%), što je pokazatelj da ova zajednica ne egzistira u izuzetno hladnim uslovima.

Tabela 14: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	3%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	7%
Evroazijski (EAS)	20%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	40%
Meditersansko-Submediteransko-pontski (MED-SMED-PONT)	7%
Meditersansko-Submediteranski (MED-SMED)	7%
Pontsko- Mediteransko-Submediteranski (PONT-MED-SMED)	2%
Južnoevropsko planinski (JEP)	6%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	8%

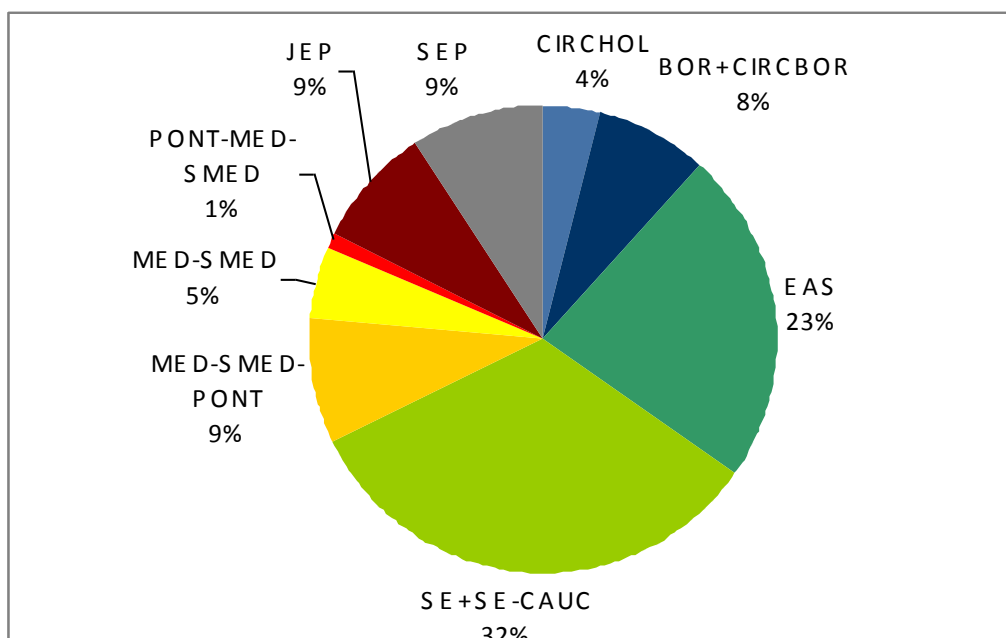


Grafikon 9: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

Spektar osnovnih horoloških grupa koji je izračunat na osnovu stepena prisutnosti svih vrsta (tabela 15) pokazuje slične vrednosti kao i prethodni spektar, s tim da je udeo srednjeevropskih i srednjeevropsko-kavkaskih vrsta nešto manji, a udeo vrsta hladnijih predela i vrsta široke ekološke amplitude nešto veći.

Tabela 15: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	4%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	8%
Evroazijski (EAS)	23%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	32%
Mediterransko-Submediteransko-pontski (MED-SMED-PONT)	9%
Mediterransko-Submediteranski (MED-SMED)	5%
Pontsko- Mediterransko-Submediteranski (PONT-MED-SMED)	1%
Južноеvropsko planinski (JEP)	9%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	9%

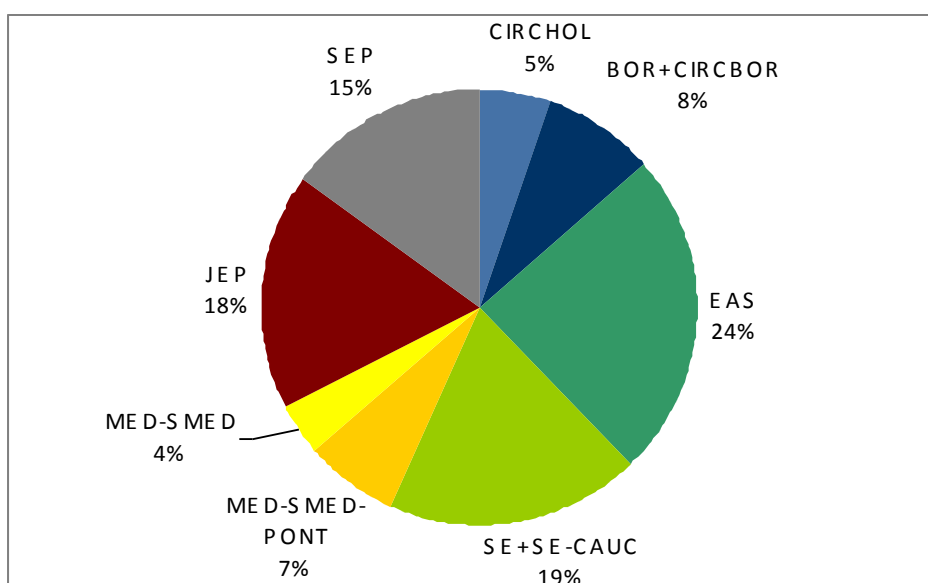


Grafikon 10: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka izračunat samo za biljke stepena prisutnosti V, IV i III pokazuje da je učešće srednjeevropskih i srednjeevropsko-kavkaskih vrsta značajno smanjeno, dok je učešće vrsta drugih areal tipova povećano, pri čemu dominiraju vrste široke ekološke amplitude evroazijskog areal tipa.

Tabela 16: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	5%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	8%
Evroazijski (EAS)	24%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	19%
Meditersko-Submediteransko-pontski (MED-SMED-PONT)	7%
Meditersko-Submediteranski (MED-SMED)	4%
Južnoevropsko planinski (JEP)	18%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	15%



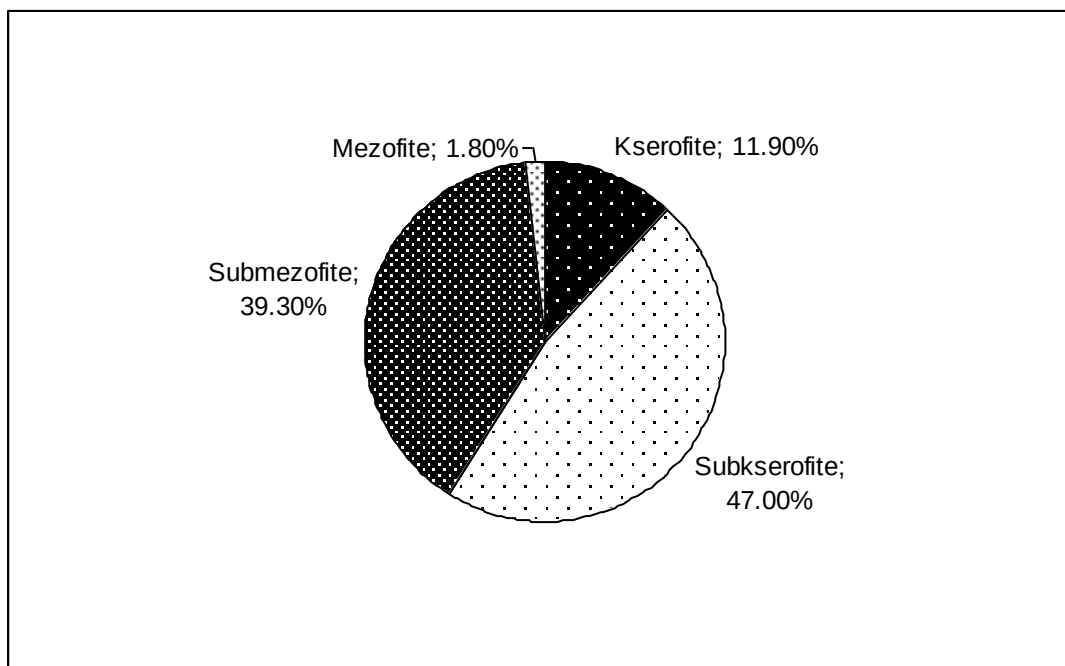
Grafikon 11: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

7.4.1.5. Odnos biljaka prema vlažnosti

Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici crnog bora sa crnjušom prikazan je u tabeli 12. Vrste koje teže kserofilnim (kserofite i subkserofite) zauzimaju 58.9%, a vrste koje teže mezofilnim (mezofite i submezofite) zauzimaju 41.1%. S obzirom da čiste mezofite učestvuju samo sa 1.8%, može se zaključiti da zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 ima kserofilan karakter, ali uz veliko učešće vrsta koje teže mezofilnim.

Tabela 17: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

Biljna zajednica	Ekološka grupa biljaka			
	Kserofite	Subkserofite	Submezofite	Mezofite
<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	11.90%	47.00%	39.30%	1.80%
	58.9%		41.1%	



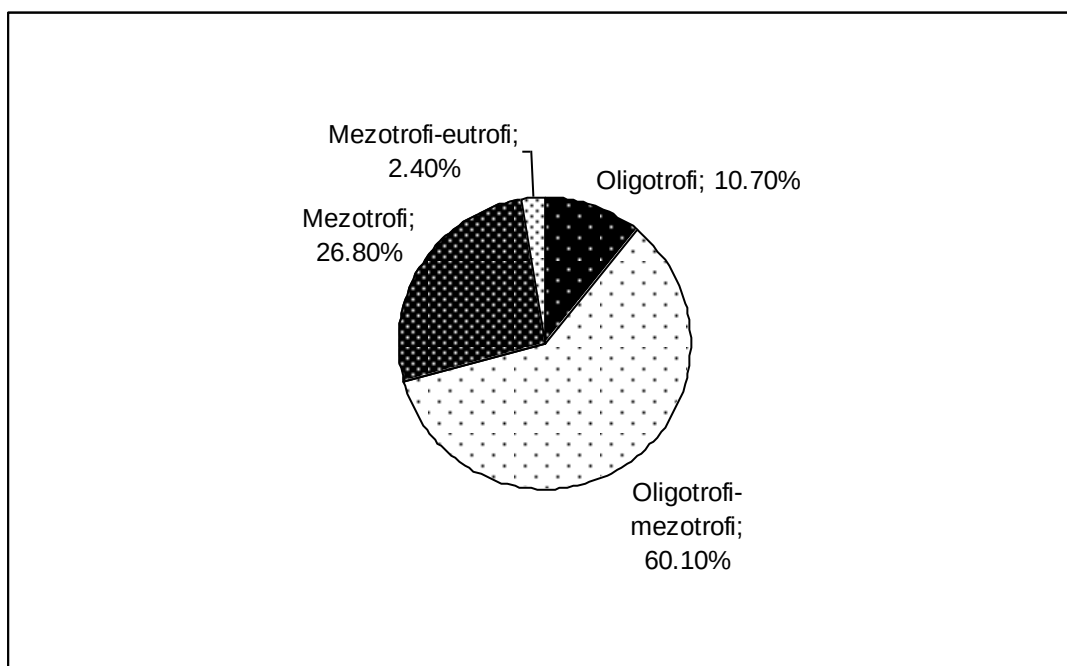
Grafikon 12: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

7.4.1.6. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu

Kao što je karakteristično za borove šume, i ovde dominiraju vrste koje teže oligotrofnim sa 70.8%. Značajno je prisustvo mezotrofa, 26.80%, mezotrofi-eutrofi su zastupljeni samo sa 2.40%, dok eutrofi nisu zabeleženi. Možemo zaključiti da je zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima oligotrofno-mezotrofnog karaktera.

Tabela 18: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

1957				
Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
Erico-Pinetum nigrae Krause 1957	Oligotrofi	Oligotrofi-mezotrofi	Mezotrofi	Mezotrofi-eutrofi
	10.70%	60.10%	26.80%	2.40%
	70.8%			



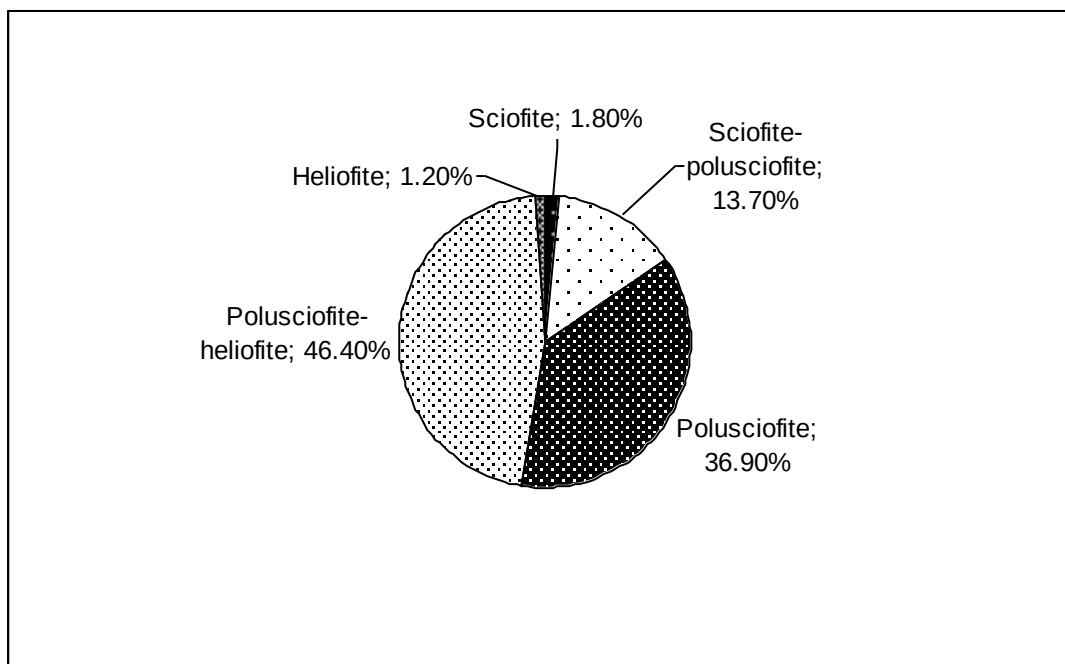
Grafikon 13: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

7.4.1.7. Odnos biljaka prema svetlosti

Kad je u pitanju odnos biljaka prema svetlosti, koji je prikazan u tabeli 19, preovlađuju vrste koje teže heliofilnim, sa 47.60%. Prelazna grupa polusciofita ima takođe visoko prisustvo, 36.90%, dok vrste koje teže sciofilnim (sciofite i sciofite-polusciofite) zauzimaju svega 15.50%.

Tabela 19: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

Ekološke grupe biljaka					
<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	Sciofite	Sciofite-polusciofite	Polusciofite	Polusciofite-heliofite	Heliofite
	1.80%	13.70%	36.90%	46.40%	1.20%
	15.50%			47.60%	



Grafikon 14: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

7.4.1.8. Spektar cenološke karakterističnosti

U zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 najviše su zastupljene termofilne biljke sa 45.10%, a među njima su najzastupljenije vrste karakteristične za red *Erico-Pinetalia* Oberdorfer 49 *emend.* Ht 1959, odnosno svezu *Orno-Ericion* Horvat 1959 (28.50%), dok vrste reda *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931. imaju duplo manje učešće (14.30%). Slede livadske i travne vrste sa 26.20%, a značajno je i prisustvo mezofilnih vrsta, 22.10%. Acidofilne vrste imaju prisustvo 4.20%, dok je učešće nitrofilnih vrsta zanemarljivo.

Tabela 20: Sintaksonomska pripadnost biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

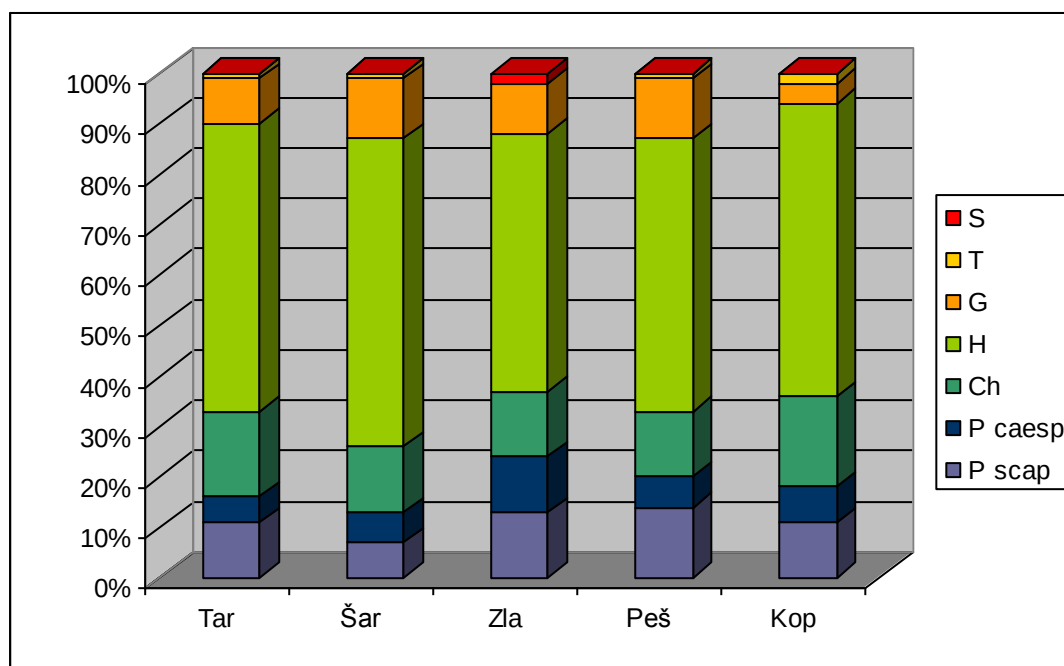
Grupa biljaka	Sintaksonomska pripadnost	Učešće
Heliofilne/termofilne	<i>Quercetalia pubescentis</i> , <i>Erico-Pinion</i> , <i>Erico-Pinetalia</i> , <i>Prunetalia spinosae</i> , <i>Asplenion</i>	45.10%
Sciofilne/mezofilne	<i>Querco-Fagetalia</i> , <i>Fagetalia</i> , <i>Carpinion betuli</i> , <i>Fagion</i>	22.10%
Nitrofilne	<i>Epilobietea</i> , <i>Sambuco-Salicion capreae</i>	2.40%
Acidofilne	<i>Vaccinio-Piceetalia</i> , <i>Quercion roboris</i> , <i>Piceetalia</i> , <i>Genisto-Quercion</i>	4.20%
Livadske/travne	<i>Arrhenatheretalia</i> , <i>Molinietalia</i> , <i>Festuco-Brometalia</i> , <i>Brometalia</i> , <i>Halacsyetalia</i> , <i>Seslerietalia</i> , <i>Trifolion medii</i> , <i>Nardetalia</i>	26.20%

7.4.1.9. Poređenje zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 po istraživanim lokalitetima

U spektru životnih oblika na svim lokalitetima apsolutno dominiraju hemikriptofite, s tim da su najbrojnije na Šarganu (61%), a najmanje ih ima na Zlatiboru (51%). Sledeće po brojnosti su fanerofite (drvenaste i žbunaste), koje su najprisutnije na Pešteru i Zlatiboru. Visoko učešće fanerofita na Zlatiboru i Pešteru je posledica intenzivnog pašarenja, jer je sprat prizemne flore, u kome su hemikriptofite dominantan životni oblik, devastiran, pa samim tim je udeo fanerofita veći. Procenat geofita varira po lokalitetima: najmanje ih je na Kopaoniku (4%) a najviše na Šarganu i Pešteru, 12%. Hamefite takođe imaju značajno prisustvo; njihovo prisustvo je ujednačeno na Pešteru, Zlatiboru i Šarganu (po 13%), a najveće prisustvo beleže na Kopaoniku (18%). Na Kopaoniku je uočljivo najmanje prisustvo geofita a najveće hamefita, što je pokazatelj da šuma crnog bora na ovom lokalitetu egzistira u težim životnim uslovima u poređenju sa drugim lokalitetima.

Tabela 21: Spektar životnih oblika u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

	Tara	Šargan	Zlatibor	Pešter	Kopaonik
P scap	11%	7%	13%	14%	11%
P caesp	5%	6%	11%	6%	7%
Ch	17%	13%	13%	13%	18%
H	57%	61%	51%	54%	58%
G	9%	12%	10%	12%	4%
T	1%	1%	0%	1%	2%
S	0%	0%	2%	0%	0%

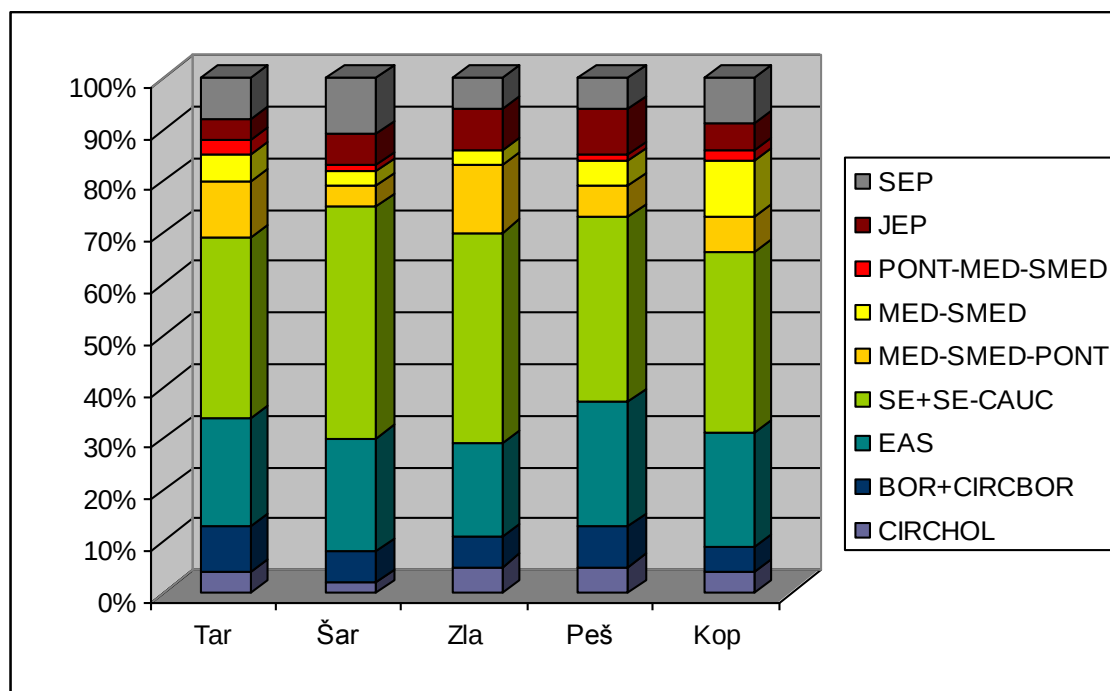


Grafikon 15: Spekter životnih oblika u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

Kada je u pitanju spekter areal tipova, na svim lokalitetima dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip, čije učešće se kreće od 35% na Tari i Kopaoniku do 45% na Šarganu. Kserofilniji florni elementi (mediteransko-submediteranski, pontsko-mediteransko-submediteranski i mediteransko-submediteransko-pontski) imaju najmanje prisustvo na Šarganu (8%), a najveće na Kopaoniku (20%), što je pokazatelj da se šuma crnog bora na Kopaoniku razvija pod značajnim uticajem submediterana. Značajno prisustvo imaju evroazijski florni elementi; najviše ih ima na Pešteru (24%) a najmanje na Zlatiboru (18%). Vrste hladnijih predela (borealno-cirkumborealne i holarktičke) najmanje su zastupljene na Šarganu (8%) a najviše na Tari i Pešteru (13%).

Tabela 22: Spekter osnovnih horoloških grupa u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetim

	Tara	Šargan	Zlatibor	Pešter	Kopaonik
CIRCHOL	4%	2%	5%	5%	4%
BOR+CIRCBOR	9%	6%	6%	8%	5%
EAS	21%	22%	18%	24%	22%
SE+SE-CAUC	35%	45%	41%	36%	35%
MED-SMED-PONT	11%	4%	13%	6%	7%
MED-SMED	5%	3%	3%	5%	11%
PONT-MED-SMED	3%	1%	0%	1%	2%
JEP	4%	6%	8%	9%	5%
SEP	8%	11%	6%	6%	9%

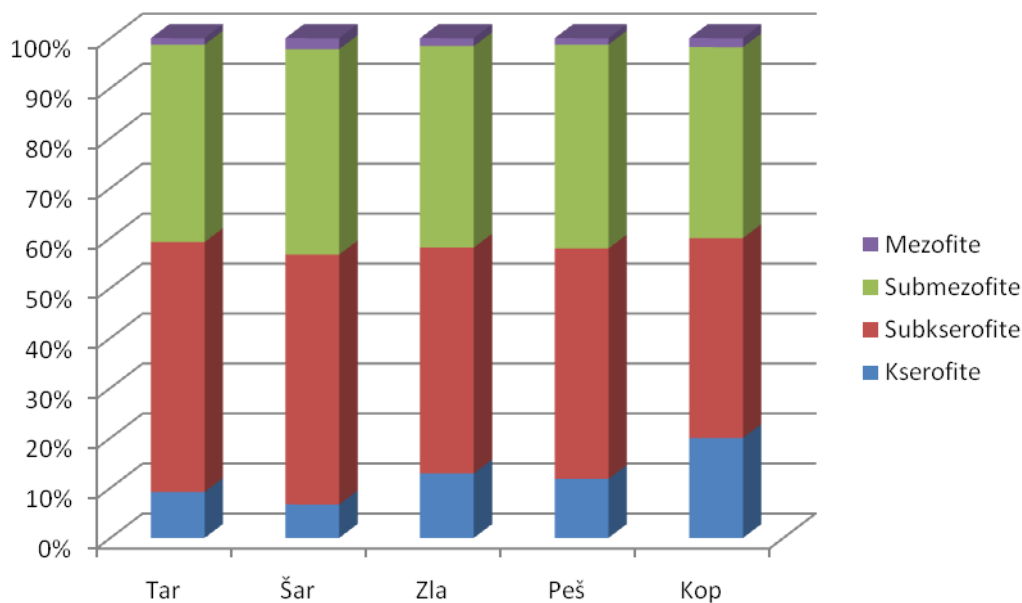


Grafikon 16: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

Kada je u pitanju odnos biljaka prema vlažnosti na istraživanim lokalitetima, učešće biljaka koje teže kserofilnim (kserofite i subkserofite) je veće od učešće biljaka koje teže mezofilnim (mezofite i submezofite) na svim lokalitetima. Najviše kserofita i subkserofita je zabeleženo na Kopaoniku (60%), a najmanje na Šarganu (56.70%).

Tabela 23: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Tara	Šargan	Zlatibor	Pešter	Kopaonik
Kserofite	9.20%	6.70%	12.90%	11.80%	20.00%
Subkserofite	50.00%	50.00%	45.20%	46.10%	40.00%
Submezofite	39.50%	41.10%	40.30%	40.80%	38.20%
Mezofite	1.30%	2.20%	1.60%	1.30%	1.80%

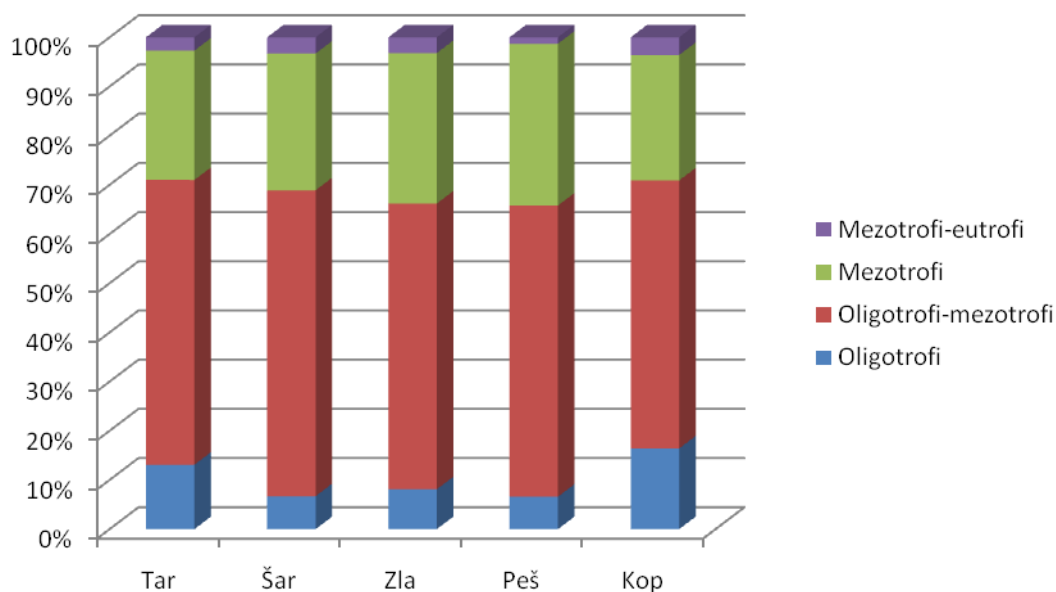


Grafikon 17: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

U odnosu biljaka prema količini azota u zemljištu zajedničko za sve lokalitete je da je najveći broj biljaka oligotrofno-mezotrofnog karaktera. Sledeća po učešću je grupa mezotrofa na svim lokalitetima, dok eutrofi nisu zabeleženi.

Tabela 24: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Tara	Šargan	Zlatibor	Pešter	Kopaonik
Oligotrofi	13.10%	6.70%	8.10%	6.60%	16.40%
Oligotrofi-mezotrofi	57.90%	62.20%	58.10%	59.20%	54.50%
Mezotrofi	26.30%	27.80%	30.60%	32.90%	25.50%
Mezotrofi-eutrofi	2.70%	3.30%	3.20%	1.30%	3.60%
Eutrofi	0%	0%	0%	0%	0%

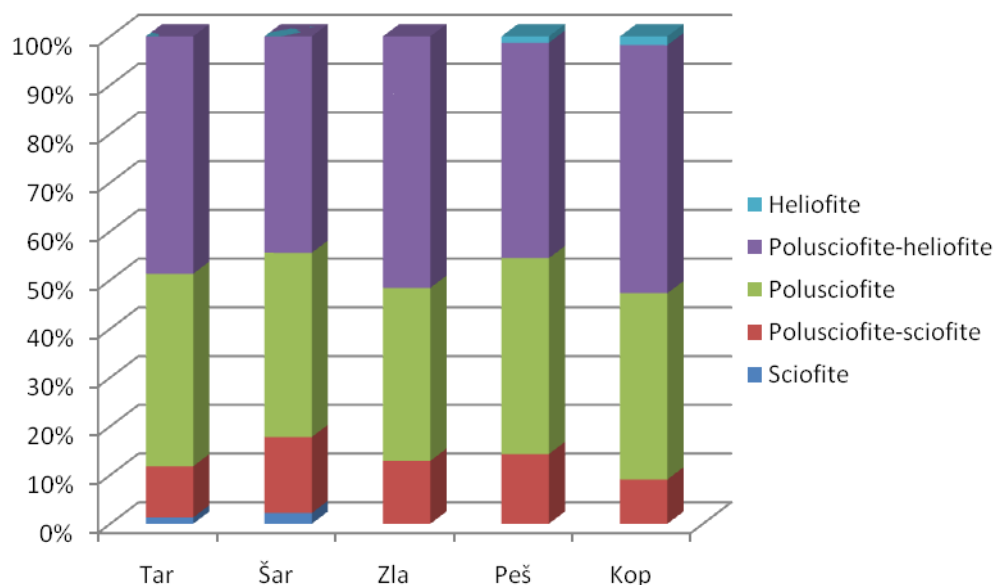


Grafikon 18: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

U odnosu biljaka prema svetlosti na svim lokalitetima dominiraju biljke polusciofilno-heliofilnog karaktera. Njihovo učešće se kreće od 44.20% na Pešteru do 51.60% na Zlatiboru. Sledeća po brojnosti je grupa polusciofita, čije se učešće kreće od 35.50% na Zlatiboru do 40.20% na Pešteru. Dosta manju brojnost na svim lokalitetima imaju polusciofite-sciofite, dok je prisustvo heliofita i tipičnih sciofita zanemarljivo.

Tabela 25: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Tara	Šargan	Zlatibor	Pešter	Kopaonik
Sciofite	1.30%	2.20%	0%	0%	0%
Polusciofite-sciofite	10.50%	15.60%	12.90%	14.30%	9.10%
Polusciofite	39.50%	37.80%	35.50%	40.20%	38.20%
Polusciofite-heliofite	48.70%	44.40%	51.60%	44.20%	50.90%
Heliofite	0%	0%	0%	1.30%	1.80%

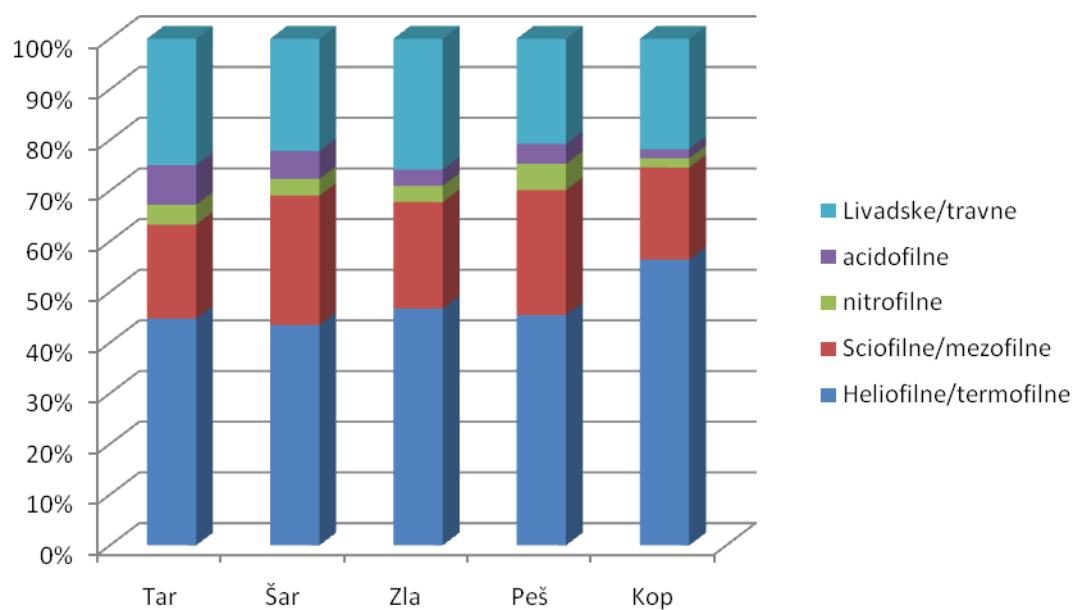


Grafikon 19: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

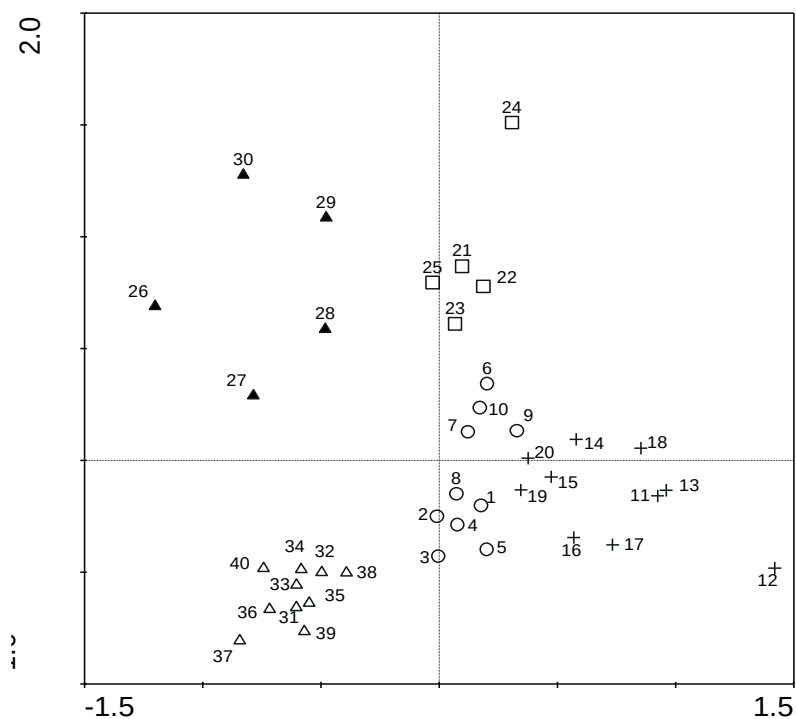
Spektar cenološke karakterističnosti pokazuje da na svim lokalitetima dominiraju vrste heliofilnog i termofilnog karaktera. Njihovo učešće se dosta razlikuje, kreće se od 43.40% na Šarganu do 56.40% na Kopaoniku. Na svim lokalitetima najbrojnije su karakteristične vrste bazofilnih borovih šuma, čije je prisustvo najveće na Kopaoniku. Sledeća po brojnosti je grupa biljaka koja pripada travama, izuzev Peštera, gde je druga po brojnosti grupa sciofilnih (mezofilnih) vrsta. Mezofilne vrste imaju najmanje prisustvo na Kopaoniku, što je još jedan pokazatelj da su šume crnog bora na Kopaoniku kserofilnije od ovih šuma na drugim istraživanim lokalitetima. Učešće acidofilnih i nitrofilnih vrsta je skromno, s tim da acidofilne vrste na Tari i Šarganu imaju nešto značajnije učešće od 7.80%, odnosno 5.50%.

Tabela 26: Spektar cenološke pripadnosti biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima

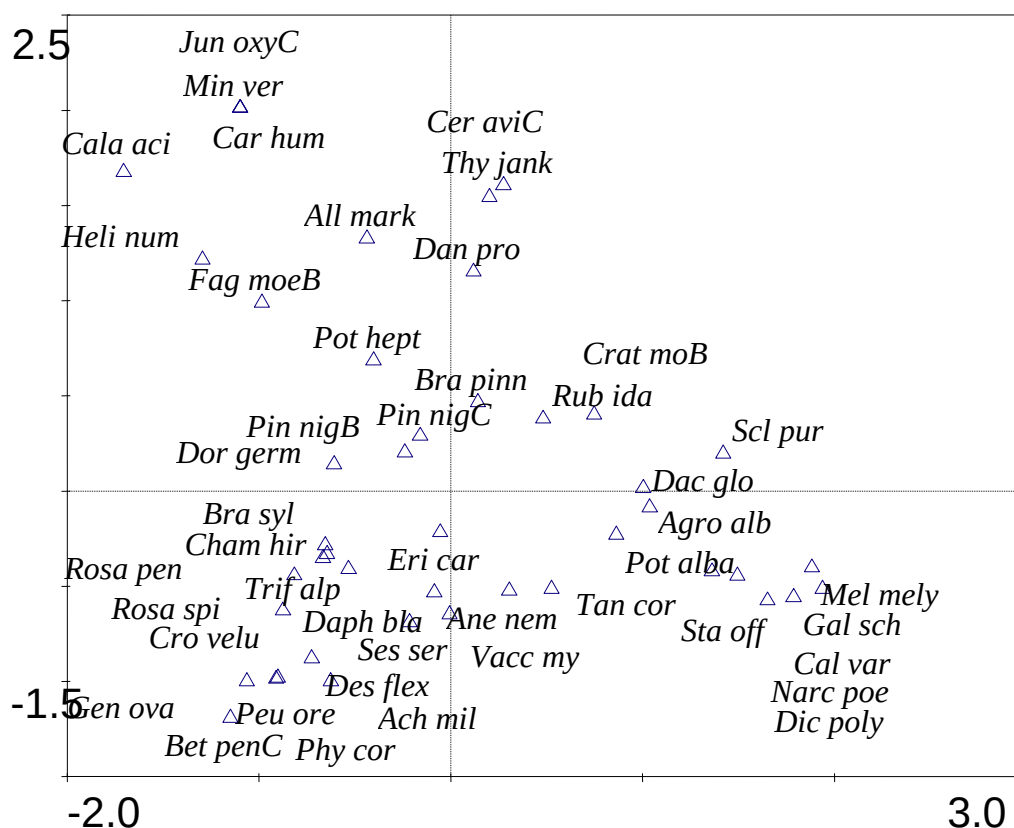
Ekološke grupe	Tara	Šargan	Zlatibor	Pešter	Kopaonik
Heliofilne/termofilne	44.70%	43.40%	46.70%	45.50%	56.40%
Sciofilne/mezofilne	18.50%	25.50%	21%	24.70%	18.20%
nitrofilne	3.90%	3.30%	3.20%	5.20%	1.80%
acidofilne	7.80%	5.50%	3.20%	3.90%	1.80%
Livadske/travne	24.90%	22.10%	25.80%	20.80%	21.80%



Grafikon 20: Spektar cenološke pripadnosti biljaka u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima



Grafikon 21: CA ordinacijski biplot za prve dve ose florističkih podataka zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957; O-Tara; +-Šargan; □-Zlatibor; ▲-Kopaonik; Δ-Pešter



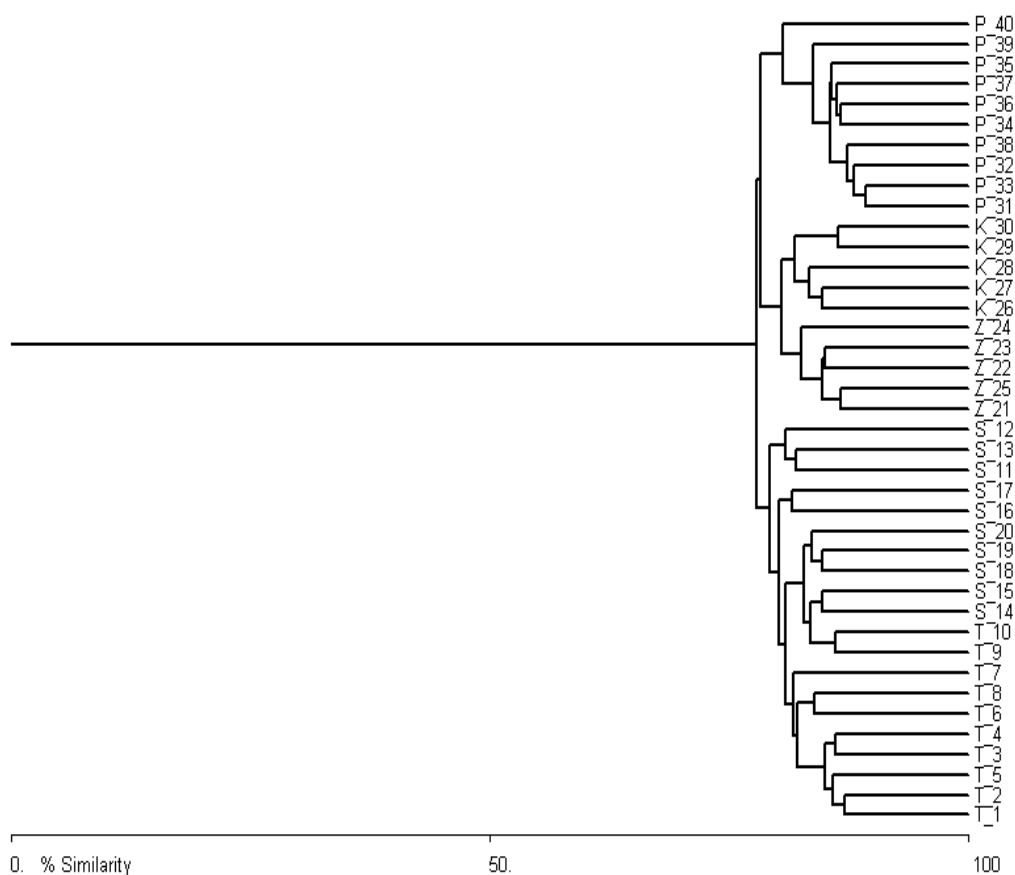
Grafikon 22: CA ordinacijski biplot za vrste u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 (fit range za vrste 25-100%, 45 vrsta)

Skraćenice za vrste: *Jun oxy*-*Juniperus oxycedrus*; *Min ver*-*Minuartia verna*; *Cala aci*-*Calamintha acinos*; *Sta rec*-*Stachys recta*; *Thy jank*-*Thymus jankae*; *Cer avi*-*Cerasus avium*; *All mark*-*Allyssum markgrafii*; *Heli num*-*Helianthemum nummularium*; *Fag moe*-*Fagus moesiaca*; *Dan pro*-*Danthonia provincialis*; *Pot hept*-*Potentilla heptaphylla*; *Bra pinn*-*Brachypodium pinnatum*; *Rub ida*-*Rubus idaeus*; *Pin nig*-*Pinus nigra*; *Dor germ*-*Dorycnium germanicum*; *Crat mo*-*Crataegus monogyna*; *Scl pur*-*Scleropodium purum*; *Bra syl*-*Brachypodium sylvaticum*; *Rosa pen*-*Rosa pendulina*; *Eri car*-*Erica carnea*; *Dac glo*-*Dactylus glomerata*; *Agro alb*-*Agrostis alba*; *Tri alp*-*Trifolium alpestre*; *Daph bla*-*Daphne blagayana*; *Rosa spi*-*Rosa spinosissima*; *Pot alba*-*Potentilla alba*; *Cro velu*-*Crocus veluchensis*; *Cham hir*-*Chamaecytisus hirsutus*; *Phy cor*-*Physospermum cornubiense*; *Vacc my*-*Vaccinium myrtillus*; *Tan cor*-*Tanacetum corymbosum*; *Sta off*-*Stachys officinalis*; *Ane nemo*-*Anemone nemorosa*; *Des flex*-*Deschampsia flexuosa*; *Ses ser*-*Sesleria serbica*; *Gal sch*-*Galium schultesii*; *Gen ova*-*Genista ovata*; *Bet pen*-*Betula pendula*; *Ach mil*-*Achillea millefolium*; *Peu ore*-*Peucedanum oreoselinum*; *Dic poly*-*Dicranum polysetum*; *Cal var*-*Calamagrostis varia*; *Mel mely*-*Melittis melissophyllum*; *Narc poe*-*Narcissus poeticus* ssp. *radiiflorus* (Veliko slovo na kraju skraćenice označava: B-sprat žbunja, C-sprat prizemne flore)

Tabela 27: Statistika za CA ordinaciju zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957

Ose (Axes)	1	2	3	4	Totalna inercija (Total inertia)
Sopstvena vrednost (Eigenvalues)	0.355	0.348	0.275	0.272	4.357
Kumulativni procenat varijanse vrskih podataka (Cumulative percentage variance of species data)	8.1	16.1	22.4	28.6	

Uz pozitivni krak druge ose, gde se nalaze fitocenološki snimci urađeni na Kopaoniku i Zlatiboru, kao izdvojene nalazimo kserofilne vrste: *Calamintha acinos* (Schur) Danndy, *Thymus praecox subsp. jankae* (Celak.) J alas, *Helianthemum nummularium* (L.) Miller, *Potentilla heptaphylla* L., *Minuartia verna* (L.) Hiern., *Allyssum markgrafii* O.E.Schulz. i dr. Sa negativnim krakom druge ose, gde su smešteni fitocenološki snimci sa Peštera, korelaciju imaju i kserofilne (*Rosa spinosissima* L., *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench) i mezofilne vrste (*Rosa pendulina* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv., *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.). Sa pozitivnim krakom prve ose, gde su smešteni fitocenološki snimci sa Tare i Šargana, pozitivnu korelaciju imaju mezofilnije vrste: *Dactylus glomerata* L., *Galium schultesii* Vest., *Scleropodium purum* (Hedw.) Limpr. i dr, što pokazuje da je šuma crnog bora na ova dva lokaliteta nešto mezofilnija u poređenju sa drugim lokalitetima. Snimci sa Tare i Šargana su grupisani na najmanjoj distanci, što znači da su najbližijeg florističkog sastava. Ipak, statistika za CA ordinaciju zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 pokazuje da se radi o malim razlikama u florističkom sastavu između istraživanih lokaliteta.



Grafikon 23: Dendrogram florističkog sastava zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na istraživanim lokalitetima (Z-Zlatibor, T-Tara, Š-Šargan, K-Kopaonik, P-Pešter)

Klaster analiza florističkog sastava zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 je pokazala da se na jednom kraju dendrograma nalaze fitocenološki snimci sa Peštera, na drugom kraju sa Tare, a između njih snimci sa Zlatibora, Šargana i Kopaonika. Na najmanjoj distanci su grupisani fitocenološki snimci sa Tare i Šargana. Od njih se po florističkom sastavu razlikuju snimci sa Zlatibora a još više snimci sa Kopaonika. Posebnu grupu čine snimci sa Peštera. I klaster analiza je pokazala da najveću florističku sličnost šume crnog bora između istraživanih lokaliteta imaju Tara i Šargan.



Slika 10: Zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 (Kopaonik)



Slika 11: Zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957, prolećni aspekt (Šargan)

7.4.2. Šuma belog i crnog bora

Ass. *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

(Sinonim: *Pinetum nigrae-silvestris* Pavlović 1951)

Zajednica belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951) u Srbiji zauzima manje površine nego šuma crnog bora. U izvesnim slučajevima, stanišni uslovi u pogledu reljefa i zemljišta omogućavaju obema vrstama povoljan rast i razvoj, ali je crni bor u ovoj zajednici dominantnija vrsta od belog (Stefanović, 1986). Prvobitno su sve šume crnog bora i šume crnog i belog bora u Srbiji (Zlatibor (Tornik), Rajčevina, Tara, Murtenica, Crni Vrh (Priboj), Viogor, Maljen, Pešter (Ozren), predeli između Raške, Trnave i Novog Pazara) opisane kao *Pinetum nigrae-silvestris* (Pavlović, 1951; Pavlović, 1964), iako u svom florističkom sastavu nisu uvek imale beli bor. Pavlović (1964) smatra da borove šume Viogora i Crnog vrha kod Priboja, i pored razlika od borovih šuma Zlatibora i Tare, naročito po odsustvu belog bora, u pogledu fitocenološke klasifikacije pripadaju zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951. U kasnijim istraživanjima razdvojene su zajednice crnog od zajednica koje u svom sastavu sadrže i beli bor, pa su na Maljenu (Gajić *et al.* 1954) izdvojene šume crnog bora, šume belog bora, šume crnog i belog bora i šume crnog bora sa vrstom *Sesleria rigida* Heuff. Šume crnog i šume belog bora su kasnije raščlanjene i na Tari, gde su izdvojene šume crnog bora, šume crnog i belog kao i šume belog bora, sve na serpentinskoj geološkoj podlozi (Gajić *et al.* 1992). Šume crnog bora su u novijim istraživanjima opisane kao zasebne fitocenoze i na Pešteru (Rakonjac, 2002), gde su, pored čistih šuma crnog bora, na serpentinitu izdvojene i čiste beloborove šume.

7.4.2.1. Floristički sastav i karakteristike staništa

Zajednica belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951) na području Zlatibora, Tare, Šargana i Kopaonika se javlja i na toplim i na hladnim ekspozicijama, ali ipak češće na hladnijim (N, E, NW, NE). Ova zajednica je proučavana u uskom visinskom pojasu koji se kretao između 1000 i 1140 m, a prosečna nadmorska visina na kojoj je zabeležena ova šuma iznosi 1081 m. Na svim istraživanim lokalitetima nadmorske visine su prilično ujednačene. Ova zajednica se na nešto nižim nadmorskim visinama javlja na Kopaoniku i Tari, dok je na najvećim visinama zabeležena na Zlatiboru. Nagibi su neznatno blaži nego u šumi crnog bora, prosečno

iznose 25°, ali je njihova amplituda velika, kreće se od 7° do 40°. I visine stabala su različite, od samo 16 m pa do 35 m u zrelijim očuvanim sastojinama. Stabla su uglavnom prava i visoko čista od grana, osim na Kopaoniku, gde su stabla jako granata, kriva i kvrgava. To se uglavnom odnosi na beli bor, čija su stabla na ovom lokalitetu granata skoro celom dužinom, pa imaju jako malu tehničku vrednost. Područje gazdinske jedinice „Jelensko osoje” na Kopaoniku je izloženo uticaju mediterana, što ne pogoduje razvoju belog bora, tako da su stabla niska, podmladak u drugom i trećem spratu je jako gust, sastojine su teško prohodne, a beli bor je na granici svog ekološkog minimuma. I ranije je uočeno da je naš beli bor lošijeg kvaliteta od skandinavskog, jer su stabla niža, imaju grublje grane i veći broj grana u pršljenu (Vidaković, 1966, 1982, prema Lučić, 2011). Međutim, ovo se ne može uzeti kao pravilo, jer na teritoriji Srbije postoje populacije sa pravim stablima i punodrvnim deblom, sa tanjim granama, tako da mogu biti od značaja za dalje oplemenjivanje i reprodukciju. To se, pre svega, odnosi na područje Peštera, gde beli bor uspeva jako dobro usled povoljnih lokalnih klimatskih uticaja.

Šuma belog i crnog bora na istraživanim lokalitetima se nalazi na plitkom do dubokom, jako do srednje skeletnom eutrično humusno silikatnom zemljištu, dok je na jednom profilu opisano eutrično smeđe zemljište. Zemljišta su slična u poređenju sa šumom crnog bora, s tim da je šuma belog i crnog bora opisana i na razvijenijem, smeđem zemljištu na serpentinitu, što sa šumom crnog bora nije slučaj.

U zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 urađeno je 35 fitocenoloških snimaka, a zabeležene su 143 vrste (prilog 2). Broj vrsta po snimcima je različit: kreće se između 14 i 38, 34.3% fitocenoloških snimaka ima 30 ili više vrsta, a prosečan broj vrsta po snimku u okviru ove zajednice iznosi 27.

Sklop sprata drveća iznosi od 0.4-0.8, prosečno 0.61. U svim snimcima su zabeleženi crni bor (*Pinus nigra* Arnold) i beli bor (*Pinus sylvestris* L.), sa naizmeničnom dominacijom jednog ili drugog edifikatora. U po nekom snimku, sa stepenom prisutnosti I, zabeleženi su još i smrča (*Picea abies* (L.) Karst.), jela (*Abies alba* Mill.) i bukva (*Fagus moesiaca* (K. Maly) Czech.).

Sklop sprata žbunja iznosi između 0.1-0.7, prosečno 0.26. U ovom spratu ukupno je zabeleženo 13 vrsta, a najbrojniji su sa stepenom prisutnosti IV crni bor (*Pinus nigra* Arnold) i beli bor (*Pinus sylvestris* L.), stepen prisutnosti II imaju smrča (*Picea abies* (L.) Karst.) i jarebika (*Sorbus aucuparia* L.), dok su druge vrste

zabeležene uglavnom u po jednom fitocenološkom snimku: balkanski kitnjak (*Quercus dalechampii* Ten.), mukinja (*Sorbus aria* Crantz.), leska (*Corylus avellana* L.)...

Pokrovnost sprata prizemne flore ima visoke vrednosti koje iznose između 0.8-1.0, prosečno 0.96. U ovom spratu je zabeleženo ukupno 140 vrsta. Iako je zajednica floristički bogata, samo nekoliko vrsta ima visoke vrednosti brojnosti i pokrovnosti: *Erica carnea* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, kao i trave *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv, *Calamagrostis varia* (Schrader) Host, *Danthonia calycina* (Vill.) Rchb. Uticaj geološke podloge na vegetaciju je očigledan, jer usled lakog raspadanja serpentinita dolazi do ispiranja zemljišta, što za posledicu ima pojavu acidofolnih vrsta: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Vaccinium myrtillus* L., *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy et Wilmott, *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaud. i dr. Kao i u svim borovim zajednicama našeg podneblja, sprat mahovina je slabo razvijen. Jedino mahovina *Scleropodium purum* (Hedw.) Limpr. u nekoliko fitocenoloških snimaka ima značajnu brojnost i pokrovnost, dok su *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S. et G. i *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. ređe zastupljeni. Na području Zlatibora u okviru šume belog i crnog bora zabeležena je i jedna vrsta lišaja - *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., vrsta koja nije zabeležena u čistim šumama belog i crnog bora.

Softver JUICE 7.0 je poslužio za izdvajanje dijagnostičkih, konstantnih i dominantnih vrsta u okviru ove zajednice.

Dijagnostičke vrste: nisu izdvojene

Konstantne vrste (karakteristični skup vrsta): ***Pinus nigra* [1] 100, *Pinus sylvestris* [1] 100;** *Pinus nigra* [4] 80, *Pinus sylvestris* [4] 69; *Brachypodium pinnatum* [6] 69, ***Erica carnea* [6] 97, *Erythronium dens canis* [6] 89,** *Pteridium aquilinum* [6] 69, *Sesleria serbica* [6] 66, *Symphytum tuberosum* [6] 63, *Vaccinium myrtillus* [6] 71

Dominantne vrste: *Pinus nigra* [1] 3, *Pinus sylvestris* [1] 29; *Calamagrostis varia* [6] 11,

Erica carnea [6] 34, *Pteridium aquilinum* [6] 3, *Sesleria serbica* [6] 26

U okviru zajednice *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izdvojene su dve subasocijacije: *typicum* i *euphorbietosum glabriflorae*. Subasocijacija *typicum* je izdvojena na području Zlatibora, Tare i Šargana. Šuma belog i crnog bora na ovim lokalitetima se odlikuje stabilnim karakterističnim skupom, što je i očekivano s obzirom da ovo područje predstavlja centar njenog razvoja. Zajednica je mezofilnija a uslovi su manje ekstremni u poređenju sa drugom subasocijacijom. U spratu prizemne flore

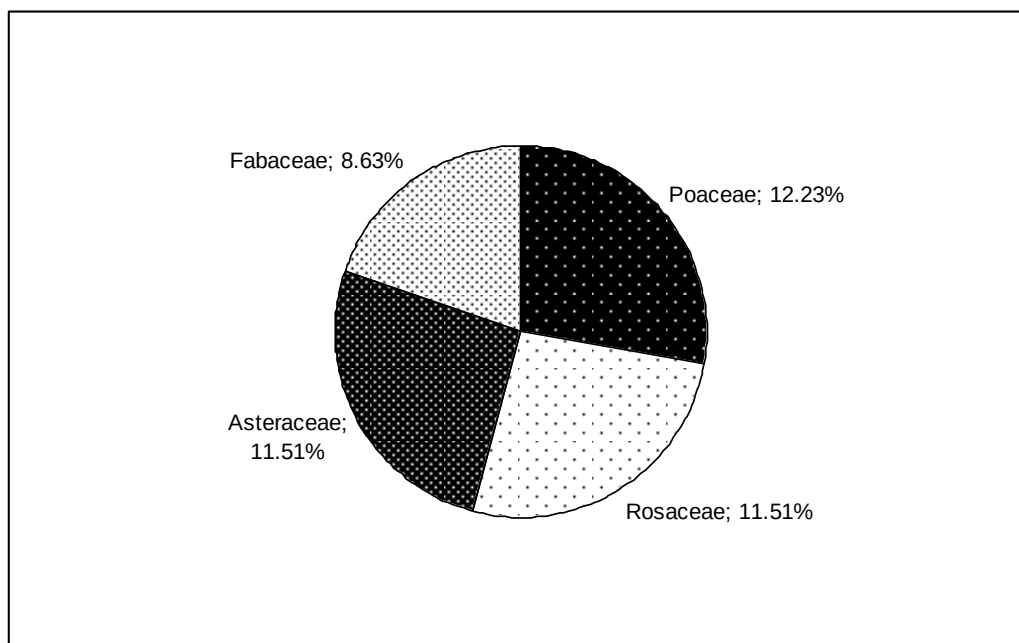
izražen je diverzitet vrsta, a ovaj sprat gotovo u svim snimcima ima maksimalnu pokrovnost, uglavnom zahvaljujući vrstama iz karakterističnog skupa: *Erica carnea* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv, *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi. Subasocijacija *euphorbietosum glabriflorae* je opisana na području Kopaonika i egzistira u mnogo težim uslovima nego subasocijacija *typicum*. Ekspozicije su toplije, nagibi su veći, a beli bor pokazuje slabu vitalnost. Ova subasocijacija se odlikuje siromašnim spratom drveća, ali gustim spratom žbunja, koji uglavnom čini podmladak belog i crnog bora. U spratu prizemne flore javljaju se kserofilne vrste koje mogu da podnesu nepovoljne uslove staništa i predstavljaju diferencijalne vrste za ovu subasocijaciju: *Euphorbia glabriflora* Vis., *Allyssum markgrafii* O.E.Schulz., *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, *Polygala supina* Schreber, *Centaurea triumphetii* All. i dr.

7.4.2.2. Filogenetski spektar

Zajednica *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima sadrži 40 familija. Najbrojnija je familija *Poaceae* sa učešćem 12.23%, a slede familije *Rosaceae* i *Asteraceae* sa po 11.51%. Od svih zabeleženih familija, 17 familija, odnosno 12.23% od ukupnog broja, ima samo jednog predstavnika.

Tabela 28: Učešće pojedinih familija u građi zajednice *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

Familija	Učešće
<i>Poaceae</i>	12.23%
<i>Rosaceae</i>	11.51%
<i>Asteraceae</i>	11.51%
<i>Fabaceae</i>	8.63%



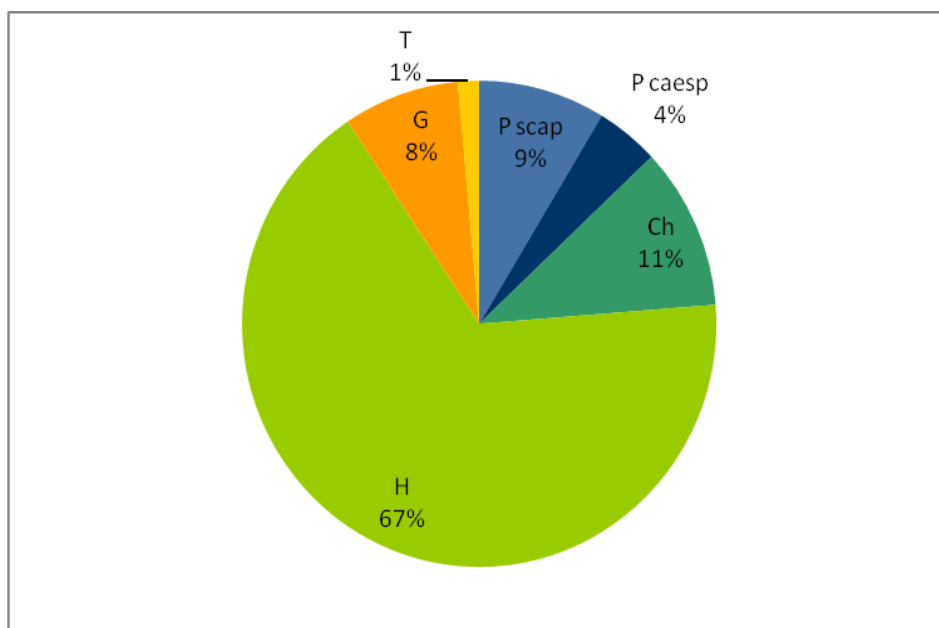
Grafikon 24: Učešće pojedinih familija u građi zajednice *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

7.4.2.3. Spektar životnih oblika

U spektru životnih oblika apsolutno dominiraju hemikriptofite sa 67%. Sledi grupa fanerofita sa 13%. Hamefite imaju prisustvo 11%, što je značajno učešće i ukazuje na donekle nepovoljne uslove staništa. Terofite su retko zastupljene (1%), dok puzavice nisu zabeležene.

Tabela 29: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

Životni oblici						
Fanerofite drveće	Fanerofite žbunovi	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
9%	4%	11%	67%	8%	1%	0%

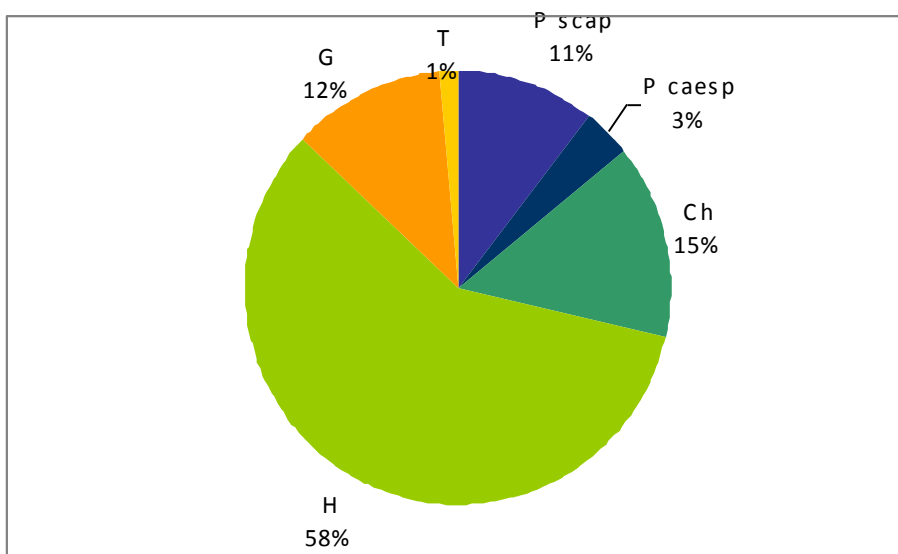


Grafikon 25: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

Spektar osnovnih životnih oblika biljaka, koji je izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta takođe pokazuje dominaciju hemikriptofita, s tim da je značajno povećan udeo hamefita (15%) i geofita (12%).

Tabela 30: Spektar osnovnih životnih oblika biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Životni oblici						
Fanerofite drveće	Fanerofite žbunovi	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
11%	3%	15%	58%	12%	1%	0%

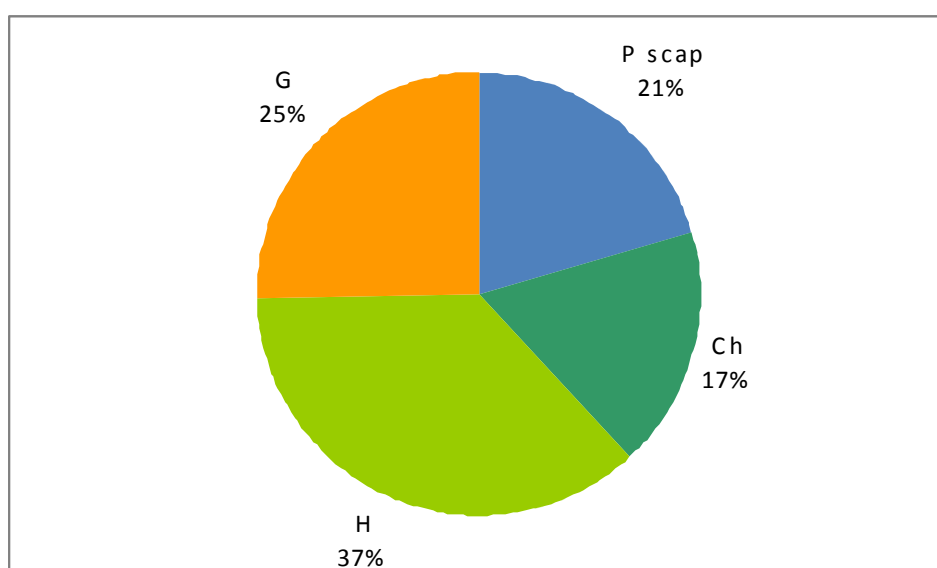


Grafikon 26: Spektar osnovnih životnih oblika biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Spektar životnih oblika izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III pokazuje da je i dalje najbrojnija grupa hemikriptofita, ali je vrlo značajan i udeo geofita (25%), kao i vrsta drveća koje pripadaju fanerofitima (21%).

Tabela 31: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

Životni oblici						
Fanerofite drveće	Fanerofite žbunovi	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
21%	0%	17%	37%	25%	0%	0%



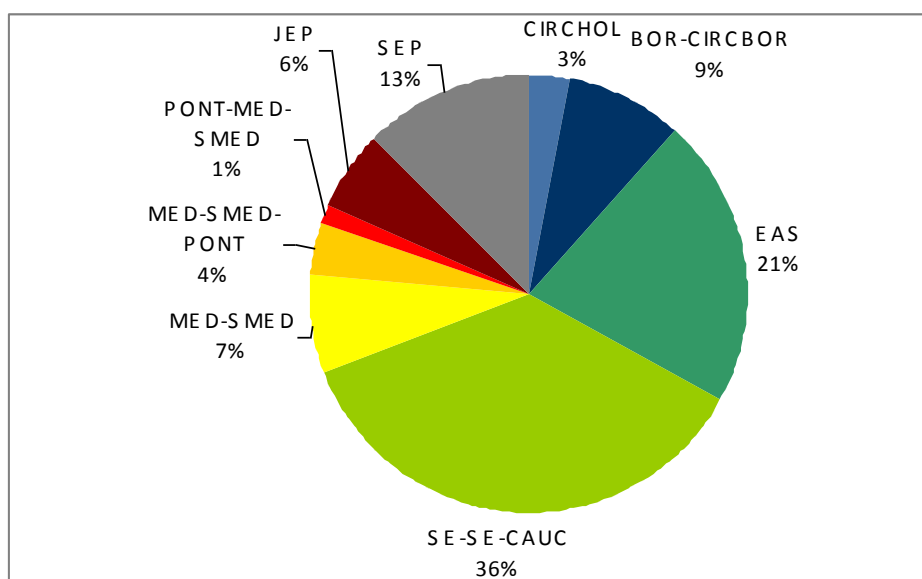
Grafikon 27: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

7.4.2.4. Spektar areal tipova

U spektru areal tipova, kao zbirni dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip, sa 36%. Sledeće po brojnosti su vrste široke ekološke amplitude evroazijskog areal tipa sa 21%. Vrste hladnijih predela (borealne, cirkumborealne i cirkumholarktičke) učestvuju sa 12%, a među njima se sa visokim stepenom prisutnosti ističu *Pinus sylvestris* L. i *Vaccinium myrtillus* L. Kserofilni florni elementi (mediteransko-submediteranski, mediteransko-submediteransko-pontski i pontsko-mediteransko-submediteranski) imaju prisustvo od 12%, a među njima je sa najvećim stepenom prisutnosti *Muscari botryoides* (L.) Mill.

Tabela 32: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	3%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	9%
Evroazijski (EAS)	21%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	36%
Mediterransko-Submediteransko-pontski (MED-SMED-PONT)	4%
Mediterransko-Submediteranski (MED-SMED)	7%
Pontsko- Mediteransko-Submediteranski (PONT-MED-SMED)	1%
Južноеvropsko planinski (JEP)	6%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	13%

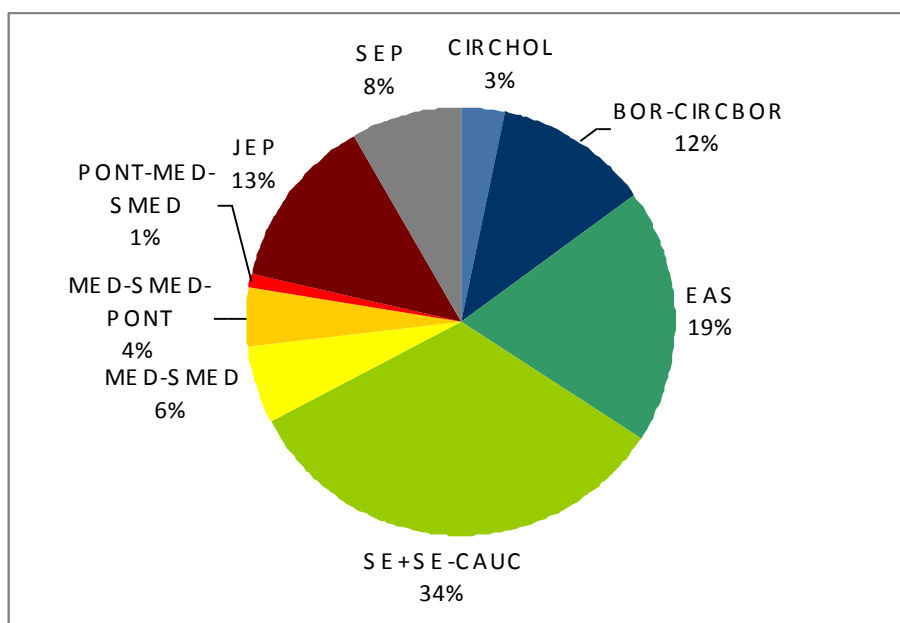


Grafikon 28: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

U spektru osnovnih horoloških grupa biljaka koji je izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta povećano je učešće vrsta hladnijih predela (borealnih, cirkumborealnih i cirkumholarktičkih), a smanjeno je učešće vrsta srednjeevropskog i srednjeevropsko-kavkaskog areal tipa, kao i vrsta široke ekološke amplitude.

Tabela 33: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	4%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	12%
Evroazijski (EAS)	19%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	33%
Meditersansko-Submediteransko-pontski (MED-SMED-PONT)	4%
Meditersansko-Submediteranski (MED-SMED)	6%
Pontsko- Mediteransko-Submediteranski (PONT-MED-SMED)	1%
Južnoevropsko planinski (JEP)	13%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	8%

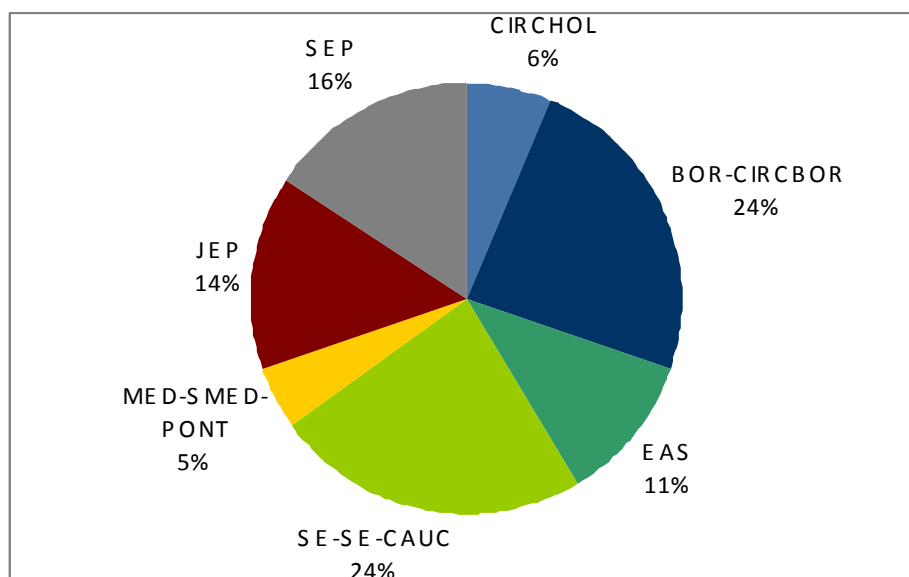


Grafikon 29: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Ako se uzmu u obzir samo vrste čiji je stepen prisutnosti V, IV i III, primećuje se da u spektru horoloških grupa dominiraju vrste hladnijih predela (borealne, cirkumborealne i cirkumholarktičke) sa 30%, a iza njih su po zastupljenosti vrste srednjeevropskog i srednjeevropsko-kavkaskog areal tipa sa 24%. Učešće kserofilnih vrsta je znatno smanjeno, pa vrste submediteransko-meditersanskog i pontsko-submediteransko-meditersanskog areal tipa nisu zabeležene.

Tabela 34: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednic *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	6%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	24%
Evroazijski (EAS)	11%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	24%
Mediterransko-Submediterransko-pontski (MED-SMED-PONT)	5%
Mediterransko-Submediteranski (MED-SMED)	0%
Pontsko- Mediterransko-Submediteranski (PONT-MED-SMED)	0%
Južноеvropsko planinski (JEP)	14%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	16%



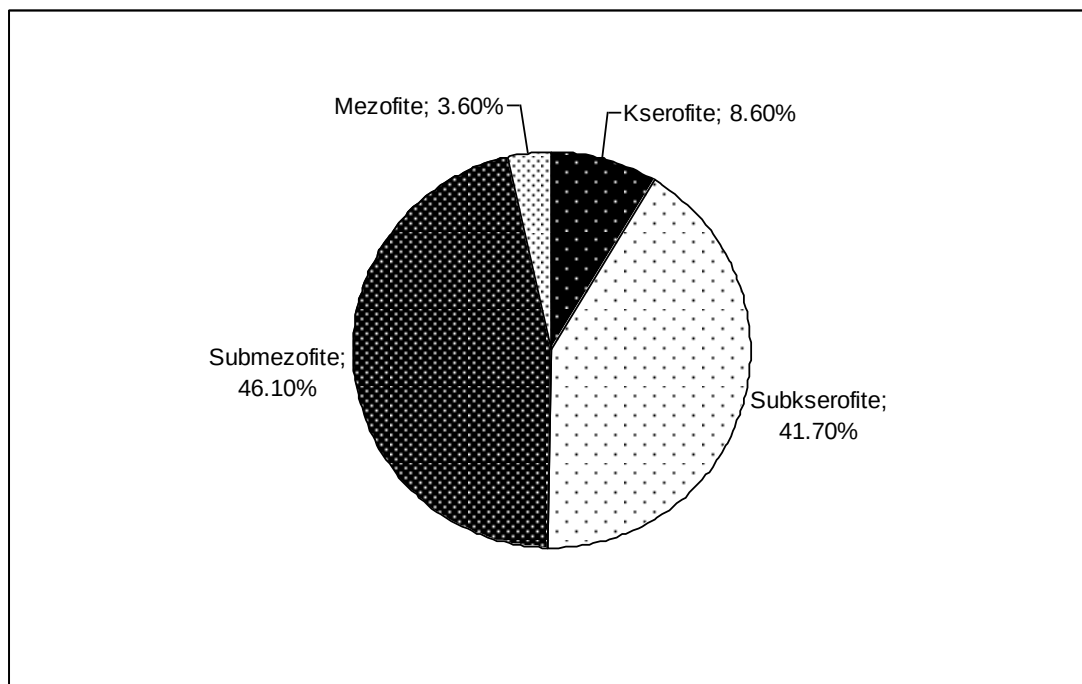
Grafikon 30: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednic *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

7.4.2.5. Odnos biljaka prema vlažnosti

Odnos biljaka prema vlazi u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 pokazuje da je gotovo podjednako učešće vrsta koje teže kserofilnim (kserofita i subkserofita) i vrsta koje teže mezofilnim (mezofita i submezofita), procentualno 50.30%:49.70%. Zajednica belog i crnog bora na istraživanim lokalitetima je ksero-mezofilnog karaktera.

Tabela 35: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

Biljna zajednica	Ekološka grupa biljaka			
	Kserofite	Subkserofite	Submezofite	Mezofite
<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	8.60%	41.70%	46.10%	3.60%
	50.30%		49.70%	



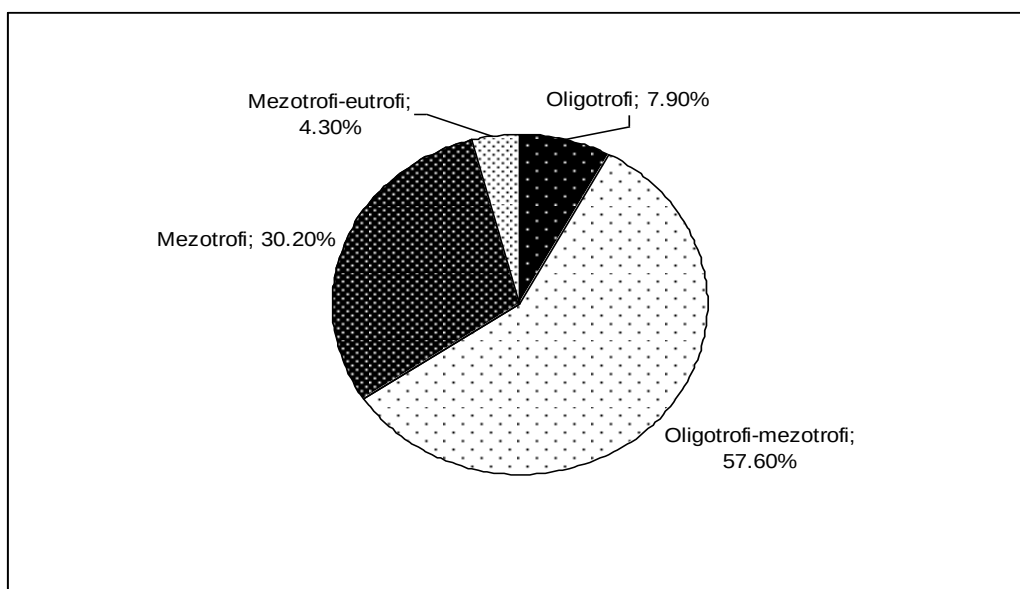
Grafikon 31: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

7.4.2.6. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu

Zajednica belog i crnog bora na istraživanim lokalitetima u svom florističkom sastavu ima najviše oligotrofa-mezotrofa (57.60%), a visoko je i prisustvo mezotrofa (30.20%). Vrste koje teže oligotrofnim (oligotrofi i oligotrofi-mezotrofi) učestvuju sa 65.50%, dok eutrofi nisu zabeleženi, pa zaključujemo da je zajednica *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 oligotrofno-mezotrofnog karaktera.

Tabela 36: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
	Oligotrofi	Oligotrofi-mezotrofi	Mezotrofi	Mezotrofi-eutrofi
<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	7.90%	57.60%	30.20%	4.30%
	65.50%			



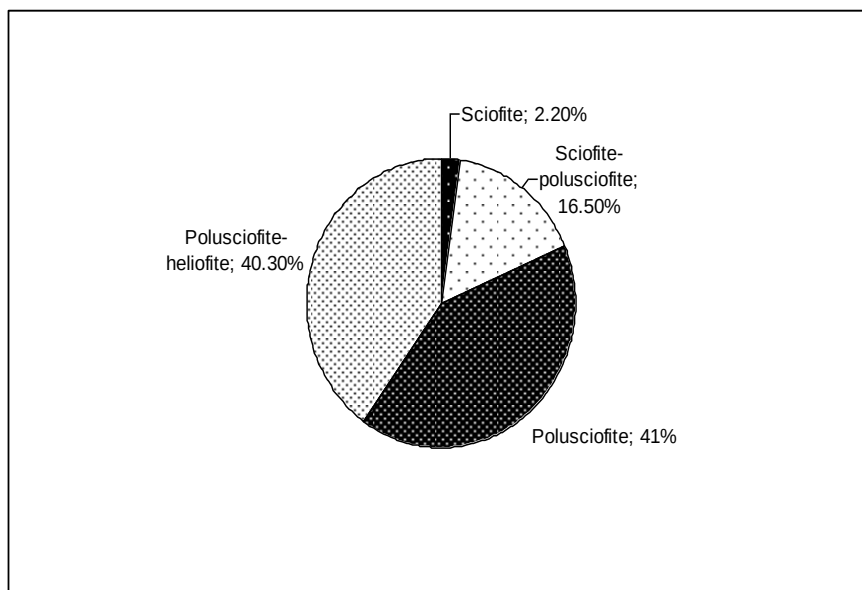
Grafikon 32: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

7.4.2.7. Odnos biljaka prema svetlosti

Kada je u pitanju odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 gotovo je jednako učešće polusciofita i polusciofita-heliofita (41%:40.30%). Vrste koje teže sciofilnim (sciofite i sciofite-polusciofite) učestvuju sa 18.7%. Zajednica belog i crnog bora na istraživanim lokalitetima je polusciofilnog do polusciofilno-heliofilnog karaktera.

Tabela 37: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

Pavlović 1951				
Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	Sciofite	Sciofite-polusciofite	Polusciofite	Polusciofite-heliofite
	2.20%	16.50%	41%	40.30%
	18.70%			



Grafikon 33: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

7.4.2.8. Spektar cenološke karakterističnosti

Na osnovu spektra cenološke karakterističnosti ustanovljeno je da u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 dominiraju vrste heliofilno-termofilnog karaktera (uglavnom vrste reda *Erico-Pinetalia* Oberdorfer 49 *emend.* Ht 1959 i sveze *Orno-Ericion* Horvat 1959) sa 41%. Sciofilne i mezofilne vrste imaju značajno učešće (23.70%), kao i livadske i travne vrste (22.70%). Značajno manje prisustvo beleže acidofilne (6.40%) i nitrofilne vrste (5.70%).

Tabela 38: Sintaksonomska pripadnost biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

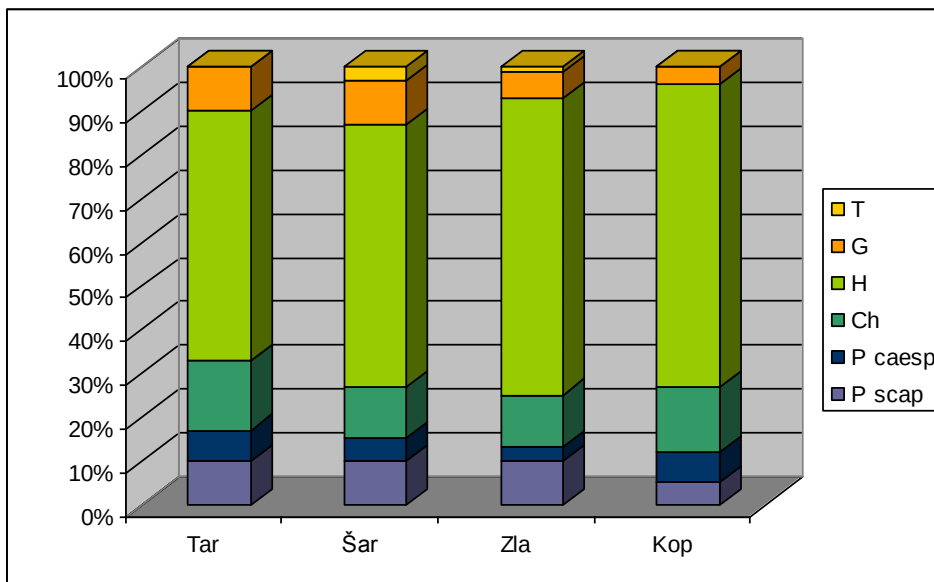
Grupa biljaka	Sintaksonomska pripadnost	Učešće
Heliofilne/termofilne	<i>Quercetalia pubescentis</i> , <i>Erico-Pinion</i> , <i>Erico-Pinetalia</i> , <i>Asplenion</i>	41.0%
Sciofilne/mezofilne	<i>Querco-Fagetalia</i> , <i>Fagetalia</i> , <i>Carpinion betuli</i> , <i>Fagion</i>	23.70%
nitrofilne	<i>Epilobietea</i> , <i>Sambuco-Salicion capreae</i> , <i>Adenostylion</i> , <i>Chenopodietea</i>	5.70%
acidofilne	<i>Vaccinio-Piceetalia</i> , <i>Quercion roboris</i> , <i>Piceetalia</i> , <i>Genisto-Quercion</i>	6.40%
Livadske/travne	<i>Arrhenatheretalia</i> , <i>Molinietalia</i> , <i>Festuco-Brometalia</i> , <i>Brometalia</i> , <i>Halacsyetalia</i> , <i>Seslerietalia</i> , <i>Trifolion medii</i>	22.70%

7.4.2.9. Poređenje zajednice *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 po istraživanim lokalitetima

U spektru životnih oblika na svim lokalitetima dominiraju hemikriptofite, ali je njihovo učešće različito. Hemikriptofite su najmanje zastupljene na Tari (57%), a najbrojnije su na Kopaoniku (69%). Učešće fanerofita (drveća i žbunova) je najmanje na Kopaoniku (12%), dok je najveće na Tari (17%). Učešće hamefita, koje odražavaju negativne životne uslove, je takođe značajno, kreće se od 12% na Šarganu i Zlatiboru do 16% na Tari. Procenat geofita jako varira, od samo 4% na Kopaoniku do 10% na Šarganu i Tari. I u ovoj zajednici, kao i u zajednici crnog bora, visok procenat hamefita a nizak geofita zabeležen je na Kopaoniku, tako da se može zaključiti da je ovo lokalitet sa najnepovoljnijim životnim uslovima.

Tabela 39: Spektar životnih oblika u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

	Tara	Šargan	Zlatibor	Kopaonik
P scap	10%	10%	10%	5%
P caesp	7%	5%	3%	7%
Ch	16%	12%	12%	15%
H	57%	60%	68%	69%
G	10%	10%	6%	4%
T	0%	3%	1%	0%



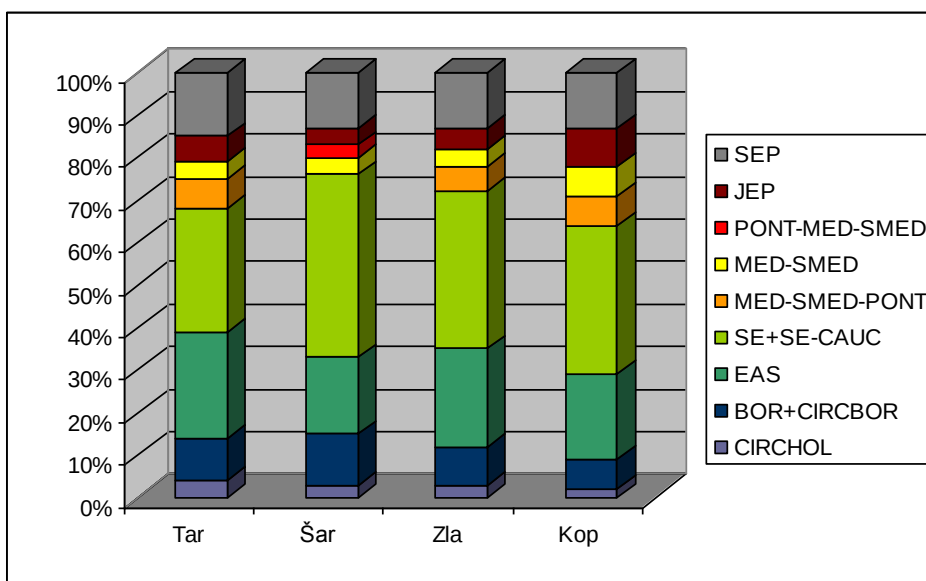
Grafikon 34: Spektar životnih oblika u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

Spektar areal tipova pokazuje da na istraživanim lokalitetima dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip, koji je zastupljen u različitom

procentu, od 29% na Tari do 43% na Šarganu. Kserofilni florni elementi (mediteransko-submediteranski, mediteransko-submediteransko-pontski i pontsko-mediteransko-submediteranski) su takođe značajno zastupljeni, od 7% na Šarganu do 14% na Kopaoniku. Vrste široke ekološke amplitude evroazijskog areal tipa zauzimaju od 18% na Šarganu do 25% na Tari. Značajna razlika se ogleda u prisustvu borealnih, cirkumborealnih i cirkumholarktičkih vrsta, koje su zastupljeni od samo 9% na Kopaoniku do 15% na Šarganu.

Tabela 40: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetim

	Tara	Šargan	Zlatibor	Kopaonik
CIRCHOL	4%	3%	3%	2%
BOR+CIRCBOR	10%	12%	9%	7%
EAS	25%	18%	23%	20%
SE+SE-CAUC	29%	43%	37%	35%
MED-SMED-PONT	7%	0%	6%	7%
MED-SMED	4%	4%	4%	7%
PONT-MED-SMED	0%	3%	0%	0%
JEP	6%	4%	5%	9%
SEP	15%	13%	13%	13%



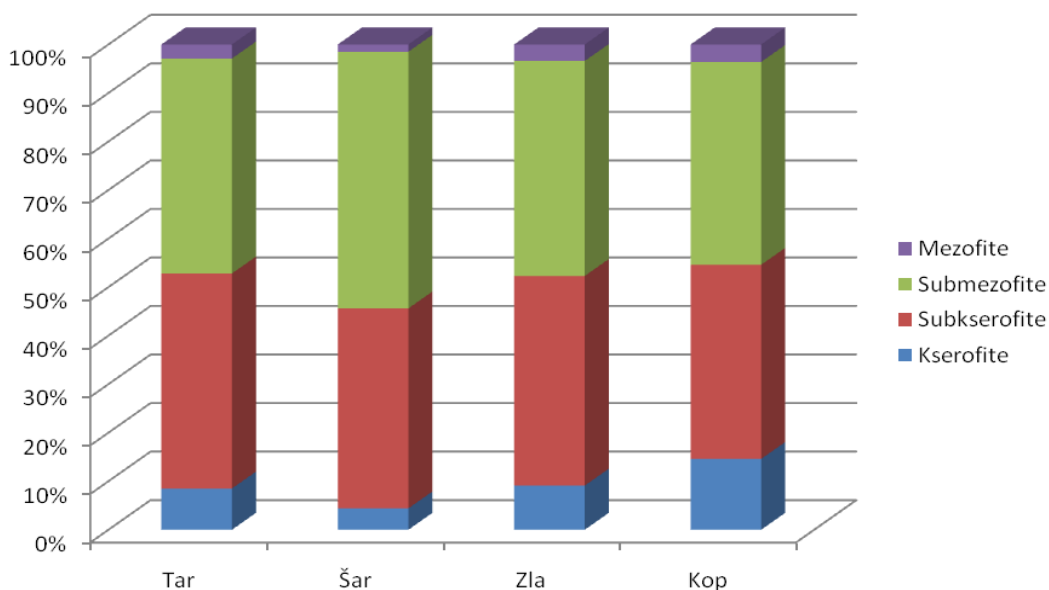
Grafikon 35: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

U odnosu biljaka prema vlažnosti zemljišta, izuzev Šargana, dominiraju vrste koje teže kserofilnim u odnosu na vrste koje teže mezofilnim. Taj odnos se kreće od 52.30%:47.70% na Zlatiboru do 54.60%:45.40% na Kopaoniku. Na Šarganu su

dominantnije mezofite i submezofite (54.40%) u odnosu na kserofite i subkserofite (45.60%).

Tabela 41: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Tara	Šargan	Zlatibor	Kopaonik
Kserofite	8.50%	4.40%	9.10%	14.60%
Subkserofite	44.30%	41.20%	43.20%	40.00%
Submezofite	44.30%	52.90%	44.30%	41.80%
Mezofite	2.90%	1.50%	3.40%	3.60%

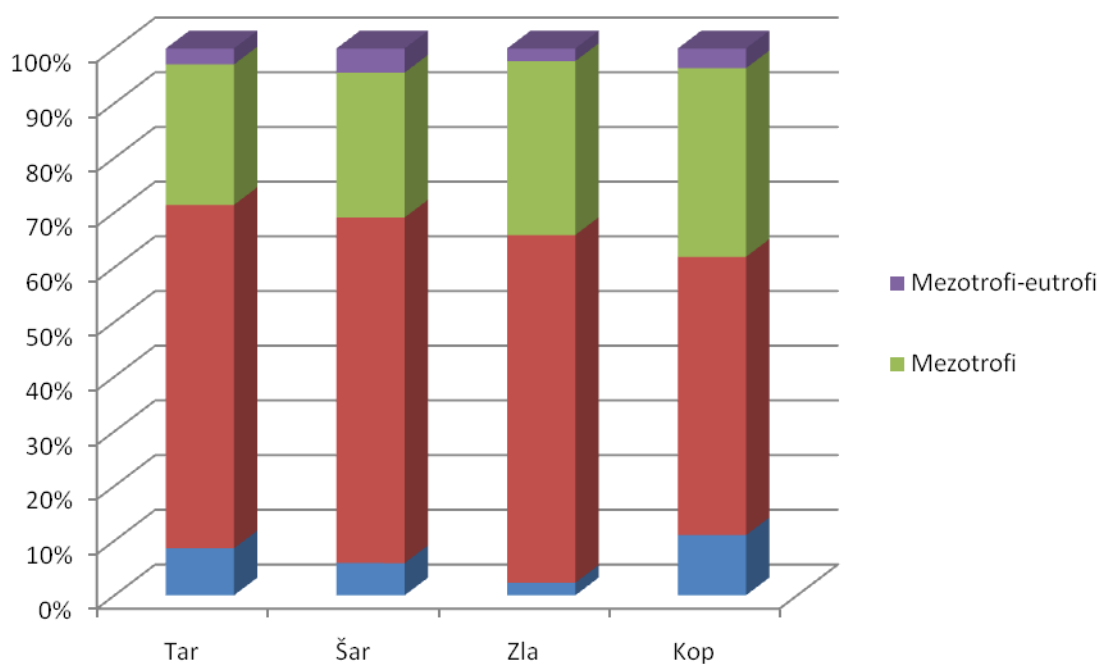


Grafikon 36: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

U odnosu biljaka prema količini azota u zemljištu na svim lokalitetima dominiraju biljke oligotrofno-mezotrofnog karaktera. Učešće ovih biljaka se kreće od 50.90% na Kopaoniku do 63.60% na Zlatiboru. Učešće oligotrofa je različito, kreće se od 2.30% na Zlatiboru do 11% na Kopaoniku. Mezotrofi su zastupljeni od 25.70%-34.50%, mezotrofi-eutrofi 2.30%-4.40%, dok eutrofi nisu zabeleženi.

Tabela 42: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Tara	Šargan	Zlatibor	Kopaonik
Oligotrofi	8.60%	5.90%	2.30%	11.00%
Oligotrofi-mezotrofi	62.80%	63.20%	63.60%	50.90%
Mezotrofi	25.70%	26.50%	31.80%	34.50%
Mezotrofi-eutrofi	2.90%	4.40%	2.30%	3.60%
Eutrofi	0%	0%	0%	0%

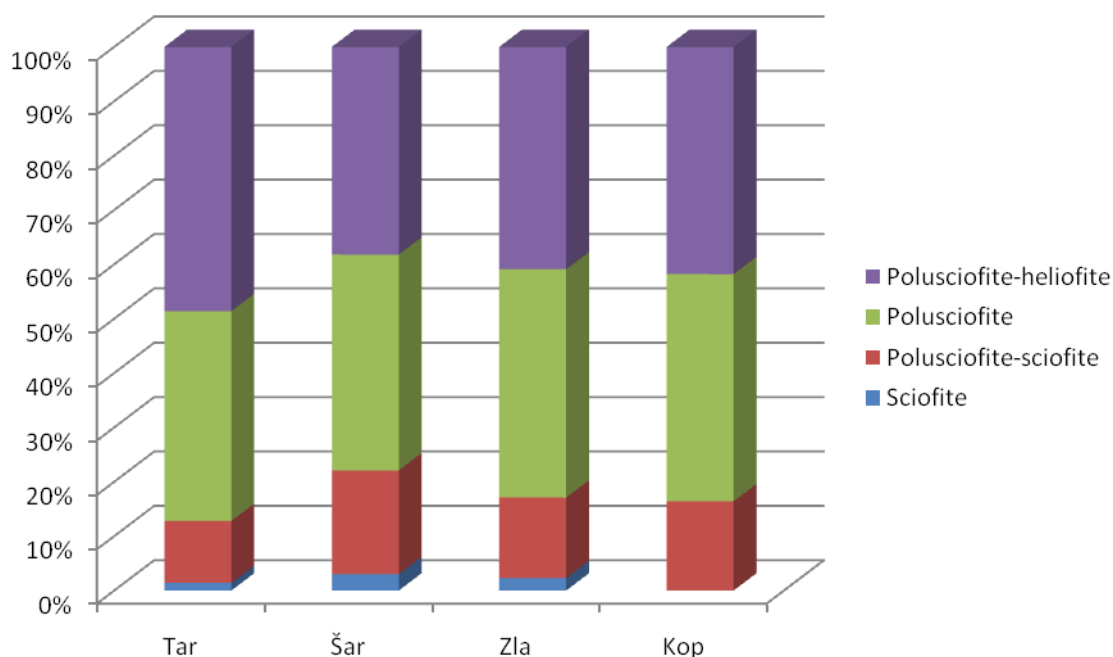


Grafikon 37: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima je različit. Na Šarganu i Zlatiboru dominiraju polusciofite (39.70%:42%), na Tari polusciofite-heliofite (48.60%), dok je na Kopaoniku podjednako učešće polusciofita i polusciofita-heliofita (41.80%).

Tabela 43: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Tara	Šargan	Zlatibor	Kopaonik
Sciofite	1.40%	3.00%	2.30%	0%
Polusciofite-sciofite	11.40%	19.10%	14.80%	16.40%
Polusciofite	38.60%	39.70%	42%	41.80%
Polusciofite-heliofite	48.60%	38.20%	40.90%	41.80%
Heliofite	0%	0%	0%	0%

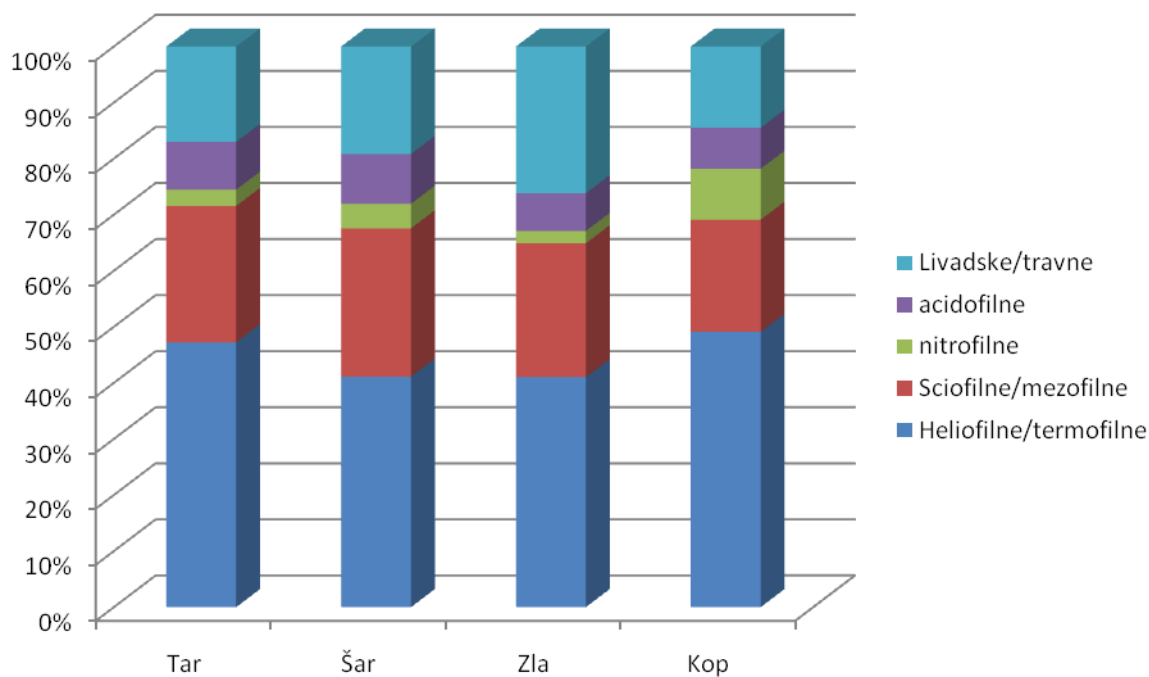


Grafikon 38: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

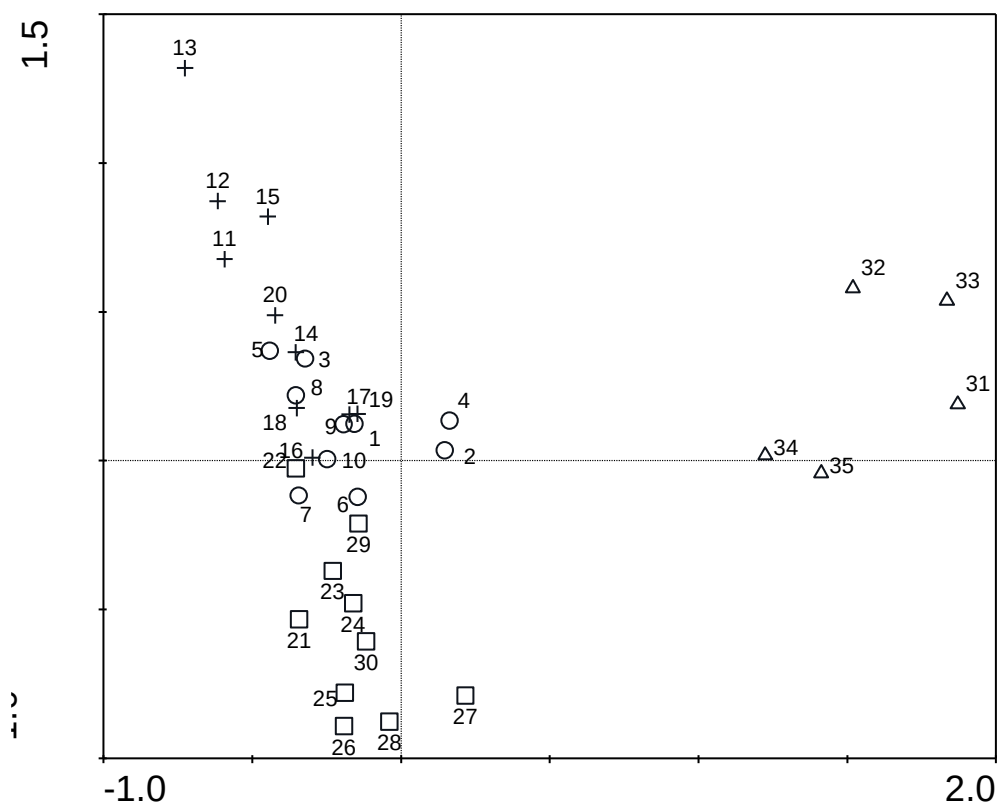
Na svim lokalitetima dominiraju biljke heliofilnog i termofilnog karaktera, čije učešće se kreće od 40.90% na Zlatiboru 49.10% na Kopaoniku. Sledeća po brojnosti je grupa sciofilnih i mezofilnih vrsta, čiji učešće iznosi od 20% na Kopaoniku do 26.50% na Tari, dok je na Zlatiboru druga po brojnosti grupa livadsko-travnih vrsta (26.10%). Livadsko-travne vrste na ostalim lokalitetima imaju značajno učešće (14.50%-19.20%), dok su acidofilne i nitrofilne vrste ređe zastupljene.

Tabela 44: Spektar cenološke pripadnosti biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima

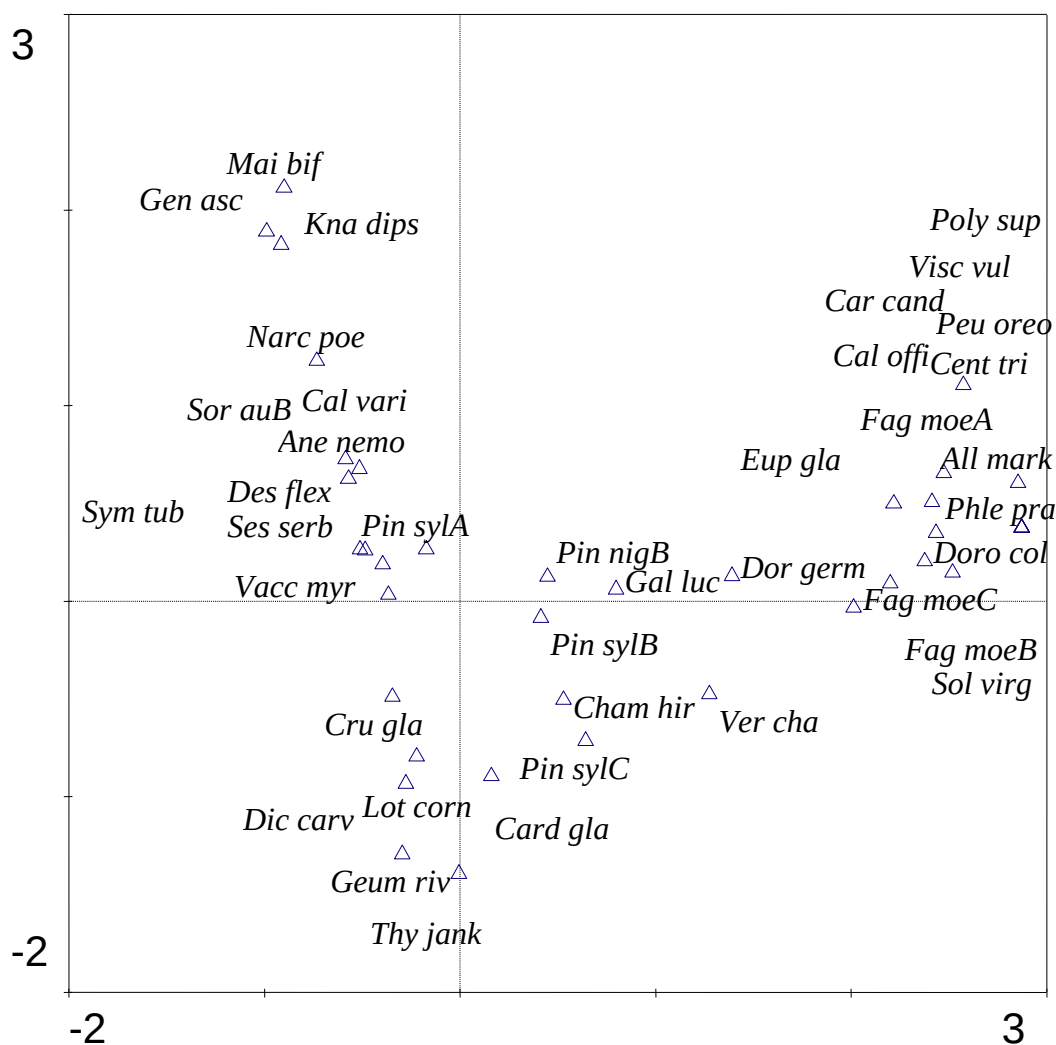
Ekološke grupe	Tara	Šargan	Zlatibor	Kopaonik
Heliofilne/termofilne	47.20%	41.20%	40.90%	49.10%
Sciofilne/mezofilne	24.30%	26.50%	23.80%	20%
nitrofilne	2.90%	4.40%	2.20%	9.10%
acidofilne	8.50%	8.90%	6.70%	7.30%
Livadsko-travne	17%	19.20%	26.10%	14.50%



Grafikon 39: Spektar cenološke pripadnosti biljaka u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima



Grafikon 40: CA ordinacijski biplot za prve dve ose florističkih podataka zajednice *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951, O-Tara; +Šargan; □ -Zlatibor; Δ-Kopaonik



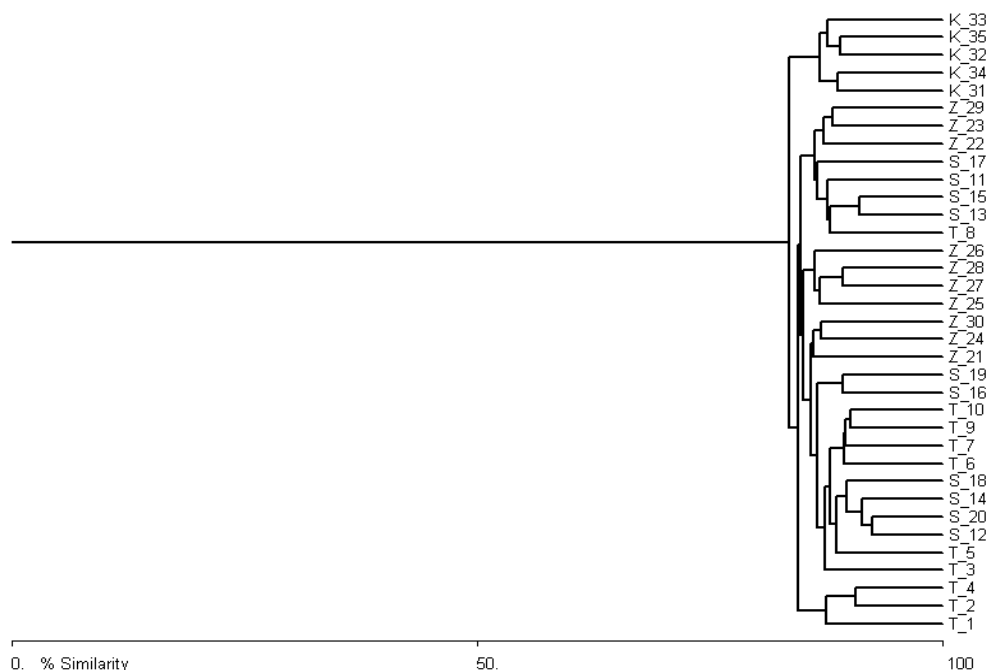
Grafikon 41: CA ordinacijski biplot za vrste u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 (fit range za vrste 25-100%, 39 vrsta)

Skraćenice za vrste: *Mai bif*-*Maianthemum bifolium*; *Gen asc*-*Gentiana asclepiadea*; *Kna dips*-*Knautia dipsacifolia*; *Poly sup*-*Polygala supina*; *Visc vul*-*Viscaria vulgaris*; *Car cand*-*Carduus candicans*; *Peu oreo*-*Peucedanum oreoselinum*; *Narc poe*-*Narcissus poeticus* ssp. *radiiflorus*; *Cal offi*-*Calamintha officinalis*; *Cent tri*-*Centaurea triumphetti*; *Sor au*-*Sorbus aucuparia*; *Cal vari*-*Calamagrostis varia*; *Fag moe*-*Fagus moesiaca*; *Ane nemo*-*Anemone nemorosa*; *Eup gla*-*Euphorbia glabriflora*; *All mark*-*Allyssum markgrafii*; *Des flex*-*Deschampsia flexuosa*; *Phle pra*-*Phleum pratense*; *Sym tub*-*Symphytum tuberosum*; *Ses serb*-*Sesleria serbica*; *Pin syl*-*Pinus sylvestris*; *Vacc myr*-*Vaccinium myrtillus*; *Pin nig*-*Pinus nigra*; *Gal luc*-*Galium lucidum*; *Dor germ*-*Dorycnium germanicum*; *Sol virg*-*Solidago virga-aurea*; *Cru gla*-*Cruciata glabra*; *Cham hir*-*Chamaecytisus hirsutus*; *Ver cha*-*Veronica chamaedrys*; *Lot corn*-*Lotus corniculatus*; *Dic carv*-*Dichoropetalum carvifolia*; *Card gla*-*Cardamine glauca*; *Geum riv*-*Geum rivale*; *Thy jank*-*Thymus jankae* (Veliko slovo na kraju skraćenice označava: A-sprat drveća, B-sprat žbunja, C-sprat prizemne flore)

Tabela 45: Statistika za CA ordinaciju zajednice *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951

Ose (Axes)	1	2	3	4	Totalna inercija (Total inertia)
Sopstvena vrednost (Eigenvalues)	0.425	0.256	0.245	0.199	3.767
Kumulativni procenat varijanse vršnih podataka (Cumulative percentage variance of species data)	11.3	18.1	24.6	29.8	

Duž pozitivnog kraka druge ose, u gornjem levom uglu, nalazimo uglavnom mezofilne vrste vezane za fitocenološke snimke sa Šargana i Tare: *Maianthemum bifolium* L., *Gentiana asclepiadea* Mikan ex Pohl., *Knautia dipsacifolia* Kreutzer, *Narcissus poeticus* L. ssp. *radiflorus* (Salis.) Baker, *Sorbus aucuparia* L.... Sa negativnim krakom prve i druge ose, odnosno sa fitocenološkim snimcima sa Zlatibora, korelaciju imaju *Geum rivale* L., *Thymus praecox* subsp. *jankae* (Celak.) Jalas (syn. *Thymus jankae*), *Dichoropetalum carvifolia* Vill. Pimenov & Kljuykov, *Lotus corniculatus* L., *Cruciata glabra* (L.) Ehrend. (syn. *Galium verum*), što govori da je na ovim lokalitetima šuma belog i crnog bora nešto kserofilnija nego na Šarganu i Taru, ali su sva tri lokaliteta veoma sličnog florističkog sastava, što statistika za CA analizu i pokazuje. Sa pozitivnim krakom prve ose korelaciju ima najviše kserofilnih vrsta: *Polygala supina* Schreber, *Allyssum markgrafii* O.E.Schulz., *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, *Euphorbia glabriflora* Vis., što pokazuje da je zajednica belog i crnog bora, koja je proučavana u okviru ovog istraživanja, najkserofilnija na Kopaoniku, kao i da se, po florističkom sastavu, najviše razlikuje od drugih lokaliteta.



Grafikon 42: Dendrogram florističkog sastava zajednice *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 na istraživanim lokalitetima (Z-Zlatibor, T-Tara, Š-Šargan, K-Kopaonik)

Klaster analiza florističkog sastava oglednih površina u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 je pokazala da postoje dve osnovne grupe. Analiza pokazuje da prvu grupu čine fitocenološki snimci sa Kopaonika, a drugu snimci sa Zlatibora, Tare i Šargana. Fitocenološki snimci sa Zlatibora, Tare i Šargana su izmešani međusobno, što znači da imaju veliku florističku sličnost i snimci ni sa jednog od ovih lokaliteta ne mogu formirati zasebnu grupu. S druge strane, snimci sa Kopaonika obrazuju zasebnu granu dendrograma, što pokazuje da su znatno homogeniji u poređenju sa prethodnom grupom.



Slika 12: Zajednica *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 (Tara)



Slika 13: Zajednica *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 (Zlatibor)

7.4.3. Šuma belog bora i crnjuše na ofiolitima

Ass. *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

(Sinonim: *Erico-Pinetum sylvestris serpentinicum* Stefanović 1963)

Šuma belog bora i crnjuše na ofiolitima (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963) u Srbiji ima znatno manje rasprostranjenje u poređenju sa šumom crnog ili sa šumom crnog i belog bora. Opisana je na Maljenu-Divčibare (Gajić *et al.* 1954) i na području Pešterske visoravni - Ozren, Dubočica Bare, Revuša (Pavlović, 1951, Rakonjac 2002). Nalazi se na većim nadmorskim visinama nego crni bor (1000-1400 m), na različitim ekspozicijama i nagibu do 30°, uglavnom na eutričnom smeđem zemljištu, retko na rankeru (Tatić i Tomić, 2006).

7.4.3.1. Floristički sastav i karakteristike staništa

Zajednica belog bora i crnjuše (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963) zabeležena je na Pešteru, u blizini granice sa Crnom Gorom i zauzima severnu serpentinsku stranu Ozrena. S obzirom na to da se beli bor ovde javlja vrlo obilno na nadmorskim visinama između 1100-1500 m, da je zastupljen svuda, od doline Uvca pa do senokosa i livada na većim visinama, gde se javlja u obliku pojedinačnih stabala, može se zaključiti da su ovo optimalni stanišni uslovi za razvoj belog bora (Rakonjac, 2002). Na Zlatiboru je beli bor zabeležen na području Tornika gde ga, osim u zajednici sa crnim borom, nalazimo i u zasebnoj fitocenozi. Ova zajednica i na Pešteru i na Zlatiboru zauzima uglavnom hladnije ekspozicije, dok se na toplijim ekspozicijama (SW, SE) javlja mnogo ređe, a na južnim i zapadnim nije zabeležena. Nadmorske visine na kojima se javlja su dosta veće u poređenju sa šumom crnog i sa šumom belog i crnog bora. Fitocenološki snimci su uzeti na različitim nadmorskim visinama, najniža visina je iznosila 1032 m a najveća 1462 m. Prosečna visina na kojoj je zabeležena zajednica belog bora i crnjuše u okviru ovog istraživanja iznosi 1270 m. Nagibi su u proseku dosta blaži u poređenju sa prethodne dve fitocenoze. Ova šuma se javlja na potpuno ravnom terenu kao i na terenu jako strmih nagiba do 35°, a prosečna vrednost nagiba iznosi 16°. Visine stabala su iznosile od 10 do 23 m. Stabla su dobre vitalnosti, prava, visoko čista od grana.

Zemljišta u istraživanim sastojinama belog bora su posmeđena, eutrično humusno silikatna i smeđa zemljišta na serpentinitu. Generalno gledano, fizičke osobine

zemljišta u šumama belog bora su povoljnije nego u šumama crnog i šumama belog i crnog bora. Dubina zemljišta je veća, skeletnost manja a struktura dosta povoljnija.

Zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima je floristički veoma bogata, u 20 fitocenoloških snimaka zabeležene su 144 vrste (prilog 3), što je svrstava među najbogatije na području Pešterske visoravni (Rakonjac, 2002). Broj vrsta po snimcima varira; najmanji broj vrsta zabeležen na jednom snimku je 24 a najveći 46 vrsta. Prosečan broj vrsta po snimku iznosi 33.5. Više od 33 vrste ima 65% fitocenoloških snimaka.

Sklop sprata drveća se kreće između 0.5-0.8, prosečno 0.61. U svim snimcima je zabeležen beli bor (*Pinus sylvestris* L.), dok smrča (*Picea abies* (L.) Karst.) ima stepen prisutnosti IV. U nekim snimcima se javlja još i jela (*Abies alba* Mill.) a pojedinačno i crni bor (*Pinus nigra* Arnold).

Sklop sprata žbunja iznosi od 0.1-0.6, prosečno 0.32. U gotovo svim snimcima je zabeležen beli bor (*Pinus sylvestris* L.), dok smrča (*Picea abies* (L.) Karst.) ima stepen prisutnosti IV, a jela (*Abies alba* Mill.) stepen prisutnosti III. U ovom spratu, koji broji 14 vrsta, još su zabeleženi jarebika (*Sorbus aucuparia* L.), kleka (*Juniperus communis* L.), jednosemeni glog (*Crataegus monogyna* Jacq.) i dr.

Pokrovnost sprata zeljastih biljaka iznosi 0.8-1.0, prosečno 0.92. U njemu je zabeleženo 136 vrsta. Velikoj pokrovnosti ovog sprata doprinose *Erica carnea* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Daphne blagayana* Freyer, *Calamagrostis varia* (Schrader) Host, mahovina *Scleropodium purum* (Hedw.) Limpr i dr. Trave (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv, *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *Dactylus glomerata* L. i dr) imaju skromnije vrednosti brojnosti i pokrovnosti u poređenju sa šumom crnog i šumom belog i crnog bora, ali je veći broj vrsta koje učestvuju u izgradnji ovog sprata. I crnjuša (*Erica carnea* L.) takođe ima manje vrednosti brojnosti i pokrovnosti. S druge strane, u šumi belog bora se pojavljuju neke acidofilne vrste koje imaju visoke vrednosti stepena prisutnosti: *Picea abies* (L.) Karst., *Vaccinium myrtillus* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. i dr. S obzirom da se šuma belog bora na istraživanim lokalitetima nalazi na većim nadmorskim visinama u poređenju sa dve prethodne zajednice, nešto je veće učešće borealnih i cirkumborealnih vrsta: *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Geum rivale*, *Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv. ex J. & C. Presl, *Sorbus aucuparia* L. i dr. Sprat mahovina je i u ovoj borovoj šumi slabo razvijen. Ipak, humidniji uslovi u ovoj zajednici omogućavaju pojavu mahovine

Scleropodium purum (Hedw.) Limpr, koja u nekim snimcima ima veliku brojnost i pokrovnost.

Uz pomoć softvera su u okviru zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izdvojene dijagnostičke, konstantne i dominantne vrste.

Dijagnostičke vrste: *Picea abies* [1] 57.7; *Pinus sylvestris* [4] 56.4; *Abies alba* [6] 61.2, *Crocus veluchensis* [6] 63.9

Konstantne vrste (karakteristični skup vrsta): ***Pinus sylvestris* [1] 100; *Pinus sylvestris* [4] 95; *Campanula persicifolia* [6] 65, *Crocus veluchensis* [6] 75, *Deschampsia flexuosa* [6] 70, *Erica carnea* [6] 85, *Euphorbia amygdaloides* [6] 80, *Muscari botryoides* [6] 65, *Polygala amara* [6] 65, *Pteridium aquilinum* [6] 65, *Rosa pendulina* [6] 65, *Sorbus aucuparia* [6] 65, *Symphytum tuberosum* [6] 70, *Vaccinium myrtillus* [6] 95**

Dominantne vrste: *Pinus sylvestris* [1] 55; *Erica carnea* [6] 5

U okviru zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izdvojene su tri subasocijacije: *typicum*, *abietetosum* i *juniperetosum*. Subasocijacija *typicum* je zabeležena na manjim nadmorskim visinama na području Zlatibora. Odlikuje se florističkim siromaštvom u spratu drveća i žbunja, dok je sprat prizemne flore dosta bogat vrstama i ima maksimalnu pokrovnost. Ovaj sprat sadrži veći broj vrsta vezanih za red *Erico-Pinetalia*: *Potentilla alba* L., *Euphorbia angulata* Jacq., *Campanula glomerata* L., *Danthonia calycina* (Vill.) Rchb., *Koeleria pyramidata* (Lam.) Beauv. i dr., koje ujedno predstavljaju i diferencijalne vrste ove subasocijacije. Subasocijacija *abietetosum* zauzima veće nadmorske visine na Zlatiboru i predstavlja sindinamsku vezu između beloborove šume i bukovo-jelovih i smrčevih šuma. U svom sastavu sadrži veći broj vrsta karakterističnih za ove mezofilne šume: *Oxalis acetosella* L., *Prenanthes purpurea* L., *Gentiana asclepiadea* Mikan ex Pohl., *Picea abies* (L.) Karst. i dr. Subasocijacija *juniperetosum* je opisana na Pešteru, gde kleka (*Juniperus communis* L.) ima značajno prisustvo, dok na Zlatiboru u okviru ove zajednice gotovo da nije zabeležena. Ovako značajno prisustvo kleke je svakako posledica intenzivnog pašarenja. Kleka ima važnu ulogu jer omogućuje zaštitu podmlatka drvenastih vrsta, utiče na smanjenje temperaturnih ekstrema tako da njeno prisustvo pogoduje razvoju drvenaste vegetacije. Pored kleke, u okviru ove subasocijacije visoko prisustvo imaju trave i vrste koje se javljaju na terenima gde je izraženo dejstvo zooantropogenog faktora: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv,

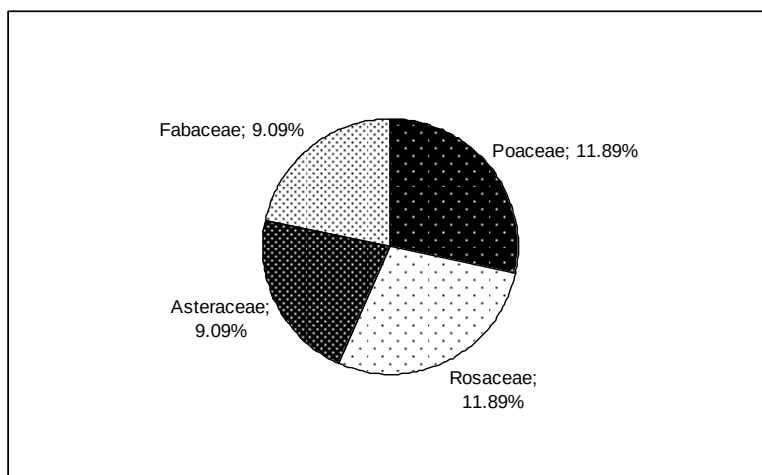
Festuca heterophylla Lam., *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *germanicum* (Grem.) Gams & Hegi...

7.4.3.2. Filogenetski spektar

Zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 je vrlo bogata po broju familija, jer je na dva lokaliteta zabeleženo 48 familija. Najveće učešće imaju familije *Poaceae* i *Rosaceae*, po 11.89%, a slede familije *Asteraceae* i *Fabaceae* sa učešćem 9.09%. Od 48 zabeleženih familija, njih 26, odnosno 54,17% ima samo jednog predstavnika, što znači da, pored pomenutih, još mali broj familija ima značajnu procentualnu zastupljenost, odnosno bitno učestvuje u izgradnji ove fitocenoze (*Lamiaceae*, *Rubiaceae*, *Liliaceae* i dr).

Tabela 46: Učešće pojedinih familija u građi zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Familija	Učešće
<i>Poaceae</i>	11.89%
<i>Rosaceae</i>	11.89%
<i>Asteraceae</i>	9.09%
<i>Fabaceae</i>	9.09%



Grafikon 43: Učešće pojedinih familija u građi zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

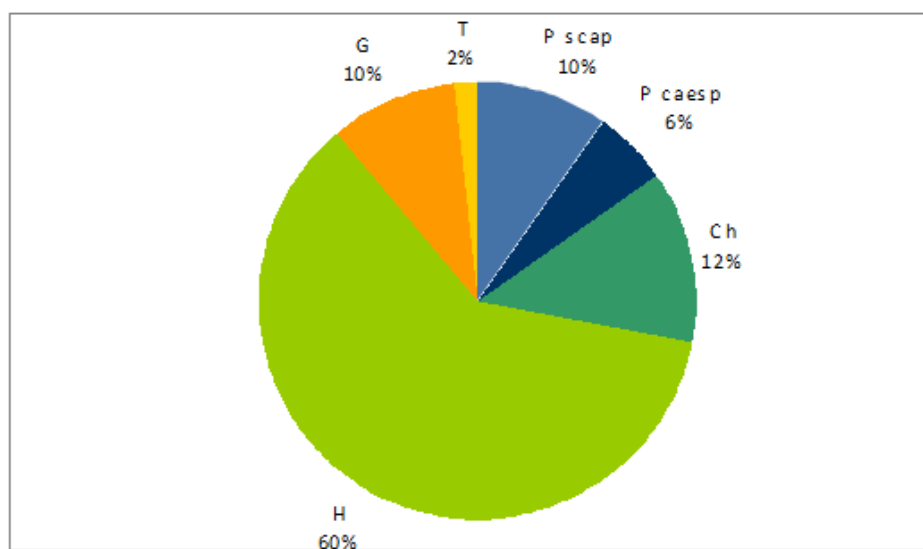
7.4.3.3. Spektar životnih oblika

U spektru životnih oblika zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963, kao što je karakteristično za većinu zajednica naših krajeva, dominiraju hemikriptofite

(60%). Sledeće po zastupljenosti su fanerofite (drveće i žbunovi) sa 16%. Geofite imaju visoko prisustvo od 10%, kao i hamefite (12%). Terofite učestvuju sa 2%.

Tabela 47: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Životni oblici						
Fanerofite drveće	Fanerofite žbunovi	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
10%	6%	12%	60%	10%	2%	0%

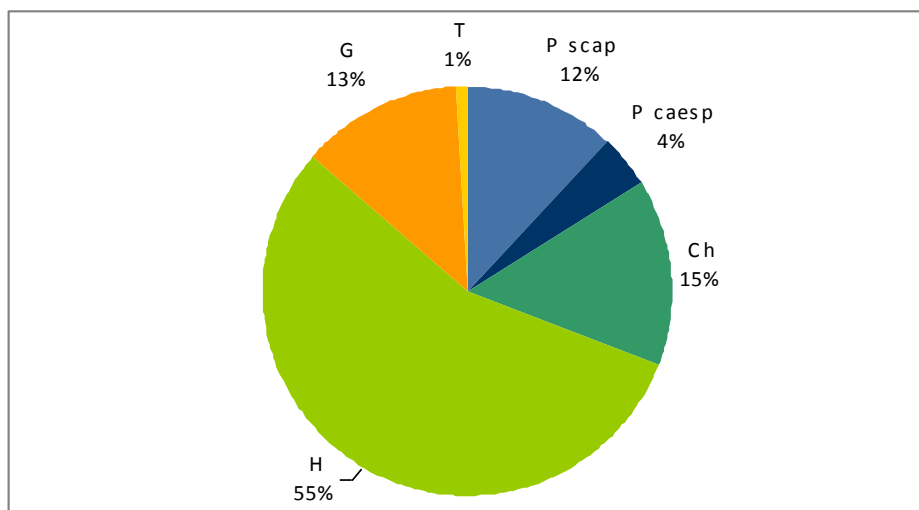


Grafikon 44: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Spektar osnovnih životnih oblika izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta takođe pokazuje da su hemikriptofite najzastupljenije, a slede fanerofite, hamefite i geofite.

Tabela 48: Spektar osnovnih životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Životni oblici						
Fanerofite drveće	Fanerofite žbunovi	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
12%	4%	15%	55%	13%	1%	0%

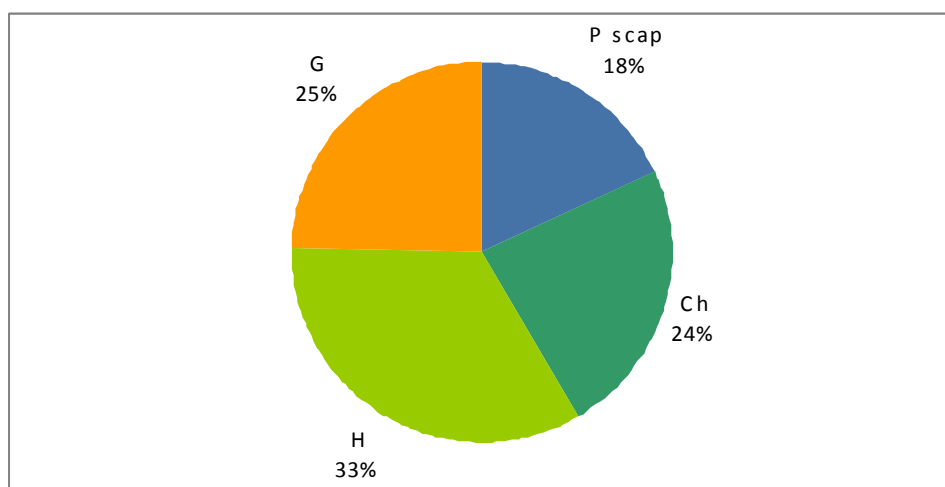


Grafikon 45: Spektar osnovnih životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Tabela 49: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

Životni oblici						
Fanero-fite drveće	Fanero-fite žbunovi	Hamefite	Hemikriptofite	Geofite	Terofite	Puzavice
P scap	P caesp	Ch	H	G	T	S
18%	0%	24%	33%	25%	0%	0%

Spektar životnih oblika biljaka čiji je stepen prisutnosti V, IV i III pokazuje da su i dalje najbrojnije hemikriptofite, ali sa visokim učešćem geofita i hamefita (25%, odnosno 24%).



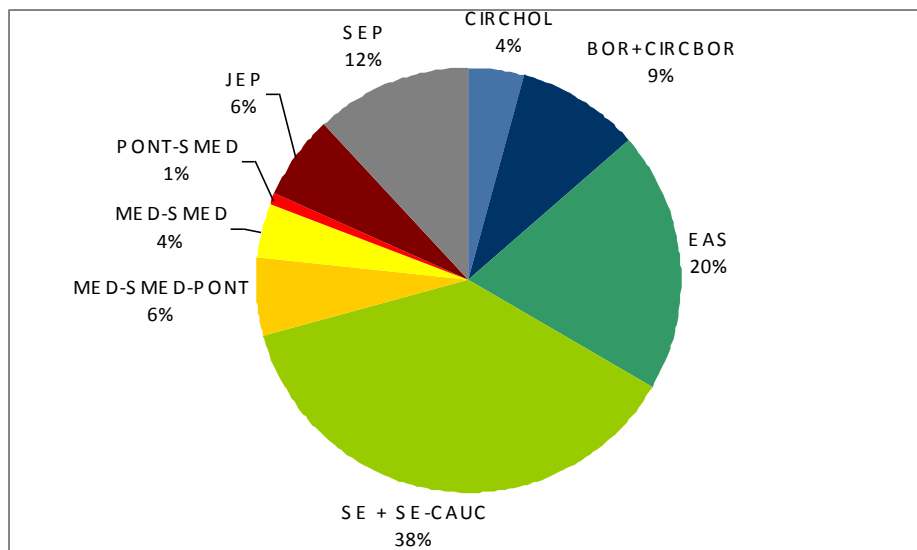
Grafikon 46: Spektar životnih oblika biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

7.4.3.4. Spektar areal tipova

U spektru areal tipova, kao i u ostalim zajednicama, dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip sa 38%, a iz ove grupe svojom stalnošću se ističu *Euphorbia amygdaloides* L., *Symphytum tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soo, *Polygala amara* L. Vrlo visoko prisustvo ima i evroazijski areal tip (20%), a zatim srednjeevropsko planinski (12%). Kserofilniji florni elementi (mediteransko-submediteranski, mediteransko-submediteransko-pontski i pontsko-mediteransko-submediteranski) zauzimaju 11%, a među njima se visokim stepenom prisutnosti ističe *Muscari botryoides* (L.) Mill. Iako florni elementi hladnijih predela (borealni, cirkumborealni i cirkumholarktički) imaju skromno učešće od 13%, neki njihovi predstavnici imaju ključnu ulogu u izgradnji ove fitocenoze. To se, pre svega, odnosi na edifikatora, beli bor (*Pinus sylvestris* L.), kao i na vrste dva najveća stepena prisutnosti: *Picea abies* (L.) Karst., *Sorbus aucuparia* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.

Tabela 50: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	4%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	9%
Evroazijski (EAS)	20%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	38%
Mediteransko-Submediteransko-pontski (MED-SMED-PONT)	6%
Mediteransko-Submediteranski (MED-SMED)	4%
Pontsko- Mediteransko-Submediteranski (PONT-MED-SMED)	1%
Južноеvropsko planinski (JEP)	6%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	12%

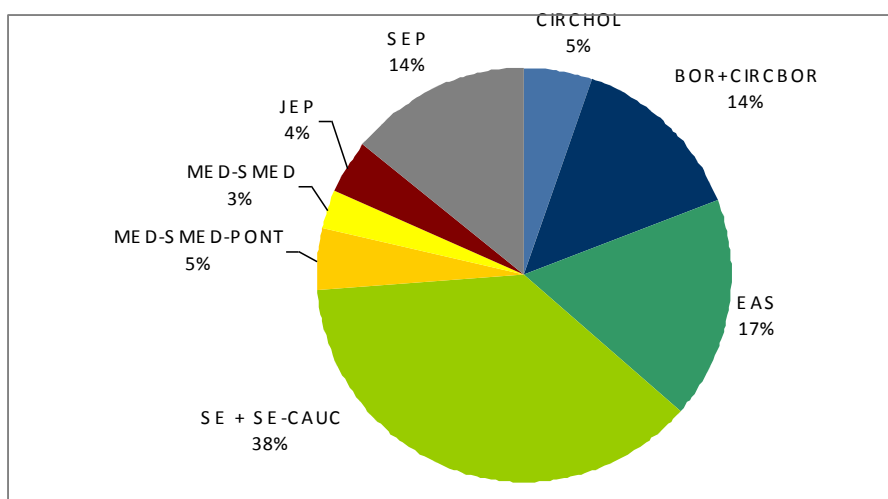


Grafikon 47: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

U spektru osnovnih horoloških grupa biljaka koji je izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta primetno je povećano učešće vrsta hladnijih predela, uz smanjeno učešće vrsta toplijih predela.

Tabela 51: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	5%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	14%
Evroazijski (EAS)	17%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	38%
Mediterransko-Submediterransko-pontski (MED-SMED-PONT)	5%
Mediterransko-Submediterranski (MED-SMED)	3%
Pontsko- Mediterransko-Submediterranski (PONT-MED-SMED)	0%
Južноеvropsko planinski (JEP)	4%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	14%

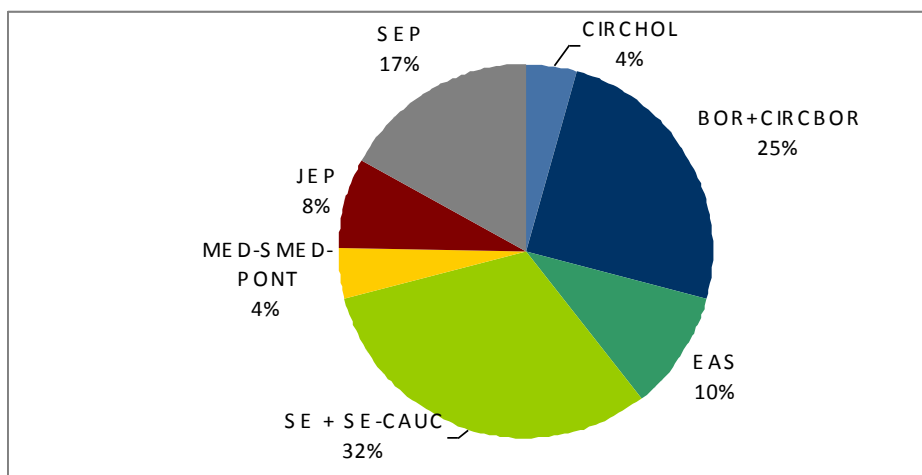


Grafikon 48: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat prema stepenu prisutnosti svih vrsta

Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III pokazuje jasnu razliku u odnosu na prethodne spektre, jer se značajno povećava učešće vrsta hladnijih predela (29%), a od kserofilnijih areal tipova zabeležen je samo mediteransko-submediteransko-pontski, koji učestvuje sa 4%.

Tabela 52: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

Areal tip	Učešće
Cirkumholarktički (CIRCHOL)	4%
Borealni+Cirkumborealni (BOR+CIRCBOR)	25%
Evroazijski (EAS)	10%
Srednjeevropski+Srednjeevropsko-kavkaski (SE+SE-CAUC)	32%
Meditransko-Submediteransko-pontski (MED-SMED-PONT)	4%
Meditransko-Submediteranski (MED-SMED)	0%
Pontsko- Mediteransko-Submediteranski (PONT-MED-SMED)	0%
Južnoevropsko planinski (JEP)	8%
Srednjeevropsko planinski (SEP)	17%



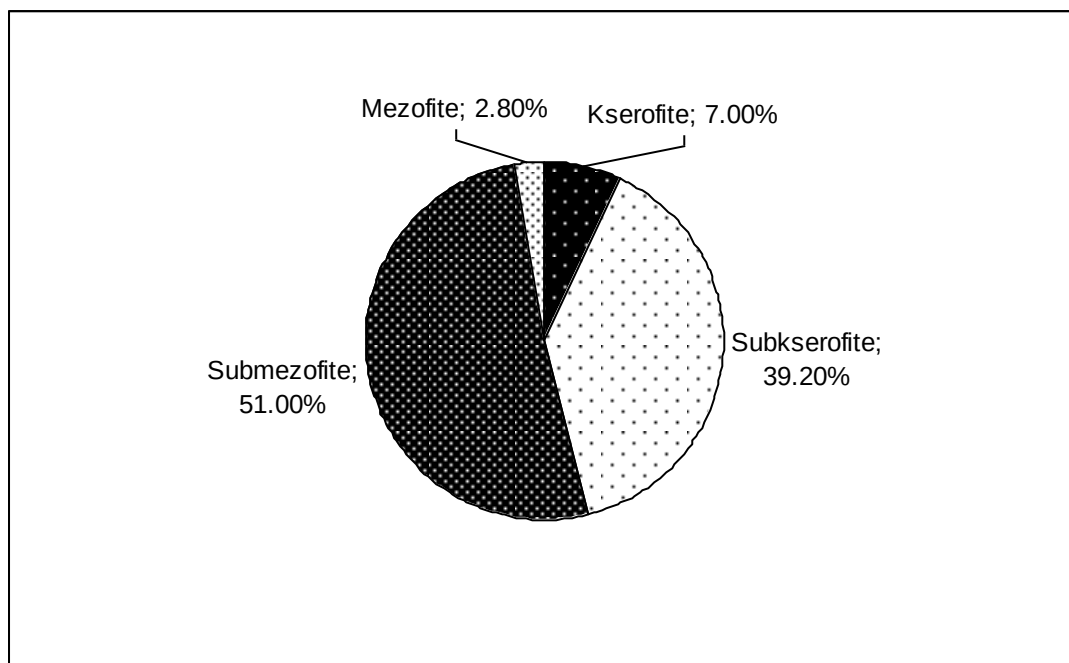
Grafikon 49: Spektar osnovnih horoloških grupa biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 izračunat za biljke stepena prisutnosti V, IV i III

7.4.3.5. Odnos biljaka prema vlažnosti zemljišta

U odnosu prema vlazi u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 preovlađuju submezofite i mezofite (53.80%), koje su nešto brojnije od kserofita i subkserofita (46.20%). Zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima je ksero-mezofilnog karaktera.

Tabela 53: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Biljna zajednica	Ekološka grupa biljaka			
	Kserofite	Subkserofite	Submezofite	Mezofite
<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963	7.0%	39.20%	51.0%	2.80%
	46.20%		53.80%	



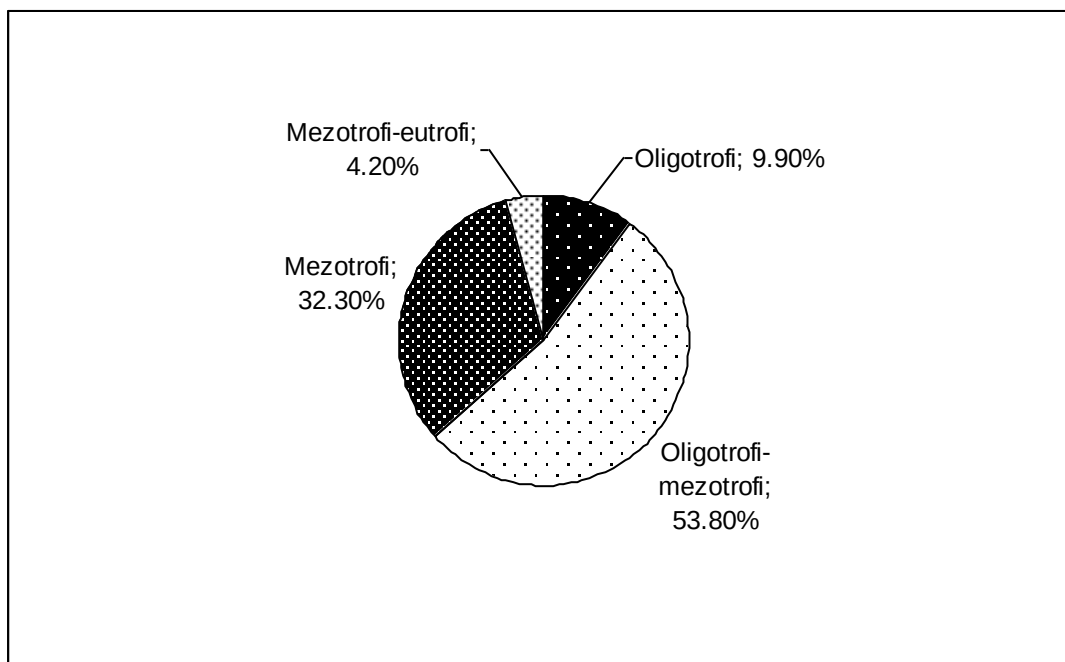
Grafikon 50: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

7.4.3.6. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu

Zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 u svom florističkom sastavu ima najviše oligotrofa-mezotrofa (53.80%), a zatim mezotrofa (32.30%). Vrste koje teže oligotrofnim (oligotrofi i oligotrofi-mezotrofi) učestvuju sa 63.70%, a mezotrofi-eutrofi sa 4.20%.

Tabela 54: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
	Oligotrofi	Oligotrofi-mezotrofi	Mezotrofi	Mezotrofi-eutrofi
<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963	9.90%	53.80%		
	63.70%		32.30%	4.20%



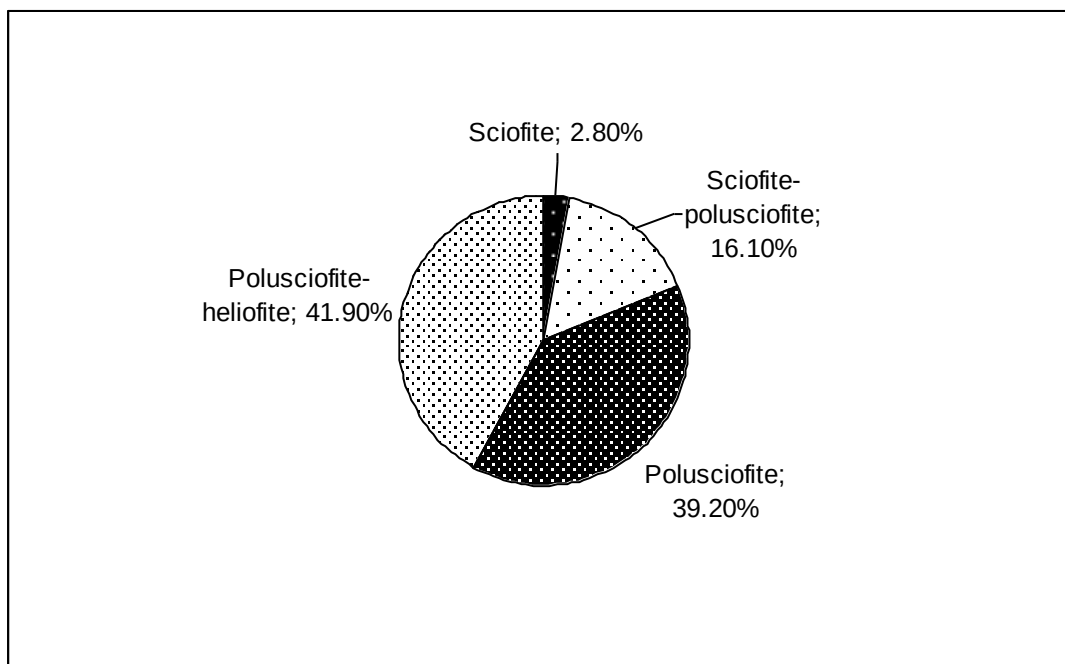
Grafikon 51: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

7.4.3.7. Odnos biljaka prema svetlosti

Odnos biljaka prema svetlosti, koji je prikazan u tabeli 55, pokazuje da u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 dominiraju polusciofite-heliofite sa 41.90%, dok su nešto manje zastupljene polusciofite (39.20%). Vrste koje teže sciofilnim (sciofite i sciofite-polusciofite) učestvuju sa 18.90%.

Tabela 55: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Biljna zajednica	Ekološke grupe biljaka			
<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963	Sciofite	Sciofite-polusciofite	Polusciofite	Polusciofite-heliofite
	2.80%	16.10%	39.20%	41.90%
	18.90%			



Grafikon 52: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

7.4.3.8. Spektar cenološke karakterističnosti

Analiza spektra cenološke karakterističnosti pokazuje da u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 dominiraju heliofilne i termofilne vrste borovih i hrastovih šuma, sa 35.70%. Visoko učešće od 29.40% imaju livadske i travne vrste, kao i sciofilne i mezofilne vrste, 24.5%. Ovako visoko učešće mezofilnih vrsta govori o vezi borovih sa mezofilnim i mezotermnim šumama razreda *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 1937 i reda *Fagetalia silvaticae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Walisch 1928. Iako zastupljenost acidofilnih vrsta nije velika, (5.60%), ipak se ne može zanemariti postojanje dodirnih tačaka sa acidofilnim četinarskim šumama. Najmanju zastupljenost imaju nitrofilne vrste (4.90%).

Tabela 56: Sintaksonomska pripadnost biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

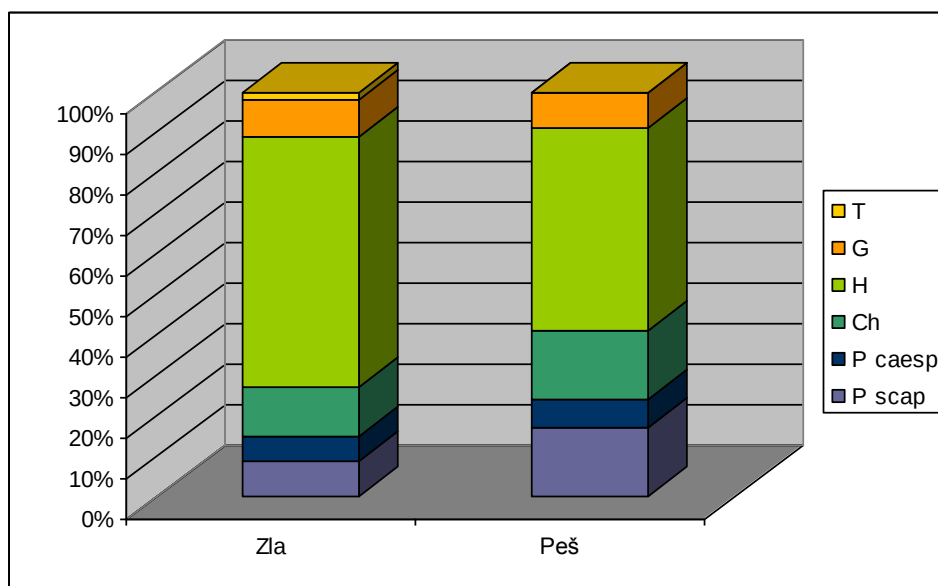
Grupa biljaka	Sintaksonomska pripadnost	Učešće
Heliofilne/termofilne	<i>Quercetalia pubescentis</i> , <i>Erico-Pinion</i> , <i>Erico-Pinetalia</i> , <i>Asplenion</i>	35.70%
Sciofilne/mezofilne	<i>Querco-Fagetea</i> , <i>Fagetalia</i> , <i>Carpinion betuli</i> , <i>Fagion</i>	24.50%
nitrofilne	<i>Epilobietea</i> , <i>Sambuco-Salicion capreae</i> , <i>Adenostylion</i> , <i>Chenopodietea</i>	4.90%
acidofilne	<i>Vaccinio-Piceetalia</i> , <i>Quercion roboris</i> , <i>Piceetalia</i> , <i>Genisto-Quercion</i>	5.60%
Livadske/travne	<i>Arrhenatheretalia</i> , <i>Molinietalia</i> , <i>Festuco-Brometea</i> , <i>Brometalia</i> , <i>Halacsyetalia</i> , <i>Seslerietalia</i> , <i>Trifolion medii</i>	29.40%

7.4.3.9. Poređenje zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 po istraživanim lokalitetima

U spektru životnih oblika i na Zlatiboru i na Pešteru dominiraju hemikriptofite, s tim da je njihovo učešće na Zlatiboru veće (62%:50%). Posle hemikriptofita, najbrojnije su fanerofite (drveće i žbunovi), čije je učešće veće na Pešteru (24%) nego na Zlatiboru (15%). Geofite imaju podjednako učešće i na Zlatiboru i na Pešteru (9%), dok su hamefite brojnije na Pešteru (17%). Terofite su zabeležene samo na Zlatiboru, gde u spektru životnih oblika učestvuju sa 2%.

Tabela 57: Spektar životnih oblika u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

Životni oblik	Zlatibor	Pešter
P scap	9%	17%
P caesp	6%	7%
Ch	12%	17%
H	62%	50%
G	9%	9%
T	2%	0%



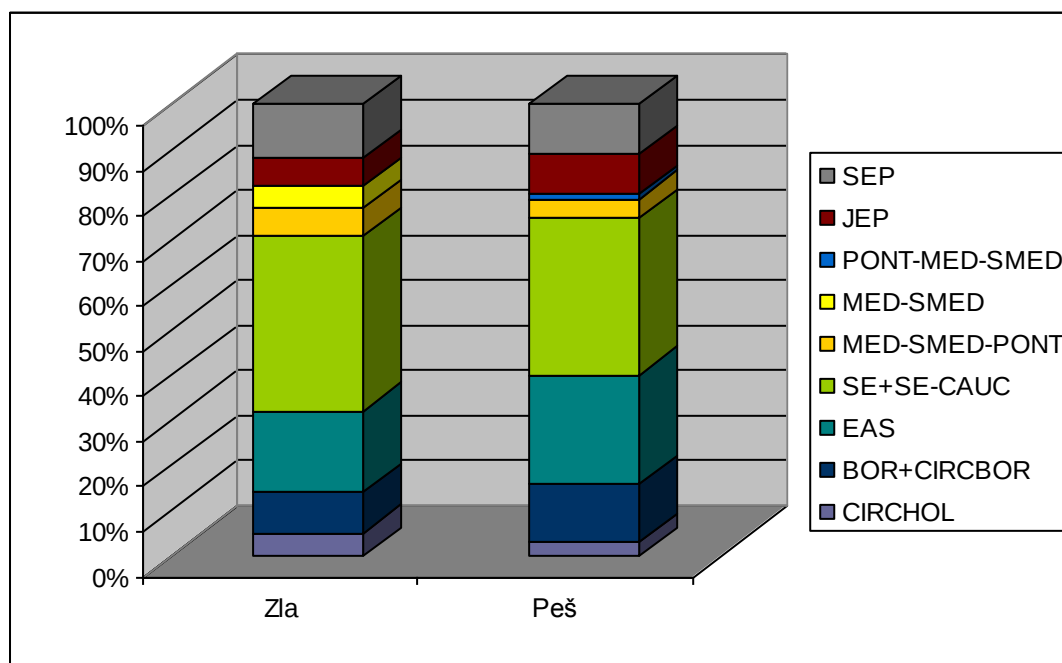
Grafikon 53: Spektar životnih oblika u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

U spektru areal tipova na oba lokaliteta dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip, koji je zastupljeniji na Zlatiboru nego na Pešteru (39%:35%). Vrste hladnijih predela (borealne, cirkumborealne i cirkumholarktičke) su zastupljenije na Pešteru, dok su vrste toplijih predela (mediteransko-submediteranske,

mediteransko-submediteransko-pontske i pontsko-mediteransko-submediteranske) brojnije na Zlatiboru.

Tabela 58: Spektar areal tipova u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

Areal tip	Zlatibor	Pešter
CIRCHOL	5%	3%
BOR+CIRCBOR	9%	13%
EAS	18%	24%
SE+SE-CAUC	39%	35%
MED-SMED-PONT	6%	4%
MED-SMED	5%	0%
PONT-MED-SMED	0%	1%
JEP	6%	9%
SEP	12%	11%

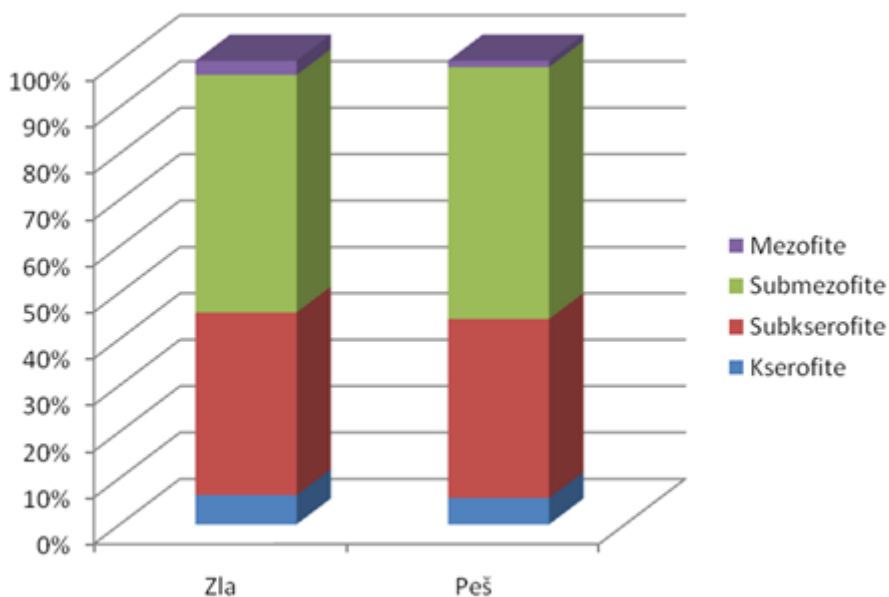


Grafikon 54: Spektar areal tipova u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

U odnosu prema vlažnosti na oba lokaliteta dominiraju submezofite, a sledeće po zastupljenosti su subkserofite. Biljke koje teže mezofilnim (mezofite i submezofite) su nešto brojnije na Pešteru (55.70%) nego na Zlatiboru (54.30%). Za oba lokaliteta je karakteristično da je zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 ksero-mezofilnog karaktera.

Tabela 59: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Zlatibor	Pešter
Kserofite	6.30%	5.70%
Subkserofite	39.40%	38.60%
Submezofite	51.20%	54.30%
Mezofite	3.10%	1.40%

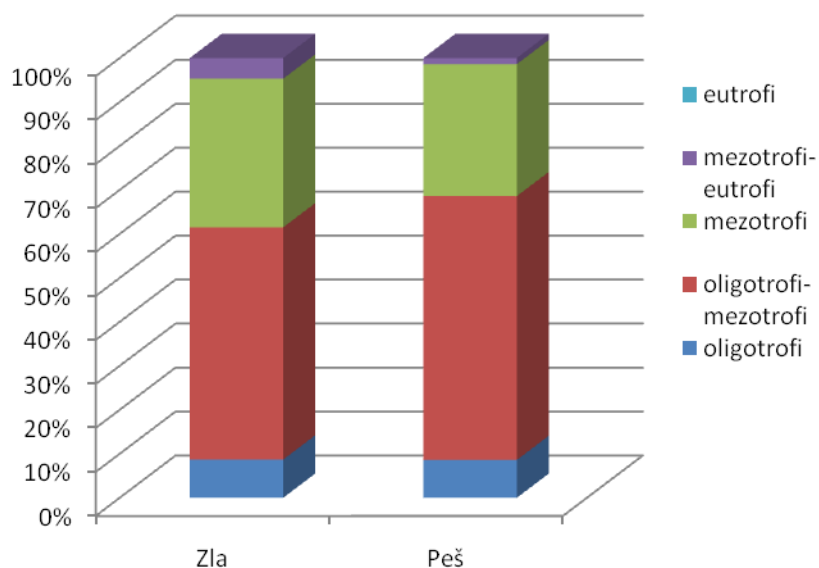


Grafikon 55: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

Na oba lokaliteta dominiraju biljke koje teže oligotrofnim (oligotrofi i oligotrofi-mezotrofi), čije učešće na Pešteru iznosi 68.60%, a na Zlatiboru 61.50%. Mezotrofi na Zlatiboru učestvuju sa 33.80%, a na Pešteru sa 30%. Mezotrofi-eutrofi imaju malu zastupljenost, dok eutrofi nisu zabeleženi.

Tabela 60: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Zlatibor	Pešter
Oligotrofi	8.70%	8.60%
Oligotrofi-mezotrofi	52.80%	60%
Mezotrofi	33.80%	30%
Mezotrofi-eutrofi	4.70%	1.40%
Eutrofi	0%	0%

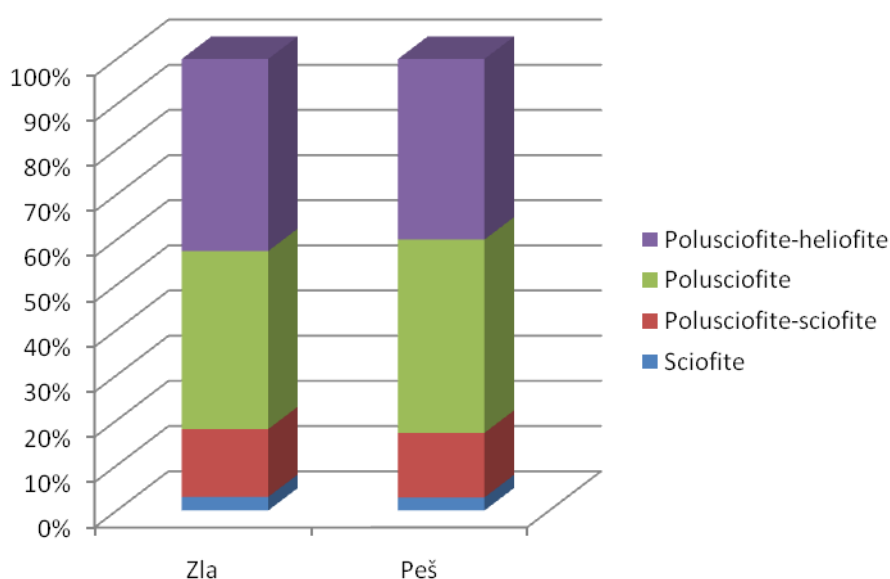


Grafikon 56: Odnos biljaka prema količini azota u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

U zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na Zlatiboru najbrojnije su polusciofite-heliofite (42.50%), a na Pešteru polusciofite (42.80%). Vrste koje teže sciofilnim (sciofite i polusciofite-sciofite) na Zlatiboru učestvuju sa 18%, a na Pešteru sa 17.20%.

Tabela 61: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

Ekološke grupe	Zlatibor	Pešter
Sciofite	3.00%	2.90%
Polusciofite-sciofite	15.00%	14.30%
Polusciofite	39.40%	42.80%
Polusciofite-heliofite	42.50%	40.00%
Heliofite	0%	0%

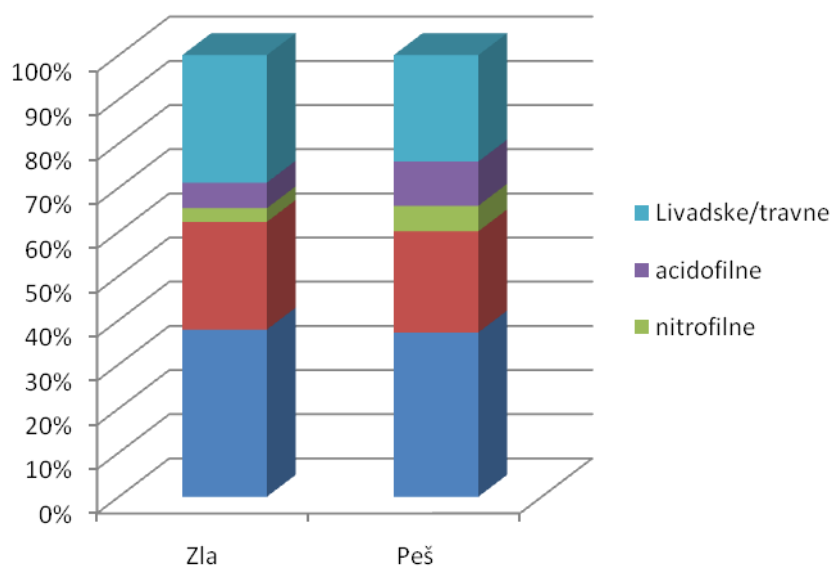


Grafikon 57: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

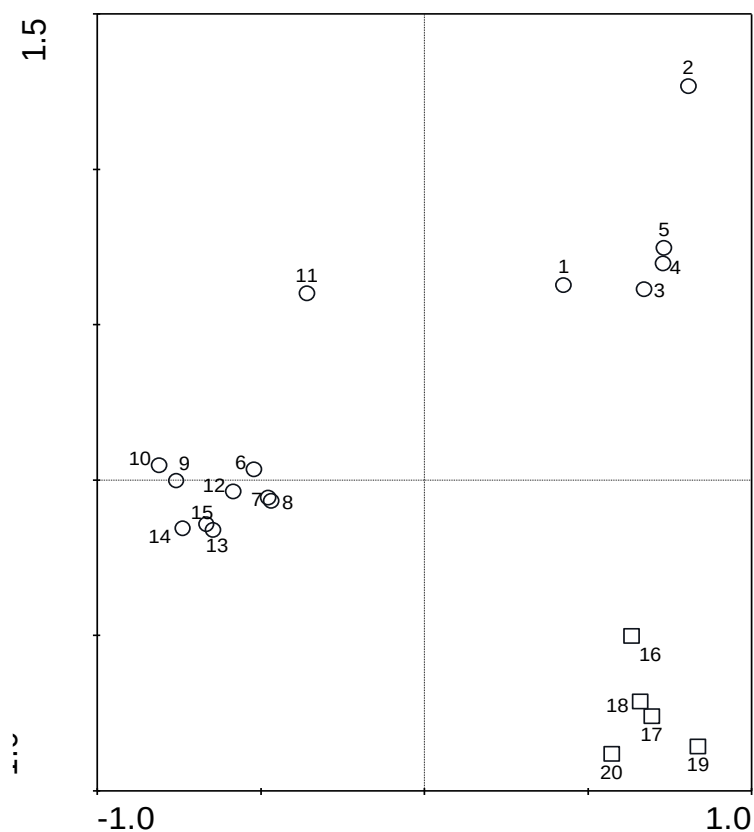
Na oba istraživana lokaliteta dominiraju biljke termofilnog i heliofilnog karaktera, čije učešće na Zlatiboru iznosi 37.90%, a na Pešteru 37.20%. Slede livadske (travne) vrste čije je učešće 28.90% na Zlatiboru, odnosno 24.10% na Pešteru. Grupa sciofita (mezofita) ima značajno prisustvo, koje iznosi 24.40% na Zlatiboru, a 22.90% na Pešteru. Acidofilne vrste beleže značajno prisustvo na Pešteru (10%), dok su dosta manje zastupljene na Zlatiboru (5.80%).

Tabela 62: Spektar cenološke pripadnosti biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima

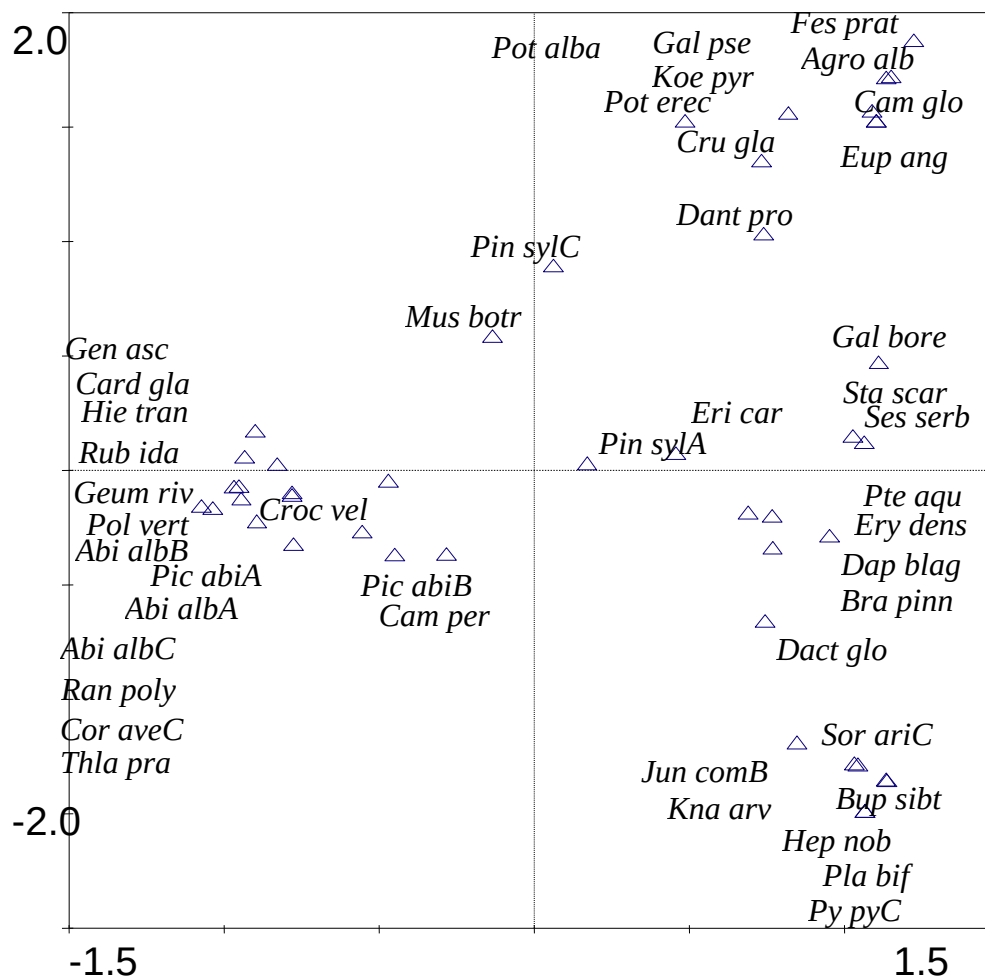
Ekološke grupe	Zlatibor	Pešter
Heliofilne/termofilne	37.90%	37.20%
Sciofilne/mezofilne	24.40%	22.90%
nitrofilne	3.10%	5.80%
acidofilne	5.80%	10%
Livadske/travne	28.90%	24.10%



Grafikon 58: Spektar cenološke pripadnosti biljaka u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima



Grafikon 59: CA ordinacijski biplot za prve dve ose florističkih podataka zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963; O- Zlatibor; □-Pešter



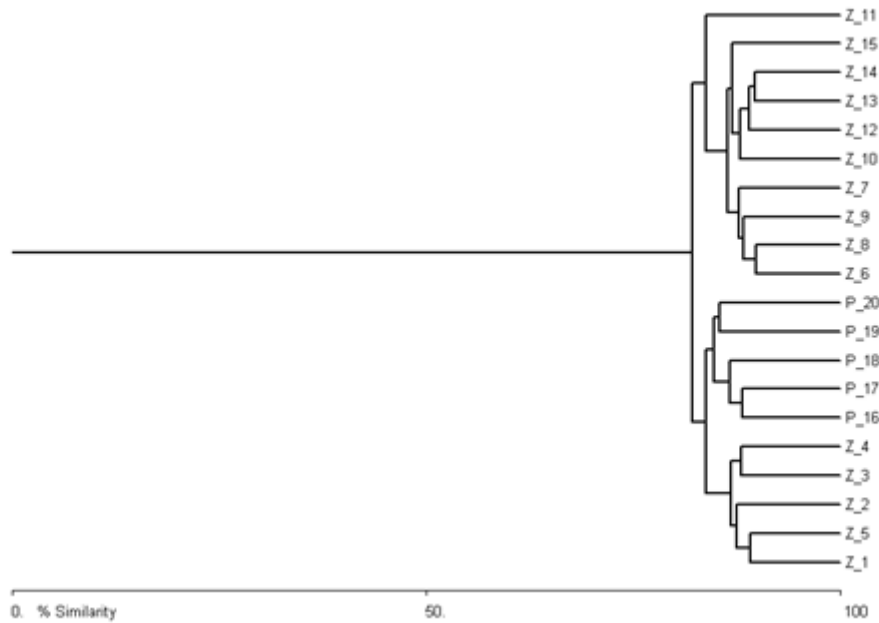
Grafikon 60: CA ordinacijski biplot za vrste u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 (fit range za vrste 35-100%, 45 vrsta)

Skraćenice za vrste: *Fes prat*-*Festuca pratensis*; *Gal pse*-*Galium pseudoaristatum*; *Koe pyr*-*Koeleria pyramidata*; *Pot alba*-*Potentilla alba*; *Pot errec*-*Potentilla erecta*; *Agro alb*-*Agrostis alba*; *Cru gla*-*Cruciata glabra*; *Eup ang*-*Euphorbia angustifolia*; *Cam glo*-*Campanula glomerata*; *Dant pro*-*Danthonia provincialis*; *Pin syl*-*Pinus sylvestris*; *Mus botr*-*Muscari botryioides*; *Gal bore*-*Galium boreale*; *Gen asc*-*Genista asclepiadea*; *Card gla*-*Cardamine glauca*; *Hie tran*-*Hieracium transsilvanicum*; *Rub ida*-*Rubus idaeus*; *Sta scar*-*Stachys scardica*; *Ses serb*-*Sesleria serbica*; *Eri car*-*Erica carnea*; *Geum riv*-*Geum rivale*; *Pte aqu*-*Pteridium aquilinum*; *Croc vel*-*Crocus veluchensis*; *Thla pra*-*Thlaspi praecox*; *Abi alb*-*Abies alba*; *Pic abi*-*Picea abies*; *Cam per*-*Campanula persicifolia*; *Ran poly*-*Ranunculus polyanthemus*; *Cor ave*-*Corylus avellana*; *Pol vert*-*Polygonatum verticillatum*; *Dap blag*-*Daphne blagayana*; *Ery dens*-*Erythronium dens-canis*; *Bra pinn*-*Brachypodium pinnatum*; *Dact glo*-*Dactylus glomerata*; *Sor ari*-*Sorbus aria*; *Kna arv*-*Knautia arvensis*; *Jun com*-*Juniperus communis*; *Bup sibt*-*Bupleurum sibthorpianum*; *Pla bif*-*Platanthera bifolia*; *Hep nob*-*Hepatica nobilis*; *Py py*-*Pyrus pyraeaster* (Veliko slovo na kraju skraćenice označava: A-sprat drveća, B-sprat žbunja, C-sprat prizemne flore)

Tabela 63: Statistika za CA ordinaciju zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Ose (Axes)	1	2	3	4	Totalna inercija (Total inertia)
Sopstvena vrednost (Eigenvalues)	0.425	0.317	0.265	0.205	2.805
Kumulativni procenat varijanse vrsnih podataka (Cumulative percentage variance of species data)	15.2	26.5	35.9	43.2	

Duž negativnog kraka prve ose smešteni su fitocenološki snimci sa Zlatibora, koji su uzeti na većim nadmorskim visinama, pa zato u okviru njih nalazimo dosta vrsta vezanih za bukovo-jelove i smrčeve šume: *Polygonatum verticillatum* (L.) All., *Picea abies* (L.) Karst., *Abies alba* Mill., *Hieracium transsilvanicum* Heuff. i dr. Uz gornji deo pozitivnog kraka prve ose, gde su skoncentrisani fitocenološki snimci sa Zlatibora, ali sa manjih nadmorskih visina, nalazimo kserofilnije vrste koje su više vezane za borove šume: *Campanula glomerata* L., *Potentilla alba* L., *Danthonia provincialis* Lam. et DC., *Koeleria pyramidata* (Lam.) Beauv. Sa donjim delom pozitivnog kraka prve ose koreliraju fitocenološki snimci sa Peštera, koji se po svom florističkom sastavu značajno razlikuju od šume belog bora koja se nalazi na Zlatiboru, na većim nadmorskim visinama. Kao izdvojene vrste mogu se označiti *Bupleurum sibthorpianum* S.S., *Platanthera bifolia* (L.) L.M.C. Rchb., *Hepatica nobilis* Schreber, *Pyrus pyraeaster* Burgsd. i dr.



Grafikon 61: Dendrogram florističkog sastava zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 na istraživanim lokalitetima (Z-Zlatibor, P-Pešter)

Klaster analiza florističkog sastava zajednice belog bora je pokazala da postoje tri osnovne grupe koje se jasno razdvajaju. Prvu grupu predstavljaju fitocenološki snimci uzeti na Zlatiboru na većim nadmorskim visinama, drugu snimci sa Zlatibora, ali sa manjih nadmorskih visina i treća grupa su fitocenološki snimci sa Peštera. Snimcima sa Peštera se, po florističkom sastavu, približavaju snimci sa Zlatibora uzeti na manjim nadmorskim visinama (Z-1, 2, 3, 4, 5). Šume belog bora većih nadmorskih visina na Zlatiboru imaju veće učešće vrsta bukovo-jelovih i smrčevih šuma nego šume belog bora manjih nadmorskih visina, pa su one grupisane na drugom kraju dendrograma.



Slika 14: Zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 (Zlatibor)

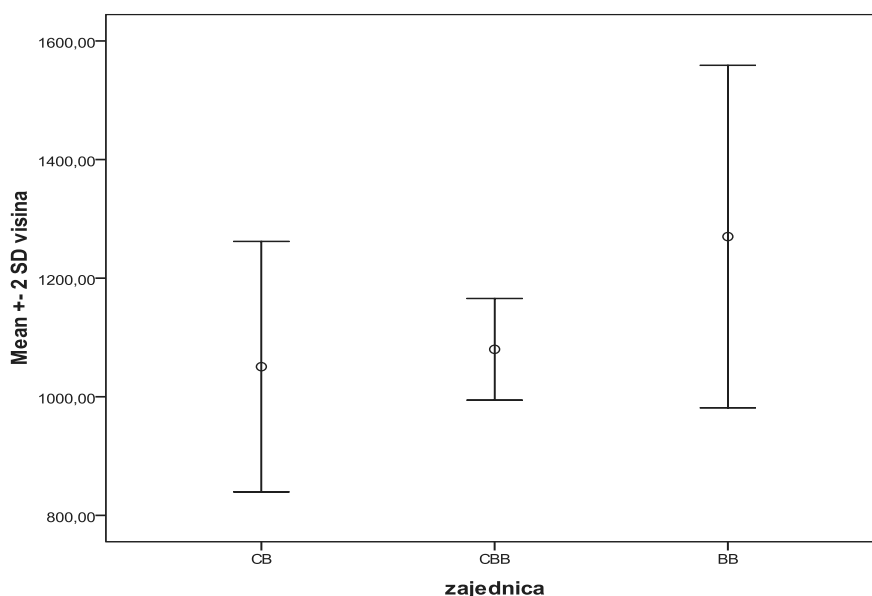


Slika 15: Zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 (Pešter)

7.4.4. POREĐENJE ISTRAŽIVANIH ZAJEDNICA

7.4.4.1. Orografske i strukturne karakteristike istraživanih zajednica

Statističkom analizom je utvrđena korelacija između tipa zajednice i nadmorske visine. Analiza odnosa nadmorskih visina istraživanih zajednica pokazuje da je najniža ogledna površina registrovana u šumi crnog bora (900 m), a najviša u zajednici belog bora (1462 m). Najveći raspon variranja nadmorskih visina ima zajednica belog bora. Prosečna nadmorska visina na kojoj se javlja šuma crnog bora iznosi 1050 m, šuma belog i crnog bora 1081 m, a šuma belog bora 1270 m. Analizom je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika u nadmorskim visinama između šume crnog i šume crnog i belog bora, dok statistički značajna razlika postoji između šume crnog i šume belog bora, kao i šume belog i crnog i šume belog bora.

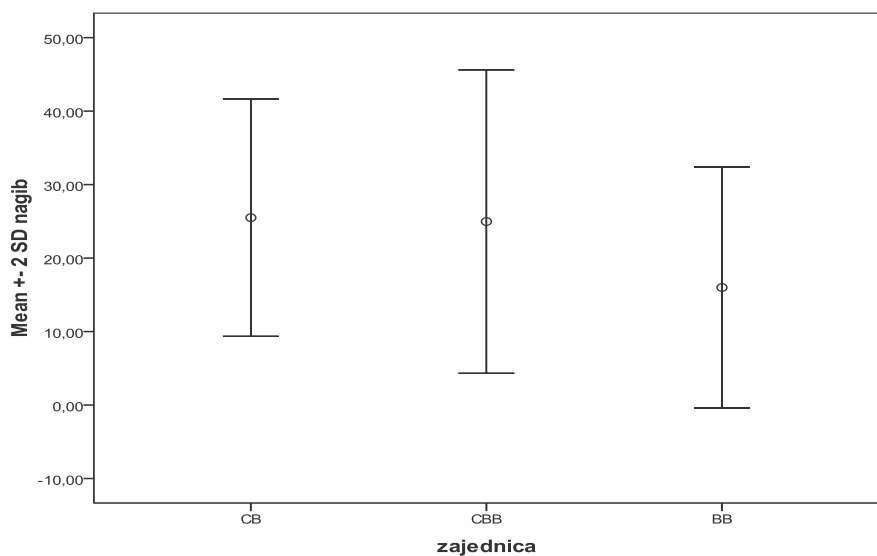


Grafikon 62: Odnosi srednjih vrednosti i standardna devijacija nadmorskih visina istraživanih zajednica; u daljem tekstu: CB (šuma crnog bora- *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957), CBB (šuma belog i crnog bora- *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951), BB (šuma belog bora- *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963)

Tabela 64: Statistički značajna razlika nadmorskih visina po Tuckey-u, Scheffe-u i LSD-u, $F=35.241$ (statistički značajne razlike su prikazane boldovanim slovima)

Tuckey	CB	CBB	BB
CB	-		
CBB	29,27500	-	
BB	219,37500*	190,10000*	-
Scheffe			
CB	-		
CBB	29,27500	-	
BB	219,37500*	190,10000*	-
LSD			
CB	-		
CBB	29,27500	-	
BB	219,37500*	190,10000*	-

Statističkom analizom je utvrđena i korelacija između zajednice i nagiba. I ovde šuma crnog i šuma crnog i belog bora pokazuju slične vrednosti. U šumi crnog bora prosečan nagib iznosi 26° , u šumi belog i crnog bora 25° , a u šumi belog bora 16° . Analizom je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika u nagibu između šume crnog i šume belog i crnog bora, dok statistički značajna razlika postoji između šume crnog i belog bora, kao i šume belog i crnog i šume belog bora.



Grafikon 63: Odnosi srednjih vrednosti i standardna devijacija nagiba istraživanih zajednica

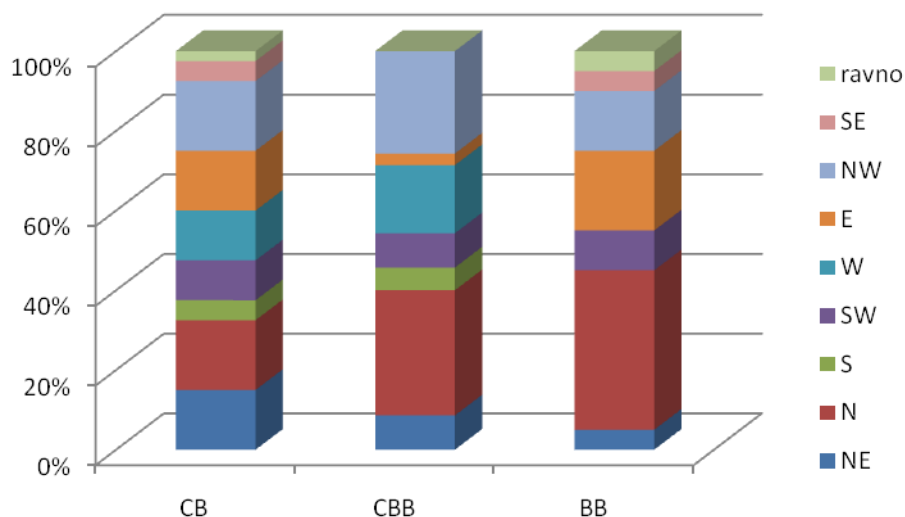
Tabela 65: Statistički značajna razlika nagiba po Tuckey-u, Scheffe-u i LSD-u, F=8.390 (statistički značajne razlike su prikazane boldovanim slovima)

Tuckey	CB	CBB	BB
CB	-		
CBB	-,52857	-	
BB	-9,50000*	-8,97143*	-
Scheffe			
CB	-		
CBB	-,52857	-	
BB	-9,50000*	-8,97143*	-
LSD			
CB	-		
CBB	-,52857	-	
BB	-9,50000*	-8,97143*	-

Za sve tri zajednice je karakteristično da češće zauzimaju zaklonjene ekspozicije (N,E,NW,NE), ali su zabeležene i na toplijim (S,W,SW,SE). Zajednica belog bora nije zabeležena na toplim, južnim i zapadnim ekspozicijama, dok hladnije ekspozicije zauzima u 85% slučajeva.

Tabela 66: Odnosi istraživanih zajednica prema ekspozicijama

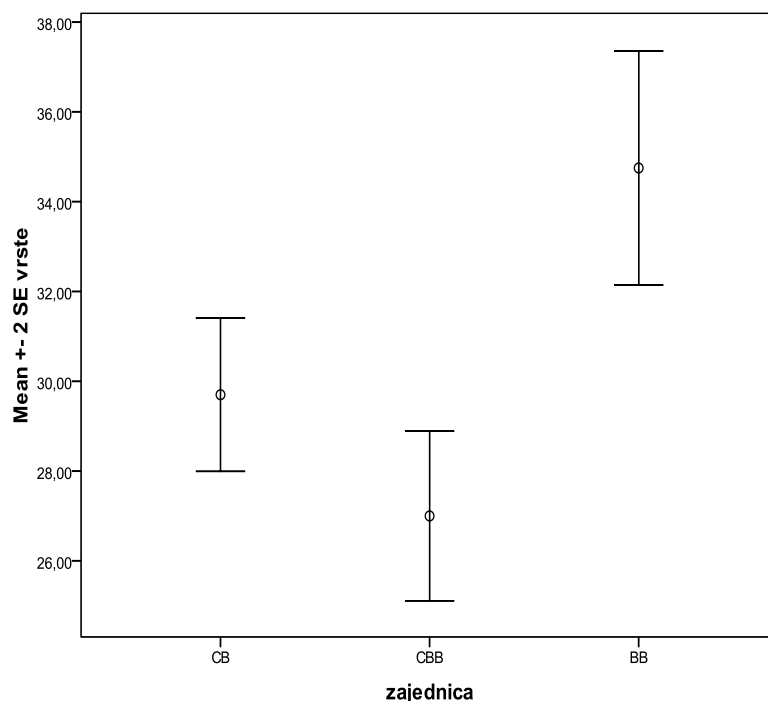
ekspozicija	CB	CBB	BB
S,W,SW,SE	33.00%	31.00%	15.00%
N,E,NW,NE	65.00%	69.00%	85.00%



Grafikon 64: Odnosi istraživanih zajednica prema ekspozicijama

Analiza odnosa broja vrsta po fitocenološkim snimcima pokazuje da je prosečan broj vrsta po snimku u zajednici crnog bora 29.7, u zajednici belog i crnog bora 27 a u zajednici belog bora 33.5. Analizom je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika u broju vrsta po fitocenološkim snimcima između zajednice crnog i zajednice

crnog i belog bora (po Tuckey-u i Scheffe-u), dok statistički značajna razlika postoji između zajednice crnog i belog bora, kao i zajednice belog i crnog i zajednice belog bora.



Grafikon 65: Odnos broja vrsta po fitocenološkim snimcima u istraživanim zajednicama

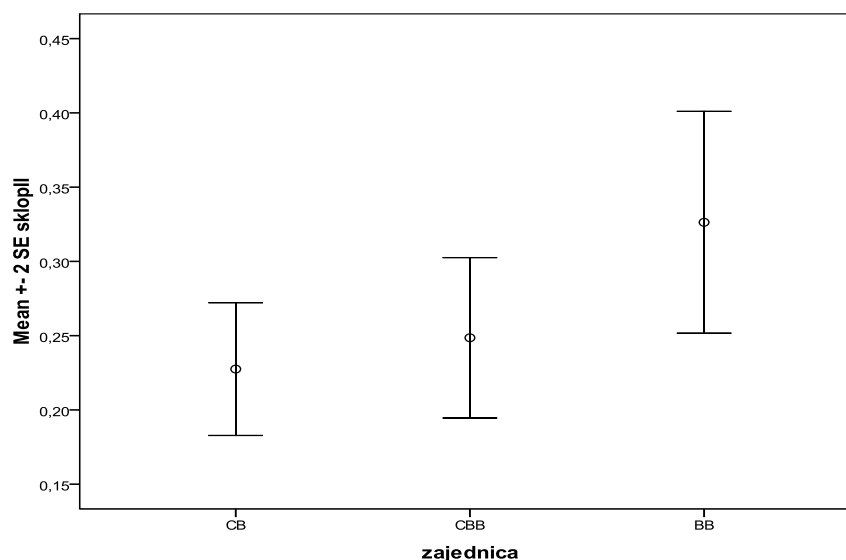
Tabela 67: Statistički značajna razlika u broju vrsta po fitocenološkim snimcima u istraživanim zajednicama po Tuckey-u, Scheffe-u i LSD-u. $F=12.644$ (statistički značajne razlike su prikazane boldovanim slovima)

Tuckey	CB	CBB	BB
CB	-		
CBB	-2,70000	-	
BB	5,05000*	7,75000*	-
Scheffe			
CB	-		
CBB	-2,70000	-	
BB	5,05000*	7,75000*	-
LSD			
CB	-		
CBB	-2,70000*	-	
BB	5,05000*	7,75000*	-

Analiza je pokazala da ne postoji statistički značajna razlika u sklopu sprata drveća, kao ni u pokrovnosti prizemne flore između ispitivanih zajednica. Statistički značajna razlika postoji u sklopu sprata žbunja između šume crnog i šume belog bora (LSD test).

Tabela 68: Prosečan sklop i prosečna pokrovnost istraživanih zajednica

zajednica	sklop I sprata	sklop II sprata	pokrovnost
<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	0.63	0.23	0.96
<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	0.61	0.26	0.96
<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963	0.61	0.32	0.92



Grafikon 66: Odnos sklopa sprata žbunja i zajednice

Tabela 69: Statistički značajna razlika u sklopu sprata žbunja u istraživanim zajednicama po Tuckey-u, Scheffe-u i LSD-u, $F=2.258$ (statistički značajne razlike su prikazane boldovanim slovima)

Tuckey	CB	CBB	BB
CB	-		
CBB	-,02107	-	
BB	-,09882	-,07774	-
Scheffe			
CB	-		
CBB	-,02107	-	
BB	-,09882	-,07774	-
LSD			
CB			
CBB	-,02107		
BB	-,09882*	-,07774	

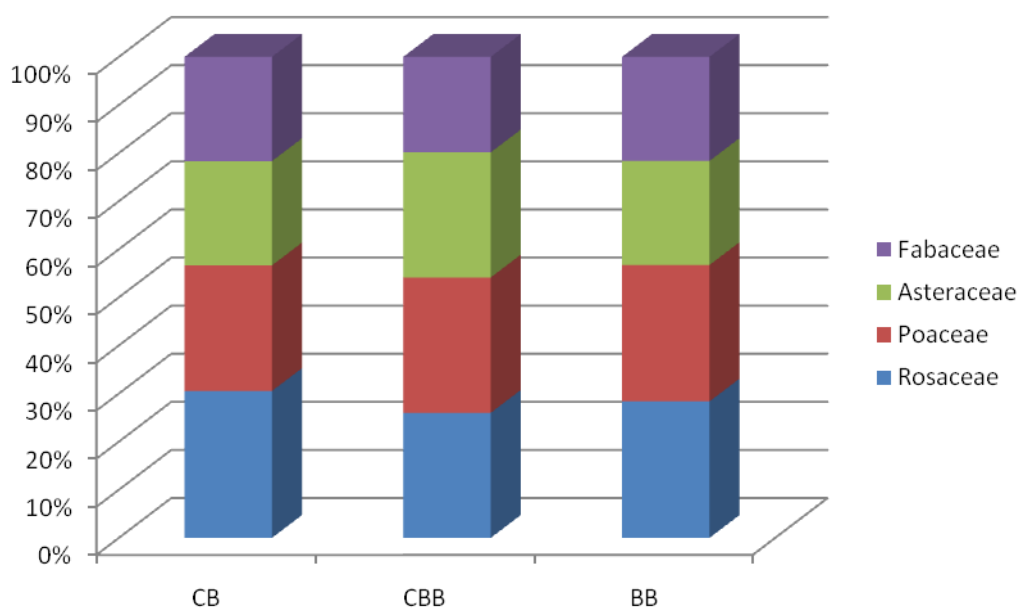
7.4.4.2. Filogenetski spektar

Analizom filogenetskog spektra utvrđeno je da u svim zajednicama dominiraju biljne vrste iz četiri familije: *Rosaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae* i *Fabaceae*. U zajednici

Erico-Pinetum nigrae Krause 1957 najzastupljenija je familija *Rosaceae*, u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 familija *Poaceae*, dok su u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 podjednako prisutne familije *Rosaceae* i *Poaceae*. Iako je prisustvo pojedinih familija različito u istraživanim zajednicama, te razlike nisu toliko značajne, tako da možemo reći da ove četiri familije imaju prilično ujednačeno prisustvo u navedenim fitocenozama.

Tabela 70: Učešće pojedinih familija u zajednicama istraživanog područja

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
<i>Rosaceae</i>	12.40%	11%	11.80%
<i>Poaceae</i>	10.60%	11.90%	11.80%
<i>Asteraceae</i>	8.80%	11%	9%
<i>Fabaceae</i>	8.80%	8.40%	9%



Grafikon 67: Učešće pojedinih familija u zajednicama istraživanog područja

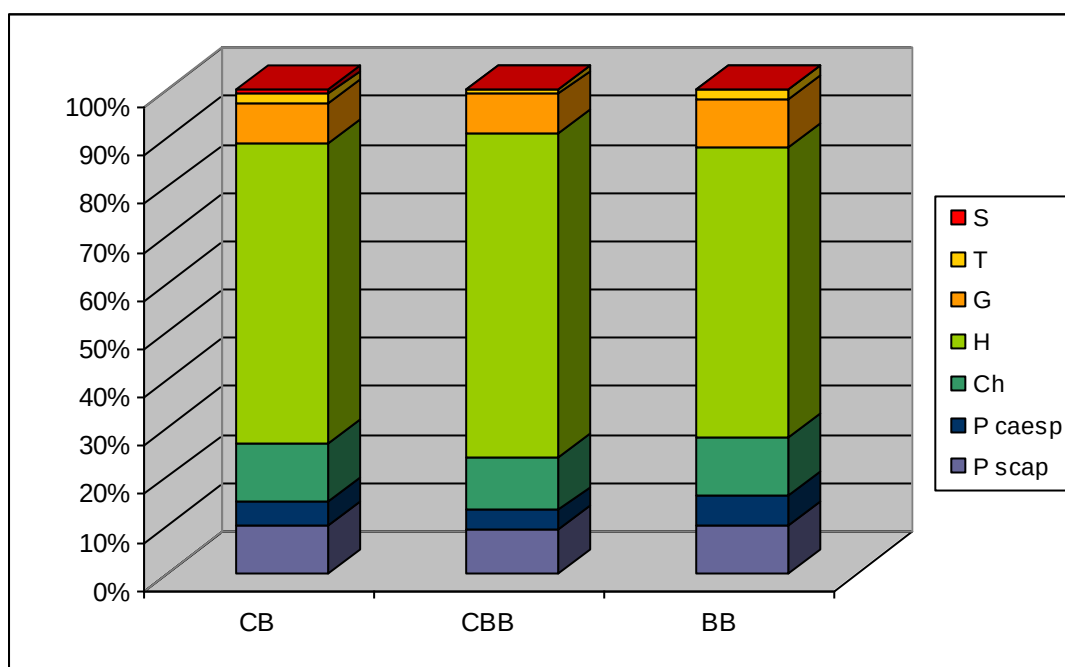
7.4.4.3. Spektar životnih oblika

Spektar životnih oblika pokazuje da između istraživanih zajednica nema značajnih razlika u pogledu prisustva pojedinih životnih oblika. Sve tri istraživane zajednice imaju najveće prisustvo hemikriptofita, što je i očekivano za naše podneblje. Sledeća je grupa hamefita, koja u sve tri zajednice učestvuje sa 11%-12%. Geofite su

najzastupljenije u šumi belog bora (10%). Terofite i povijuše imaju neznatnu zastupljenost.

Tabela 71: Spektar životnih oblika u zajednicama istraživanog područja

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
P scap	10%	9%	10%
P caesp	5%	4%	6%
Ch	12%	11%	12%
H	62%	67%	60%
G	8%	8%	10%
T	2%	1%	2%
S	1%	0%	0%



Grafikon 68: Spektar životnih oblika u zajednicama istraživanog područja

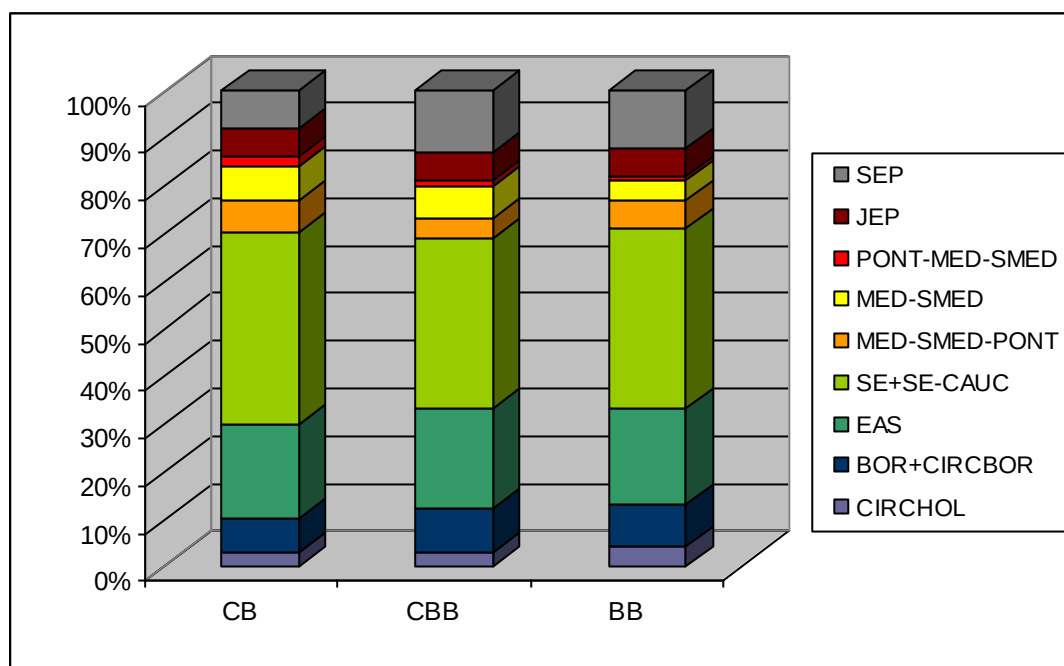
7.4.4.4. Spektar areal tipova

U spektru areal tipova u svim zajednicama dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski florni element. Mediteransko-submediteranski, mediteransko-submediteransko-pontski i pontsko-mediteransko-submediteranski areal tipovi su najzastupljeniji u šumi crnog bora.. Vrste šire ekološke amplitude evroazijskog areal tipa su najzastupljenije u šumi belog i crnog bora. Vrste hladnijih predela (borealne, cirkumborealne i cirkumholarktičke) su najbrojnije u šumi belog bora (*Erico-*

Pinetum sylvestris Stefanović 1963), a najmanje ih ima u šumi crnog bora (*Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957). Prisustvo južноеvropsko-planinskog areal tipa je identično u svim zajednicama, dok su vrste srednjееvropsko- planinskog areal tipa najbrojnije u šumi belog i crnog bora.

Tabela 72: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednicama istraživanog područja

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
CIRCHOL	3%	3%	4%
BOR+CIRCBOR	7%	9%	9%
EAS	20%	21%	20%
SE+SE-CAUC	40%	36%	38%
MED-SMED-PONT	7%	4%	6%
MED-SMED	7%	7%	4%
PONT-MED-SMED	2%	1%	1%
JEP	6%	6%	6%
SEP	8%	13%	12%



Grafikon 69: Spektar osnovnih horoloških grupa u zajednicama istraživanog područja

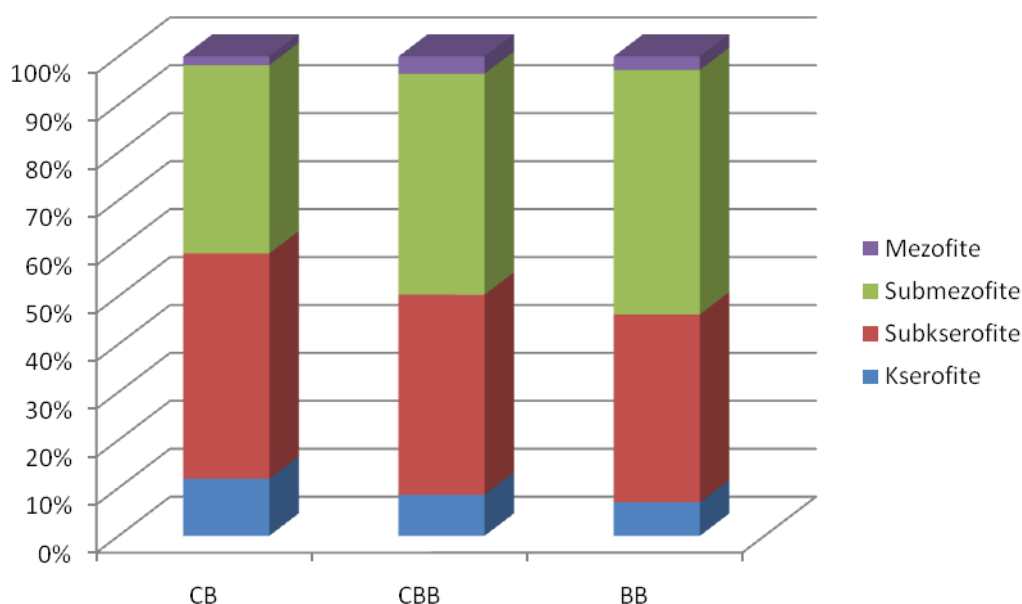
7.4.4.5. Odnos biljaka prema vlažnosti

U zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 dominiraju vrste koje teže kserofilnim (kserofite i subkserofite) sa 58.9%, dok u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris*

Stefanović 1963 najveću brojnost imaju vrste koje teže mezofilnim (mezofite i submezofite) sa 53.8%. U zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 je gotovo podjednako učešće vrsta koje teže kserofilnim i mezofilnim (50.3%:49.7%).

Tabela 73: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednicama istraživanog područja

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
Kserofite	11.90%	8.60%	7.00%
Subkserofite	47.00%	41.70%	39.20%
Submezofite	39.30%	46.10%	51.00%
Mezofite	1.80%	3.60%	2.80%



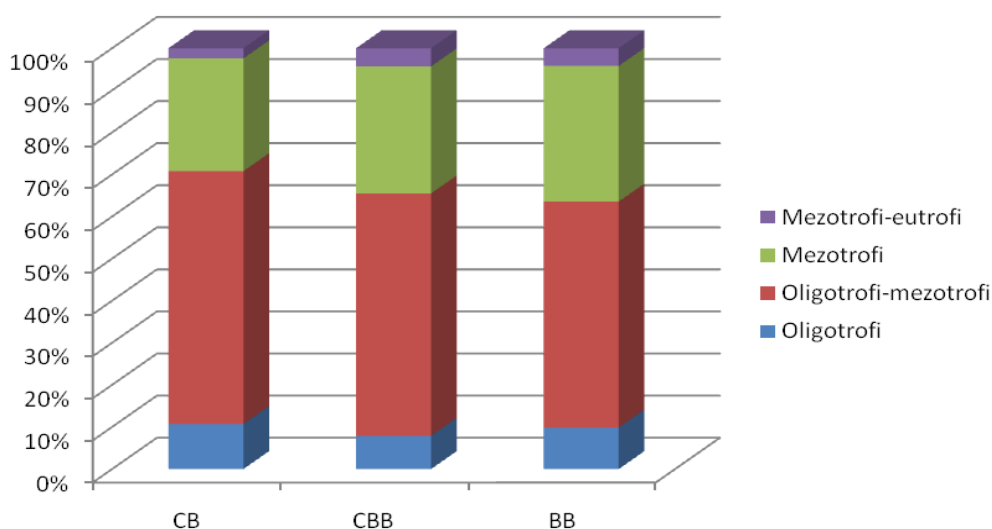
Grafikon 70: Odnos biljaka prema vlažnosti u zajednicama istraživanog područja

7.4.4.6. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu

Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu pokazuje da u svim istraživanim zajednicama dominiraju oligotrofi-mezotrofi. Mezotrofa i mezotrofa-eutrofa ima najviše u šumi belog bora, nešto manje u šumi belog i crnog bora a najmanje u šumi crnog bora, što govori da zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 egzistira u nešto povoljnijim edafskim uslovima u poređenju sa druge dve zajednice.

Tabela 74: Odnos biljaka prema količini azota u zajednicama istraživnog područja

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
Oligotrofi	10.70%	7.90%	9.90%
Oligotrofi-mezotrofi	60.10%	57.60%	53.80%
Mezotrofi	26.80%	30.20%	32.30%
Mezotrofi-eutrofi	2.40%	4.30%	4.20%
Eutrofi	0%	0%	0%



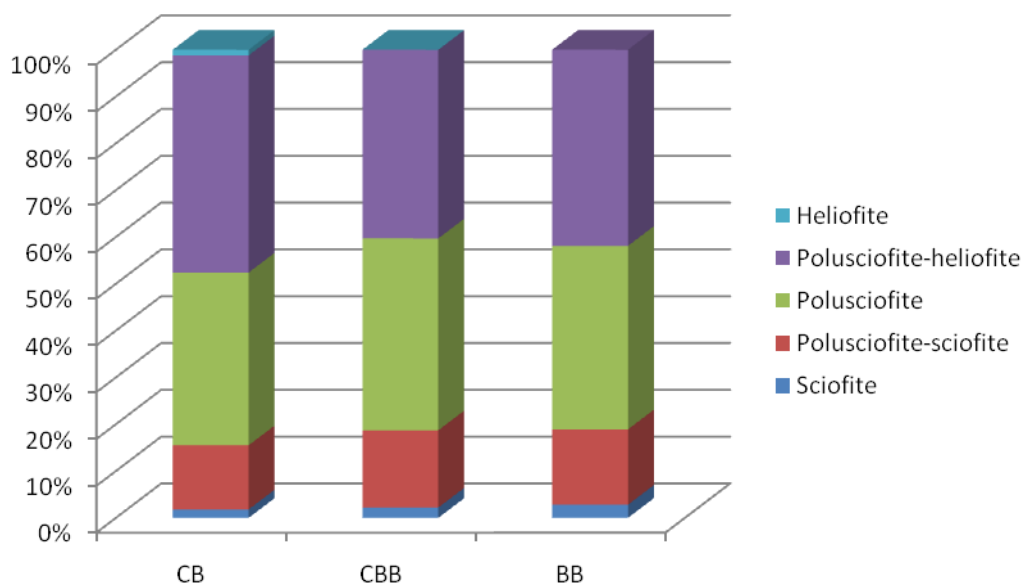
Grafikon 71: Odnos biljaka prema količini azota u zajednicama istraživnog područja

7.4.4.7. Odnos biljaka prema svetlosti

U odnosu biljaka prema svetlosti, sve zajednice pokazuju slične karakteristike. Ipak, može se zaključiti da zajednica *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 u poređenju sa zajednicom *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 ima više sciofita i polusciofita, a manje vrsta koje teže heliofilnim (heliofite i polusciofite-heliofite).

Tabela 75: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednicama istraživnog područja

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
Sciofite	1.80%	2.20%	2.80%
Polusciofite-sciofite	13.70%	16.50%	16.10%
Polusciofite	36.90%	41%	39.20%
Polusciofite-heliofite	46.40%	40.30%	41.90%
Heliofite	1.20%	0%	0%



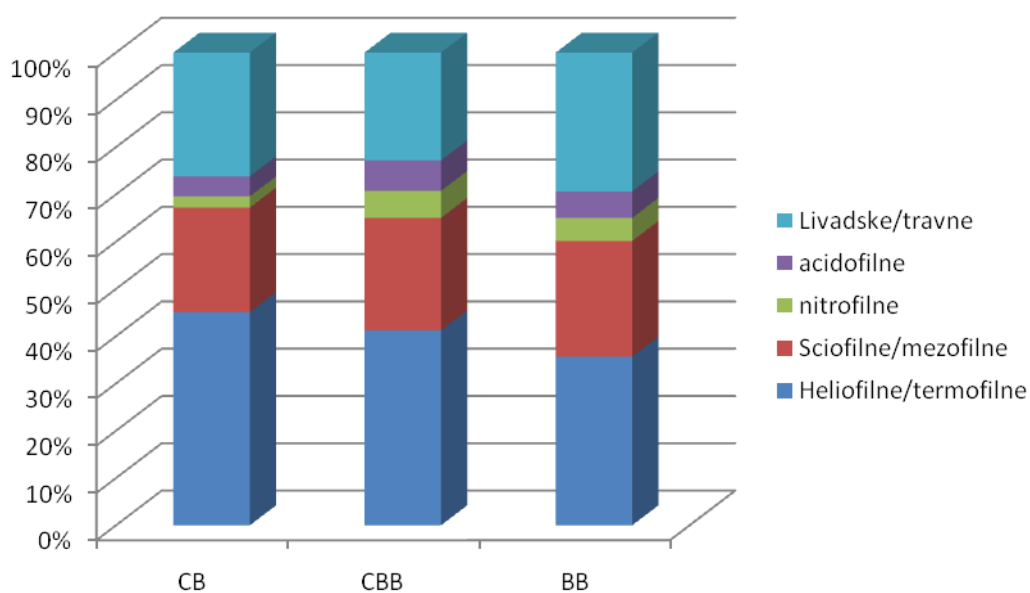
Grafikon 72: Odnos biljaka prema svetlosti u zajednicama istraživanog područja

7.4.4.8. Spektar cenološke karakterističnosti

U spektru sintaksonomske pripadnosti uočavaju se značajne razlike između šume crnog i šume belog bora. U šumi crnog bora dominiraju heliofilne (termofilne) vrste, kao i u šumi belog bora, s tim da je njihovo prisustvo u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 veće gotovo za 10% nego u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963. Kada su u pitanju sciofilne (mezofilne) vrste, njihovo prisustvo je najveće u šumi belog a najmanje u šumi crnog bora. Šuma belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951) se po broju mezofilnih i termofilnih vrsta nalazi između šume crnog i šume belog bora. Livadske vrste takođe imaju značajan udeo u spektru cenološke pripadnosti, a njihovo prisustvo je najveće u šumi belog bora. Nitrofilne vrste u svim zajednicama imaju najmanje prisustvo, dok je nešto više acidofilnih vrsta. Acidofilne vrste su brojnije u šumi belog i crnog bora nego u šumi crnog bora (6.40%:4.20%), što potvrđuje zapažanje da se šume belog i crnog bora po florističkom sastavu donekle razlikuju od čistih šuma crnog bora i po tome što se u njima pojavljuju neki frigorifilniji i acidofilniji elementi sa većih nadmorskih visina (Tomić i Rakonjac, 2013).

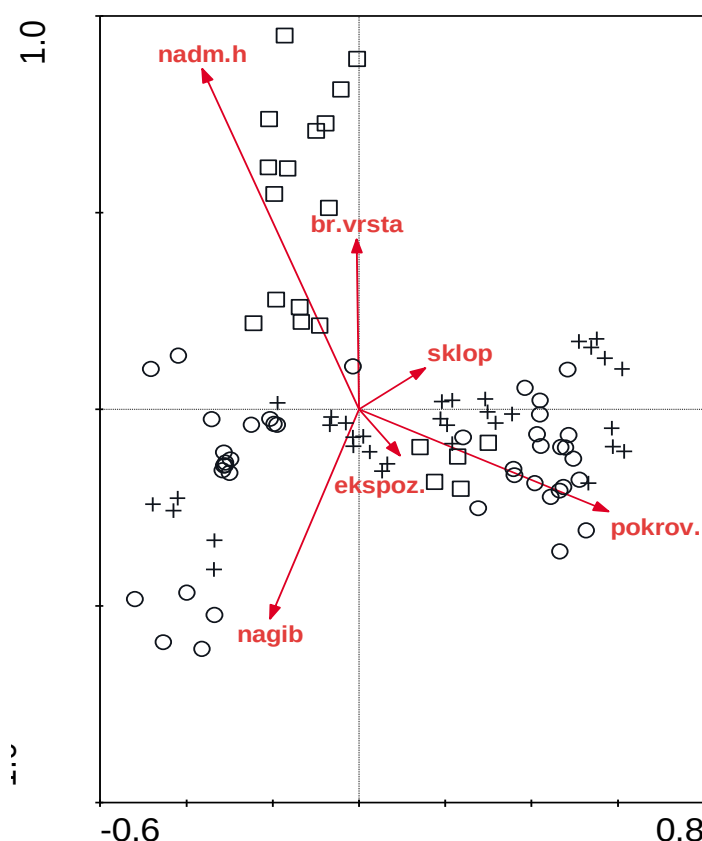
Tabela 76: Spektar cenološke pripadnosti biljaka u zajednicama istraživnog područja

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
Heliofilne/termofilne	45.10%	41.00%	35.70%
Sciofilne/mezofilne	22.10%	23.70%	24.50%
nitrofilne	2.40%	5.70%	4.90%
acidofilne	4.20%	6.40%	5.60%
Livadske/travne	26.20%	22.70%	29.40%



Grafikon 73: Spektar cenološke pripadnosti biljaka u zajednicama istraživnog područja

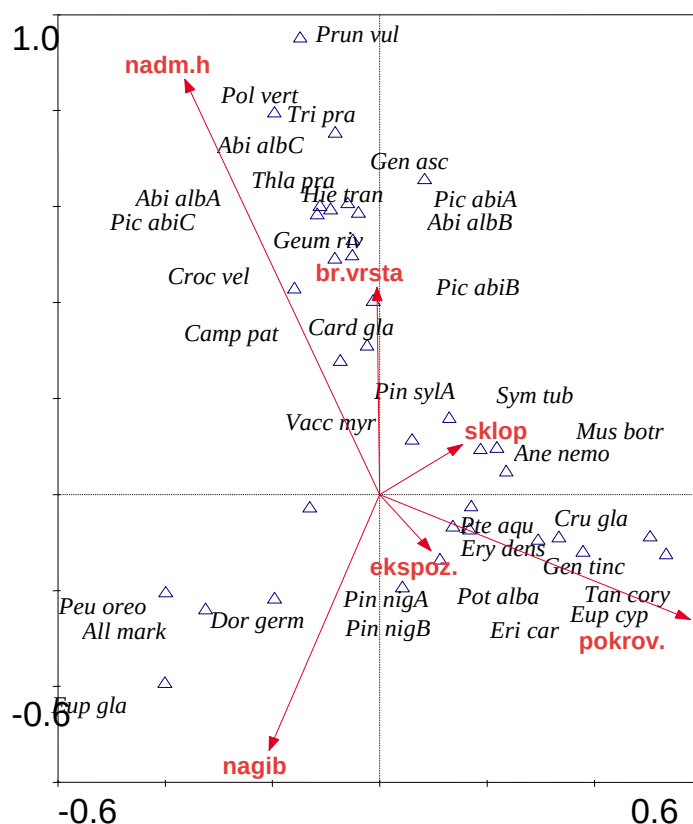
7.4.4.9. CCA analiza ekološko-vegetacijskih podataka istraživanih zajednica



Grafikon 74: CCA ordinacijski biplot prve dve ose za fitocenološke snimke (O - *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957, +- *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951, □- *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963)

Za CCA analizu u okviru rada korišćene su orografske varijable (nadmorska visina, nagib, ekspozicija), strukturne varijable (sklop sprata drveća, pokrovnost prizemne flore i broj vrsta po fitocenološkom snimku), kao i podaci o vrstama (floristički podaci). Sa prvom osom pozitivnu korelaciju imaju sklop, ekspozicija i pokrovnost prizemne flore. Sa drugom osom pozitivno koreliraju nadmorska visina i broj vrsta po fitocenološkom snimku, a negativnu korelaciju ima nagib. Na grafiku je uočljivo da se šuma belog bora nalazi na većim nadmorskim visinama i da ima veći broj vrsta po fitocenološkom snimku, dok ostali parametri imaju veću korelaciju sa šumama crnog i šumama belog i crnog bora. 5 fitocenoloških snimaka koji pripadaju šumi belog bora negativno koreliraju sa nadmorskom visinom i to su snimci koji su uzeti na manjim

nadmorskim visinama, pa se po svom florističkom sastavu približavaju šumi crnog i šumi belog i crnog bora. Sa nagibom korelaciju imaju fitocenološki snimci urađeni u šumi crnog i šumi belog i crnog bora na Kopaoniku. Sa sklopom korelaciju nema nijedna istraživana šuma, što je očekivano s obzirom da sve tri zajednice imaju gotovo identične vrednosti ovog parametra. Uočljivo je da se šume belog bora sa većih nadmorskih visina jasno odvajaju na grafiku, dok šume crnog i šume belog i crnog bora ne možemo jasno razdvojiti, što znači da varijable koje su korišćene ne mogu u potpunosti da objasne razliku u florističkom sastavu i stanišnim uslovima između navedenih zajednica.



Grafikon 75: CCA ordinacijski biplot prve dve ose za vrste (fit range za vrste 20-100%, 36 vrsta)

Skraćenice za vrste: *Prun vul*-*Prunella vulgaris*; *Pol vert*-*Polygonatum verticillatum*; *Tri pra*-*Trifolium pratense*; *Abi alb*-*Abies alba*; *Thla pra*-*Thlaspi praecox*; *Hie tran*-*Hieracium transsilvanicum*; *Pic abi*-*Picea abies*; *Geum riv*-*Geum rivale*; *Croc vel*-*Crocus veluchensis*; *Card gla*-*Cardamine glauca*; *Camp pat*-*Campanula patula*; *Pin syl*-*Pinus sylvestris*; *Sym tub*-*Symphytum tuberosum*; *Vacc myr*-*Vaccinium myrtillus*; *Mus botr*-*Muscari botryoides*; *Ane nemo*-*Anemone nemorosa*; *Cru gla*-*Cruciata glabra*; *Pte aqu*-*Pteridium aquilinum*; *Ery dens*-*Erythronium dens-canis*; *Gen tinc*-*Genista tinctoria*; *Peu oreo*-*Peucedanum oreoselinum*; *Pin nig*-*Pinus nigra*; *Pot alba*-*Potentilla alba*; *Tan cory*-*Tanacetum corymbosum*; *All mark*-*Allyssum markgrafii*; *Dor germ*-*Dorycnium germanicum*; *Eri car*-*Erica carnea*; *Eup cyp*-*Euphorbia cyparissias*; *Eup gla*-*Euphorbia glabriflora*. (Veliko slovo na kraju skraćenice označava: A-sprat drveća, B-sprat žbunja, C-sprat prizemne flore).

Veća nadmorska visina je uticala da se u šumi belog bora pojave vrste koje su vezane za smrčeve ili bukovo-jelove šume i vrste koje su mezofilnog karaktera: *Polygonatum verticillatum* (L.) All., *Abies alba* Mill., *Picea abies* (L.) Karst., *Geum rivale* L., *Cardamine glauca* DC., *Gentiana asclepiadea* Mikan ex Pohl. i dr. Veći nagib u šumi crnog bora, kao i u šumi belog i crnog bora uslovio je pojavu kserofilnih vrsta koje su prilagođene na nepovoljne uslove života: *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, *Allyssum markgrafii* O.E.Schulz., *Euphorbia glabriflora* Vis., *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *germanicum* (Grem.) Gams & Hegi. Sa pokrovnošću pozitivnu korelaciju imaju *Erica carnea* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Potentilla alba* L. i dr.

Tabela 77: Statistika za CCA ordinaciju

Ose (Axes)	1	2	3	4	Totalna inercija (Total inertia)
Sopstvena vrednost (Eigenvalues)	0.214	0.183	0.105	0.059	3.849
Kumulativni procenat varijanse vrstnih podataka (Cumulative percentage variance of species data)	5.6	10.3	13.0	14.6	
Kumulativni procenat varijanse odnosa vrste-okolinske varijable (Cumulative percentage variance of species-environment relation)	30.6	56.7	71.7	80.2	

Monte Carlo permutacijski test (499 permutacija) je pokazao vrednosti za prvu kanonsku osu $F=5.066$ i $P=0.0020$.

7.4.5. INDEKSI DIVERZITETA I IZJEDNAČENOSTI ISTRAŽIVANIH ZAJEDNICA

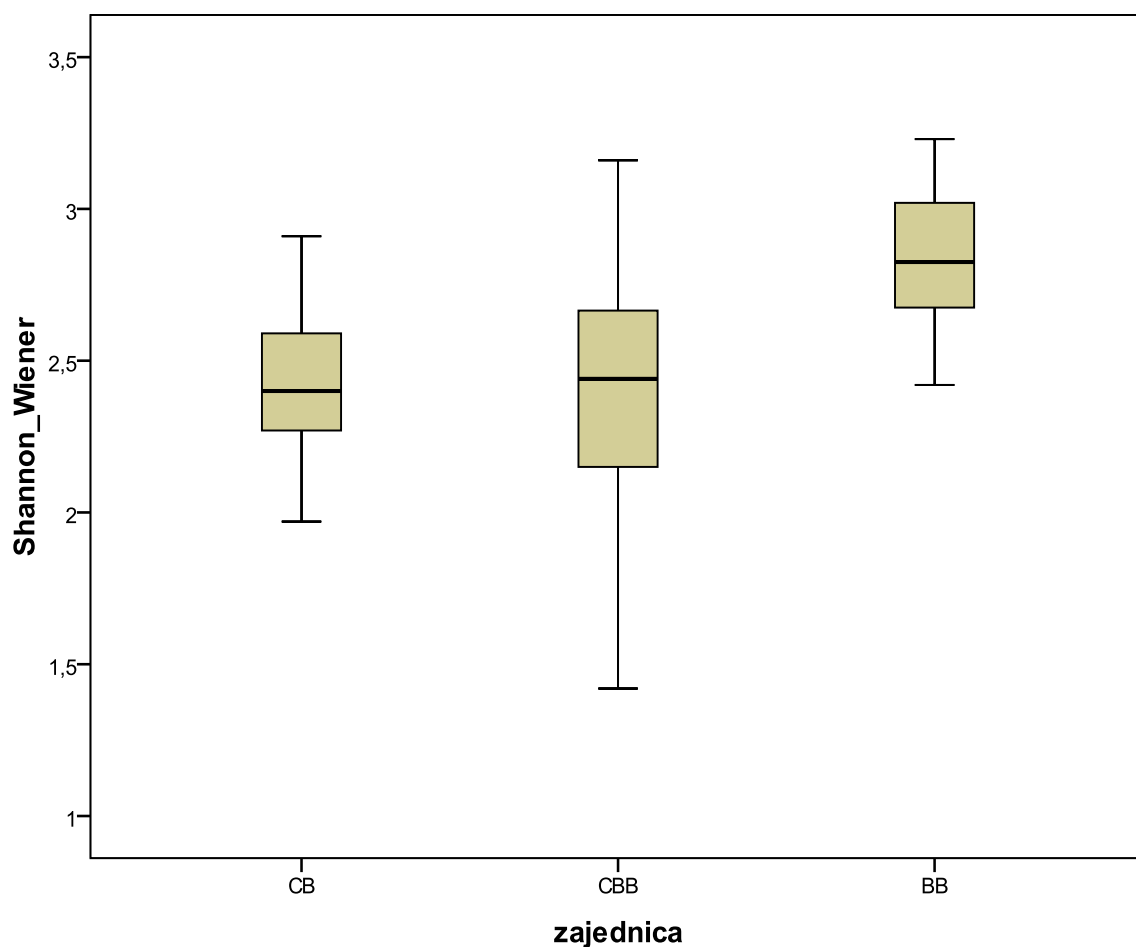
Analiza α diverziteta može u velikoj meri da pomogne ne samo da se utvrdi koliki je diverzitet biljnih vrsta u nekoj sastojini, nego takođe i da se utvrdi horizontalna prostorna struktura te sastojine. Indeksi diverziteta pružaju više informacija od samog broja vrsta u zajednici, jer uzimaju u obzir i relativnu pokrovnost svake vrste (Vojniković, 2006). Za analizu α diverziteta u ovom radu korišćen je Shannon-Wienerov index diverziteta prizemne flore, koji je osetljiv na retke vrste (Heuserr, 1998). Shannon-Wiener index je izračunat za svaki fitocenološki snimak, a onda je izračunata prosečna vrednost ovog indeksa za svaku istraživanu zajednicu.

Ovaj indeks je najbolji za poređenje jer je relativno nezavisan od veličine uzorka (nije potreban veliki broj uzoraka da bi se dobio pouzdan indeks). Njegova vrednost se povećava sa povećanjem broja vrsta u fitocenološkom snimku.

Tabela 78: Prosečne vrednosti indeksa diverziteta (Shannon-Wiener index) za istraživane zajednice

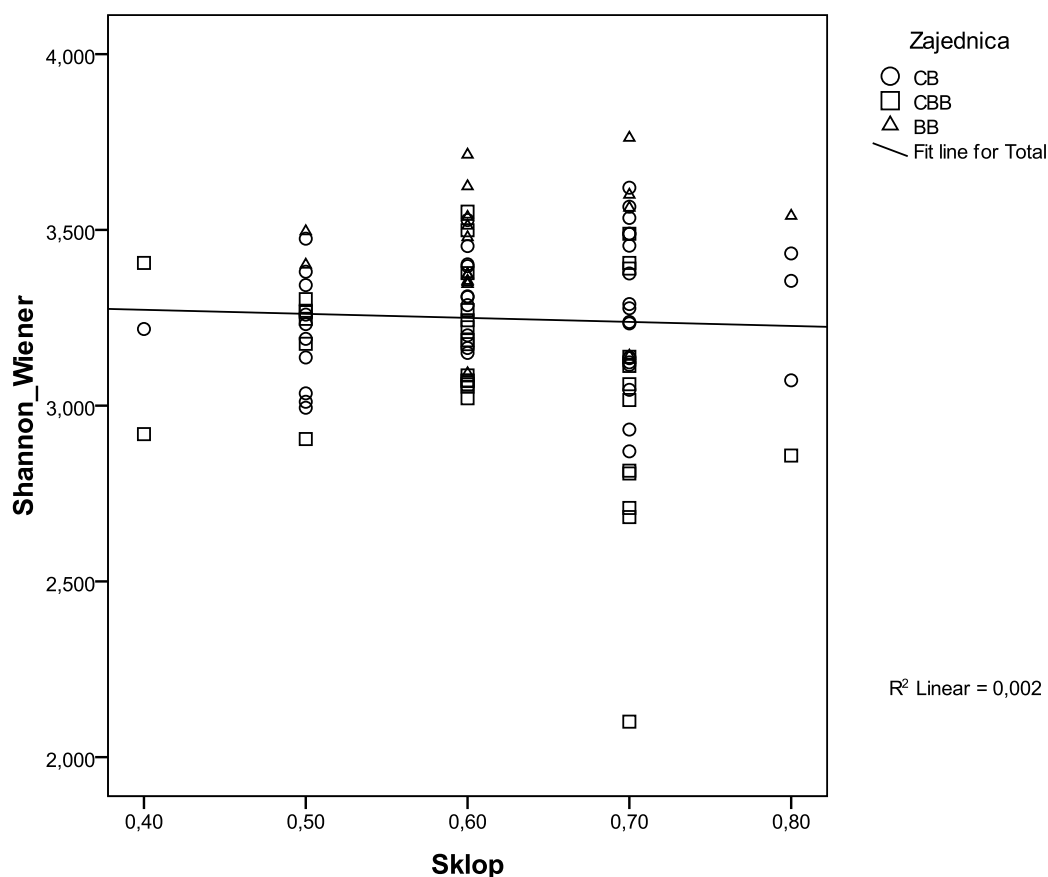
Zajednica	Shannon-Wiener indeks diverziteta (H')
<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	2.42
<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	2.37
<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963	2.70

Analiza je pokazala da postoji statistički značajna razlika u pogledu indeksa diverziteta između zajednice crnog i zajednice belog bora, kao i između zajednice crnog i belog i zajednice belog bora. Razlika u Shannon-Wienerovom indeksu diverziteta između šume crnog i šume belog i crnog bora je jako mala i statistički nesignifikantna. Iz tabele 78 se vidi da je Shannon-Wienerov index diverziteta najveći u šumi belog bora, a niže vrednosti ima u šumi crnog i šumi belog i crnog bora. Pošto Shannon-Wiener index zavisi (kao matamatička jednačina), pored ostalih parametara, i od broja vrsta, logično je bilo očekivati da će indeks diverziteta imati veće vrednosti u šumi belog bora nego u ostale dve zajednice, jer ova zajednica ima najveći broj vrsta po fitocenološkom snimku.



Grafikon 76: Box-plot diagram indeksa diverziteta (Shannon-Wiener index) za istraživane zajednice : CB (šuma crnog bora- *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957), CBB (šuma belog i crnog bora- *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951), BB (šuma belog bora- *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963)

Shannon-Wienerov indeks diverziteta pokazuje da nema korelaciju sa promenom sklopa (grafikon 76). To navodi na zaključak da količina svetlosti koja dopire do zemlje zahvaljujući otvorenom sklopu u borovim šumama ne utiče na karakteristike diverziteta prizemne flore.

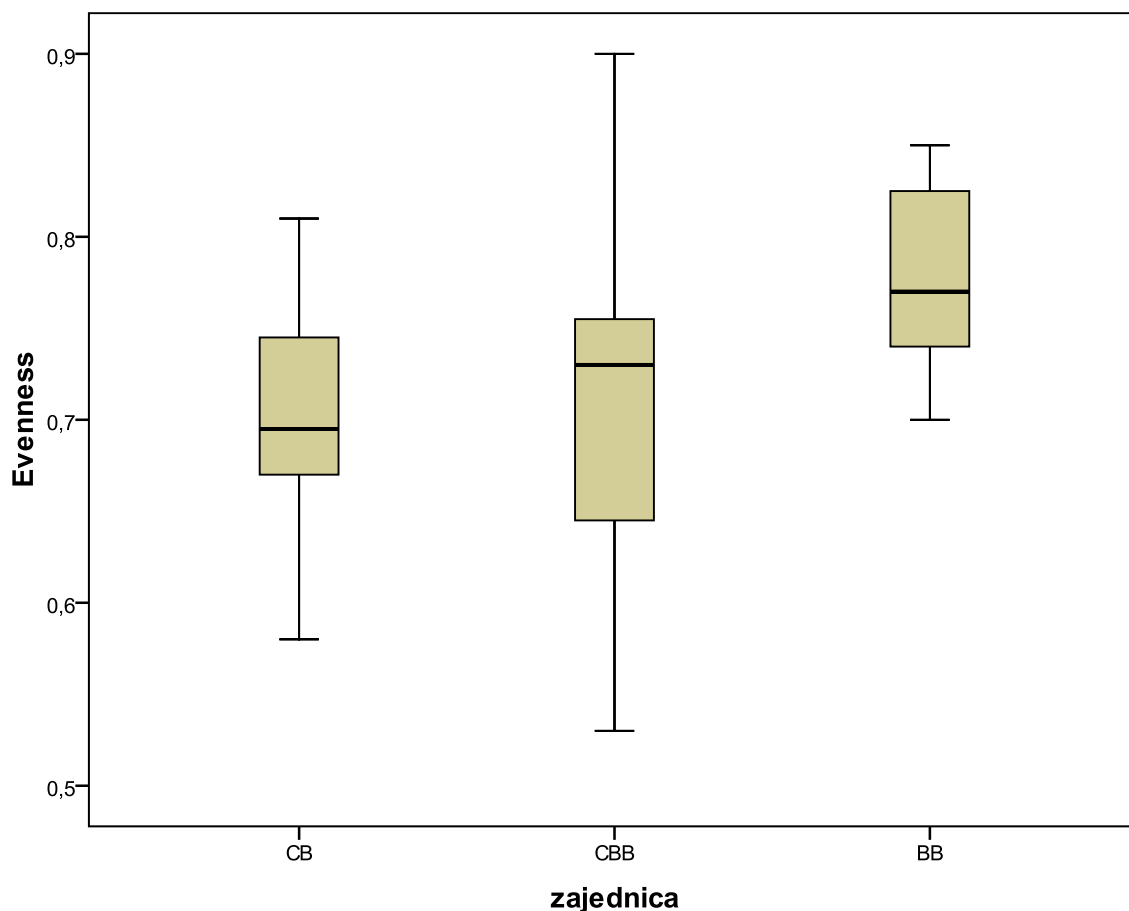


Grafikon 77: Korelacija između sklopa sprata drveća i Shannon-Wienerovog indeksa diverziteta : CB (šuma crnog bora- *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957), CBB (šuma belog i crnog bora- *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951), BB (šuma belog bora- *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963)

Indeks izjednačenosti (Evenness) nam je pokazao slične vrednosti za sve istraživane zajednice, s tim da je najveći u zajednici belog bora. Ovaj indeks govori da u okviru istraživanih zajednica postoji dosta pravilan prostorni raspored biljnih vrsta, s obzirom da se približava broju 1. Kao vrste koje smanjuju indeks izjednačenosti mogu se pre svega uzeti *Erica carnea* L., *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *Calamagrostis varia* (Schrader) Host, s obzirom na njihovu dominantnu brojnost i pokrovnost unutar istraživanih sastojina. Ovo je takođe vidljivo i u prikazu dominantnih vrsta za svaku zajednicu ponaosob.

Tabela 79: Prosečne vrednosti indeksa izjednačenosti (Evenness) za istraživane zajednice

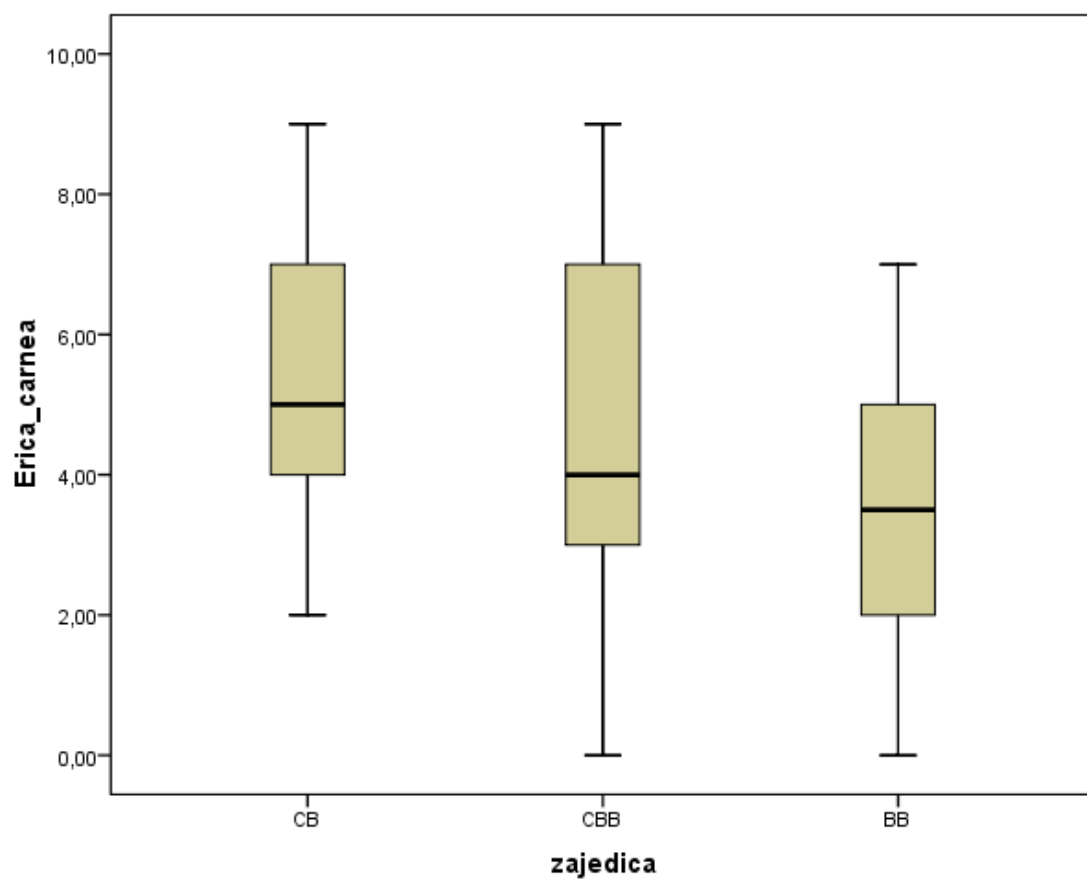
Zajednica	Evenness
<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	0.70
<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951	0.70
<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963	0.78



Grafikon 78: Box-plot diagram indeksa izjednačenosti (Evenness) za istraživane zajednice : CB (šuma crnog bora- *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957), CBB (šuma belog i crnog bora- *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951), BB (šuma belog bora- *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963)

Jedna od najznačajnijih vrsta borovih šuma na ofiolitima je crnjuša (*Erica carnea* L.). Crnjuša ima veliki uticaj na floristički sastav borovih šuma. U šumama u kojima je ova vrsta dominantna, brojnost i pokrovnost drugih biljaka iz sprata prizemne flore se značajno smanjuje. To je posledica borbe za vodu i hranljive materije, ali i alelopatskih uticaja crnjuše na druge biljke (Đurđević *et al.* 1998). Analiza odnosa brojnosti i pokrovnosti crnjuše između istraživanih zajednica je pokazala da statistički signifikantna razlika postoji između šume crnog i šume belog bora. Crnjuša najveću

pokrovnost ima u šumi crnog a najmanju u šumi belog bora, gde nije zabeležena u svim fitocenološkim snimcima.



Grafikon 79: Pokrovnost vrste *Erica carnea* L. u zajednicama istraživanog područja

8. DISKUSIJA

Balkansko poluostrvo se odlikuje velikim diverzitetom biljnih vrsta. To je značajan refugijalni prostor u koji su se sklonile mnoge osjetljive vrste drveća i žbunja tokom glacijalnog i postglacijalnog perioda u Evropi (Hewitt, 1999). Značaj biljnog sveta Srbije, kao dela ovog prostora, uočio je još Pančić i opisao u svojim pionirskim florističkim i vegetacijskim radovima (1859, 1866). Biljni pokrivač na serpentinitu predstavlja jedan segment flore i vegetacije Balkanskog poluostrva koji je izuzetno bogat biljnim vrstama, među kojima je i dosta endemita. Područje sa serpentinskom florom i vegetacijom predstavlja jedan od centara florističke diferencijacije, predmet je interesovanja istraživača iz različitih oblasti, ali predstavlja i izazov kako ga pravilno zaštititi i konzervirati (Stevanović *et al.* 2003; Chiarucci 2004; Chiarucci and Baker, 2007; Pavlova 2012). Istraživanja u okviru ovog rada na serpentinitu, serpentinisanim peridotitima i peridotitima Zlatibora, Tare, Šargana, Peštera i Kopaonika su imala za cilj da prodube znanja o borovim šumama na ovim geološkim podlogama u smislu ekoloških karakteristika staništa, florističkih karakteristika šuma belog i crnog bora, kao i međusobnih odnosa i razlika između istraživanih šumskih sastojina.

8.1. Klimatske karakteristike istraživanih područja

Vrlo važan ekološki faktor koji utiče na pojavu određenog tipa vegetacije na nekom području, pa tako i borovih šuma, je klima. Klima u Srbiji se može opisati kao umereno-kontinentalna, ali se moraju uzeti u obzir i lokalni klimatski činioci, koji uslovljavaju prostornu i vremensku kolebljivost klimatskih prilika. Zapadna Srbija ima najhumidniju klimu, dok područje severoistočne Srbije ima povećanu kontinentalnost.

Za analiziranje klimatskih karakteristika istraživanih lokaliteta korišćeni su podaci sa najbližih meteoroloških stanica, kao i podaci dobijeni metodom kriginga za lokalitete gde su ove stanice bile na većim nadmorskim visinama nego što su mesta na kojima su uzimani fitocenološki snimci. Za dobijanje što preciznijih rezultata neophodno je uvesti korekcije zbog reljefa, nadmorske visine i dr.

Na svim istraživanim lokalitetima najtopliji meseci u godini su jul ili avgust (srednje mesečne temperature iznose od 15.0°C -17.8°C), a najhladniji mesec je januar (srednje mesečne temperature iznose od (-1.8°C) -(-5.0.°C)). Na svakom području maksimum padavina zabeležen je u junu (85.2-119.0 mm), a minimum u februaru

(38.2-60.8 mm), izuzev Kopaonika, gde najmanje padavina ima u oktobru (44.8 mm). Najvlažniji mesec je decembar, čije vrednosti relativne vlažnosti vazduha iznose 85.1-85.4%, dok je vrednost relativne vlažnosti vazduha na Kopaoniku najveća u novembru i iznosi 82.5%. Na svim lokalitetima jesen je vlažnija od proleća. Strujanje vazduha je dosta izraženo, ali su jaki olujni vetrovi prilično retki.

Uočljivo je da se, kada su u pitanju klimatske karakteristike istraživanih područja, naročito količina padavina, Kopaonik izdvaja u odnosu na druge lokalitete. Kopaonik je i fizički udaljen od ostala 4 lokaliteta, jer se nalazi u centralnoj Srbiji, gde su drugačiji klimatski uticaji, odnosno ovde se oseća uticaj mediterana mnogo više nego na ostalim lokalitetima. S druge strane, moramo uzeti u obzir i uticaj drugih faktora kada je u pitanju gazdinska jedinica „Jelensko osoje” na Kopaoniku, jer, „s obzirom na geološku podlogu, prilike reljefa, sastav vegetacije i osobine zemljišta, humidni karakter klime je znatno ublažen ” (Tomanić, 1970).

Borove šume u Srbiji se nalaze između 700 i 1 300 m n. v. gde je, prema Langovoj bioklimatskoj klasifikaciji, klima humidna do perhumidna, a prema Torntvajtovoju klasifikaciji, klima varira između pojačano humidne do perhumidne. Na istraživanim lokalitetima, klima je po Langovoj bioklimatskoj klasifikaciji humidna, a po Torntvajtovoju klasifikaciji klima varira između umereno, pojačano i jako humidne. To je tipično šumsko područje gde je oticanje vode stalno, a šume se nalaze u optimalnim klimatskim uslovima za rast i razvoj (Gburčik, 1995; Kolić, 1988).

Šumske fitocenoze se, kao jedan segment vegetacije, formiraju, između ostalog, pod uticajem klime. Svakako da je ovaj proces dvosmeran, jer i šumska vegetacija veoma snažno utiče na klimatske karakteristike nekog područja. „Za raspored tipova borovih šuma nije od odlučujućeg značaja visina, nego reljef, ekspozicija, nagib, karakter tla, kao i izloženost vetrovima (Pavlović, 1951) ”. Kada su u pitanju ekstremna staništa, kakva su dolomiti i serpentinit, humusni slojevi lako dospevaju erozijom u niže predele, tu se nagomilavaju i često zakišeljavaju, tako da se na relativno malom prostoru javlja vrlo nejednolična podloga usled različitih stadija svoga razvoja. Tako se na ogoljenim supstratima ili mestima sa plitkim humusom nalaze borove šume, daljim razvojem zemljišta pojavljuju se hrastovi, koje potom zamenjuje bukva a na većim visinama dolazi do pojave četinarskih šuma. Po Ritter-Studničkoj, „Ta redovitost sukcesije vegetacije, koja se na ekstremnim staništima može na svakome koraku primijetiti, nameće misao da ona nije uvjetovana klimom već jedino podlogom, jer suvo tlo može do izvjesne mjere nadoknaditi toplu klimu a vlažno hladnu i obratno ”. Klima

utiče na vegetaciju tek na dostignutom maksimumu razvoja zemljišta time što određuje klimaks vegetacije u jednom datom području (Aichinger 1943, 1951, prema Ritter-Studnička, 1962). Borove šume u Srbiji su, pre svega, orografsko-edafski uslovljene, nalaze se na nepristupačnim terenima, sa posebnim režimom vlaženja, tako da čine specifičnu vegetaciju koja se kod nas razvija na serpentinitu, peridotitima i serpentinisanim peridotitima.

8.2. Geološka podloga

Šume crnog i belog bora koje su opisane u ovom radu javljaju se na istim geološkim podlogama, odnosno na serpentinitu, peridotitima i serpentinisanim peridotitima. Peridotiti i serpentinit imaju jednu bitnu karakteristiku, a to je visok procenat Mg, Fe i teških metala (Ni, Co, Cr, Mn), ali mali sadržaj Ca i Al. Teški metali (Ni, Zn, Mn, Cu, Fe) su esencijalni mikroelementi za biljke, ali u velikim koncentracijama mogu biti veoma toksični (Brown *et al.* 1987; Marschner, 1995, prema Duarte *et al.* 2007).

Visoko prisustvo Mg, smanjeno učešće Ca i nekih biogenih elemenata uticalo je na osobine zemljišta, a posredno i na karakteristike flore i vegetacije (Jakovljević *et al.* 2011). Šta je najviše uticalo na razvoj specifične serpentinske flore, ne može se sa sigurnošću tvrditi. Lyon *et al.* (1971) navode da se u različitim delovima sveta daju različita objašnjenja: istraživači u Kaliforniji smatraju da su serpentinofite neobično tolerantne na nizak nivo kalcijuma; istraživanja u Švedskoj, Finskoj i Kubi pokazuju da visok nivo toksičnih elemenata hroma i nikla može biti odgovoran za specifičnosti ove flore; neki autori u Evropi smatraju da opstanak biljaka na serpentinitu zavisi od njihove mogućnosti da se prilagode kompleksu faktora, a ne samo jednom od njih; drugi autori smatraju da je deficit nitrata, fosfata i molibdena manje značajan u poređenju sa toksičnim efektima hroma, nikla i kobalta, itd.

Serpentiniti su i u novije vreme dosta istraživani, ali i dalje nema konsenzusa o ulozi teških metala u razvoju serpentinske vegetacije. Vegetaciju na ultramafitima su u više navrata detaljno proučavali Nagy and Proctor (1997), Chiarucci (2004), Chiarucci *et al.* (1998a, 1998b, 2001, 2003, 2005) i dr. Autori smatraju da koncentracija Ni i drugih teških metala u zemljištu nikad nije toliko visoka da bi negativno uticala na vegetaciju, i da su neki fizički faktori, npr. nagib, jako važni u pogledu distribucije biljnih vrsta, ali da je nutritivni stres ipak najodgovorniji za opstanak mnogih vrsta i za

njihovu produktivnost. I u Velikoj Britaniji neki istraživači smatraju da ekstremno visoke koncentracije Ni u zemljištu nemaju značajan uticaj na vegetaciju (Carter *et al.* 1978; Proctor, 1992). S druge strane, postoje mišljenja da Ni ima jak negativan uticaj na biljni pokrivač na serpentinitima (Lee, 1992; Chardot *et al.* 2007). Visoka koncentracija teških metala u biljkama, pre svega Ni, naročito u endemitima na ofiolitima, može biti važna za fitoremedijaciju na zemljištima kontaminiranim metalima iz antropogenih izvora (D' Amico, 2009). Jak ekološki uticaj nikla je uzrokovan uslovima sredine koji povećavaju mobilnost metala (D' Amico and Previtali, 2012).

Biljne vrste na ultramafitima su se adaptirale na veoma visoke koncentracije teških metala pomoću mehanizama isključivanja kojima je transport teških metala ograničen, kao i sposobnošću da akumuliraju velike koncentracije teških metala u svojim nadzemnim delovima (Brooks, 1998). U svakom slučaju, da bi neka biljka opstala na serpentinskim zemljištima mora, pre svega, da bude tolerantna na nizak nivo kalcijuma, a zatim tolerantna i na visoku koncentraciju hroma, nikla i magnezijuma, malo hranljivih materija, malo dostupnog molibdena, otporna na sušu i druge nepovoljne aspekte ovih plitkih, kamenitih zemljišta (Walker, 1954). Ova zemljišta su nepogodna za većinu biljaka i predstavljaju stresno okruženje za njihov rast (Oberhuber *et al.* 1997, Kazakou *et al.* 2008). Zato postoji duga istorija pokušaja da se objasni „serpentinski sindrom”, pojam koji je prvi uveo Jenny 1980 (prema Brady *et al.* 2005) a koji kolektivno objašnjava brojne strukturne i funkcionalne adaptacije biljaka na ovu geološku podlogu i zemljišta formirana na njoj.

8.3. Zemljišta istraživanih područja

Evoluciono-genetska serija zemljišta na serpentinitima i peridotitima može imati sledeće članove (Antić *et al.* 1990): eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu (često skeletno) → posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu → smeđe zemljište na serpentinitu → lesivirano eutrično smeđe zemljište na serpentinitu → pseudoglej na serpentinitu. Pedološka istraživanja na području Peštera, Zlatibora, Tare, Šargana i Kopaonika su pokazala da su na ovim lokalitetima u borovim šumama zastupljena sledeća zemljišta: eutrično humusno silikatno zemljište (ranker) na serpentinitu, posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na

serpentinitu i eutrično smeđe zemljište na serpentinitu. Proučena zemljišta su uglavnom topla i suva, specifičnog hemijskog sastava, nastanjena čistim zajednicama crnog i zajednicama belog bora, kao i mešovitim zajednicama belog i crnog bora. Šume su dosta otvorenog sklopa, tako da do zemlje dopire značajna količina svetlosti, usled čega je površina zemljišta obrasla gustim travnim pokrivačem u kome dominira crnjuša (*Erica carnea* L.). Gust travni pokrivač otežava podmlađivanje sastojina a često utiče i na sporiju transformaciju organskih materija i obrazovanje kiselijih oblika humusa. Opisana zemljišta su često jako skeletna, uglavnom plitka, propustljiva za vodu, tako da predstavljaju nepovoljno stanište za većinu biljaka. Međutim, borovi imaju male zahteve prema zemljištu, tako da su stabla dobre vitalnosti i postižu značajne dimenzije, a pri tom povoljno deluju na mikroklimatske i edafske uslove staništa, tako da imaju istaknutu ulogu u melioracijama (Barčić *et al.* 2011). I na istraživanim lokalitetima borove šume su dobre vitalnosti, što potvrđuje zaključak da skeletna i plitka zemljišta ne predstavljaju ograničavajući faktor za njihov rast i razvoj.

Pošumljavanje vrstama roda *Pinus* ima višestruk pozitivan uticaj na zemljišni pokrivač. Osnivanje kultura crnog bora dovodi do smanjenja koncentracije teških metala u gornjem sloju zemljišta, jer se oni premeštaju u donje slojeve, uglavnom dejstvom korenovog sistema (Csontos *et al.* 2012). Istraživanja su pokazala da pošumljavanje neplodnih serpentinskih zemljišta vrstama roda *Pinus* dovodi do stvaranja dubljeg i hranljivijeg organskog sloja na površini zemljišta, što za rezultat ima povećanje broja biljnih vrsta kao i celokupne pokrovnosti sprata prizemne flore (Chiarucci and De Dominicis, 1995; Chiarucci, 1996; Barton and Wallenstein, 1997).

Serpentinit se pod uticajem ekstremnih temperatura lako drobi, tako da su zemljišta na ovoj steni skeletna, najčešće plitka i suva i kao takva nepovoljna su za razvoj vegetacije. Serpentinska zemljišta su alkalne reakcije, međutim, trošenjem stena odvijaju se i procesi ispiranja, što dovodi do ispiranja baza i zakišeljavanja zemljišta. Rezultat tog procesa je da serpentinska flora sadrži i acidofilne i bazofilne vrste koje rastu zajedno, pa se pokazalo da mnoge vrste imaju širu ekološku toleranciju na hemijske uslove zemljišta nego što se obično tvrdi (Proctor and Woodell, 1971). Na primer, kao tipične acidofilne vrste označene su *Vaccinium myrtillus* L., koja je kod nas jako česta na zemljištima na serpentinitu, kao i *Calluna vulgaris* (L.) Hull., česta na serpentinskim zemljištima Engleske i Škotske.

„Zemljišta na serpentinitima i serpentinisanim peridotitima su po pravilu dublja nego ona na krečnjačkim supstratima, ali ta povoljna osobina je umanjena visokim

procentom skeletnog materijala, tako da se zemljišta na ovim supstratima po svojim fizičkim i hemijskim osobinama, pa i ekološko-proizvodnoj vrednosti, izjednačavaju sa zemljištima na krečnjacima” (Tomić, 1980).

8.4. Sintaksonomska pripadnost šuma crnog i belog bora

Braun-Blanquet i Oberdorfer su prvobitno sve borove šume svrstali u razred *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939, što je bilo logično samo kada su u pitanju acidofilne borove šume (Zupančič, 2007). S druge strane, ako se posmatra sveza *Orno-Ericion* Horvat 1959., zapaža se da ona uopšte nema elementa *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939, već sadrži brojne elemente reda *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931., što je navelo Krafća (1955), prema Horvatu (1959), da u svom provizornom pokušaju raščlanjenja evropskih šuma uvrsti red *Pinetalia* u razred *Quercetea pubescentis*. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931. Uvažavajući ekološku i florističku srodnost bazofilnih borovih i hrastovih kserotermnih šuma, Tomažić i Horvat su prvobitno borove šume Slovenije i velebitskog sektora priključili redu *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931. (Bucalo, 1994). U svojim kasnijim istraživanjima, Horvat (1959) nije u potpunosti prihvatio ovakvu sintaksonomiju, pa je sve bazofilne šume borova na Balkanu, koje su pripadale svezi *Pineto-Ericion* iz reda *Vaccinio-Piceetalia* Br.-Bl. in Br.-Bl. *et al* 1939 i svezi *Orneto-Ericion* iz reda *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931, svrstao u red *Erico-Pinetalia* Ht. 1959 i razred *Erico-Pinetea* Ht. 1959.

Međutim, neki autori, među kojima je i Zupančič (2007), smatraju da je najveći problem kada je u pitanju sistematika borovih šuma taj što one nemaju svoje karakteristične vrste. Autor smatra da se razred *Erico-Pinetea* Ht 1959 i red *Erico-Pinetalia* Ht. 1959 sastoje od vrsta koje se često, ako ne i regularno, pojavljuju u asocijacijama koje pripadaju razredima *Quercio-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger 1937. i *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939., tako da bi borove šume trebalo klasifikovati, odnosno raspodeliti, između ova dva razreda. Autor dalje navodi da borove šume imaju relativno karakteristične vrste, odnosno vrste koje su veoma česte u borovim šumama, ali su takođe česte i u hrastovim, bukovim, termofilnim lišćarskim i drugim fitocenoza. Pripadnost borovih šuma razredima *Quercio-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger 1937. i *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939. je i danas prihvaćena u nekim zemljama, pa su tako, na primer, borove šume Švajcarske svrstane u ova dva razreda. Čak je i bazifilna

šuma belog bora, *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963, svrstana u svezu *Erico-Pinion* i red *Erico-Pinetalia* Ht. 1959, koji, po autorima, pripadaju razredu *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939. (Keller *et al.* 1998). S druge strane, objektivna, numerička TWINSpan analiza je pokazala da je opravdano svrstati bazofilnu šumu belog bora iz centralne Evrope, *Erico-Pinion sylvestris* u razred *Erico-Pinetea* Ht 1959 i red *Erico-Pinetalia* Ht. 1959 (Grabherr *et al.* 2003).

Bez obzira na različite tačke gledišta kada je u pitanju sintaksonomija bazofilnih borovih šuma, ipak je opšteprihvaćena njihova pripadnost razredu *Erico-Pinetea* Ht. 1959 i redu *Erico-Pinetalia* Ht. 1959 (Horvat, 1959; Wraber, 1960; Wendelberger, 1965; Eichberger and Heiselmayer, 1997; Zupančič, 2007; Tomić, 2004; Tomić, 2006; Tomić i Rakonjac, 2011; Tomić i Rakonjac, 2013). U okviru reda *Erico-Pinetalia* Ht. 1959 izdvojena je sveza Dinarsko borovo-crnjušine šume (*Orno-Ericion* Ht 1958), koja obuhvata šume crnog i belog bora na širokom području od Slovenije do Albanije i Makedonije. Na osnovu geološke podloge deli se na dve podsveze: *Orno-Ericenion dolomiticum*, na dolomitima, koja izostaje u Srbiji i *Orno-Ericenion serpentanicum* Krause *et* Ludwig 1957), koja je u Srbiji rasprostranjena na peridotitima, serpentinisanim peridotitima i serpentinitu. Stefanović (1979) je u okviru reda *Erico-Pinetalia* Ht. 1959 izdvojio i svezu *Ostryo-Pinion illyricum*, smatrajući da šume crnog i belog bora na krečnjacima kontinentalnog Dinarskog područja u svom sastavu imaju daleko više elemenata termofilnih hrastovih šuma nego elemenata borovih šuma, pa samim tim moraju biti izdvojene u posebnu svezu.

Šume u kojima je beli bor dominantna vrsta na području Balkana svrstane su u dva razreda: *Erico-Pinetea* Horvat 1959 i *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939. Pored toga, zbog velikog areala koji ima u svetu, beli bor se relativno često javlja u drvenastim i žbunastim zajednicama razreda *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. *et* Vlieg. 1937, *Quercetea robori-petraeae* Br.-Bl. *et* R. Tx. 1943, *Pino-Juniperetea* Rivas-Martinez 1964 (Solon, 2003) i *Pulsatillo-Pinetea* (Schmid 1936, Oberd. 1967) Oberd 1992 (Šomšák *et al.* 2004).

8.5. Orografske karakteristike istraživanih zajednica

Dosadašnja istraživanja su pokazala da pojavu borovih šuma na istraživanim lokalitetima (Pešter, Zlatibor, Tara, Šargan i Kopaonik) moramo posmatrati kroz sadejstvo različitih klimatskih, orografskih i edafskih faktora. „Činjenica da su šume

belog bora nekad bile najbolje razvijene na platou - prosečna visina 1000 m - ukazuje na to da na raspored tipova borovih šuma na Zlatiboru nije od odlučujućeg značaja visina, nego reljef, ekspozicija, nagib, karakter tla, kao i izloženost vetrovima. O tome svedoče i ostaci borovih šuma koji su najbolje sačuvani po uvalama, severno ili zapadno eksponiranim padinama, ređe na istočnim ekspozicijama, dok ih na južnim skoro nema. To se odnosi kako na beli tako i na crni bor...” (Pavlović, 1951). Ovo zapažanje se može primeniti na borove šume na svim istraživanim lokalitetima.

Na području istraživanja šume crnog bora, crnog i belog, kao i šume belog bora zauzimaju uglavnom zaklonjene ekspozicije (N, E, NW, NE). Šume crnog i šume crnog i belog bora su zabeležene na zaklonjenim ekspozicijama u dve trećine slučajeva, a šume belog bora zauzimaju hladnije ekspozicije u 85% slučajeva (prilozi 7, 8, 9, 10 i 11). Ovo može biti jedan od razloga značajnog florističkog bogatstva borovih šuma, jer ove šume sadrže veći broj vrsta kada se nalaze na severnim nego na južnim ekspozicijama (Pausas and Carreras, 1995). Pojava borova pretežno na hladnijim ekspozicijama je uočena i u mnogim drugim radovima (Pavlović, 1951, 1953, 1964; Gajić *et al.* 1954; Tomanić, 1970; Jovanović, 1972; Rakonjac, 2002; Novaković, 2008 i dr).

Nadmorske visine na kojima su uzeti fitocenološki snimci se kreću od 900 do 1462 m. Ako se pogledaju prosečne vrednosti nadmorskih visina u istraživanim šumama, najniže se nalazi šuma crnog bora (prosečna nadmorska visina je 1050 m), na nešto većoj prosečnoj nadmorskoj visini se nalazi šuma belog i crnog bora (1081 m), dok najveće visine zauzimaju sastojine belog bora (prosečno 1270 m). I crni i beli bor mogu da se jave na velikom rasponu nadmorskih visina. Pavlović (1951) navodi da se crni bor na Zlatiboru javlja od dna klisure Crnog Rzava pa se penje do montanog regiona, do 1400 m, a beli bor se na Partizanskim vodama spušta do 950 m, a na Torniku se penje do 1495 m. Kao što je već navedeno, za raspored borovih šuma nadmorska visina nije odlučujući faktor, ali se može zaključiti da šume crnog bora rastu na najnižim visinama, šume crnog i belog bora se javljaju na nešto većim visinama, dok šume belog bora zauzimaju najveće visine, idu sve do pojasa bukovo-jelovih ili smrčevih šuma.

Nagib terena je vrlo važan orografski faktor, jer može značajno da modifikuje lokalne mikroklimatske i edafske uslove (Oberhuber and Kofler, 2000). Nagibi na kojima se razvijaju borove šume na ispitivanim lokalitetima su različiti, ali su uglavnom u svim zajednicama vrlo strmi (prilozi 12, 13, 14, 15 i 16). Ako se posmatra

prosečna vrednost nagiba terena, najstrmiji su nagibi u šumama crnog bora (26 °), neznatno blaži u šumama belog i crnog bora (25 °), a najblaži su u šumama belog bora (16 °). Crni bor je poznat kao pionirska vrsta, vrsta koja naseljava najekstremnije i najstrmije terene i tako omogućava pojavu šumske vegetacije na njima. Njemu za razvoj nisu potrebna razvijena zemljišta, on odlično uspeva na plitkim, skeletnim i siromašnim zemljištima (Mišić i Panić, 1989), na terenima gde većina drugih lišćarskih i četinarskih vrsta ne može. Iz tog razloga se podižu veštačke sastojine crnog bora, koje se mogu uspešno osnivati i razvijati na staništu kitnjaka, sladuna i cera, crnog jasena i grabića, u nižim delovima staništa belog bora (Černjavski i Jovanović 1950, prema Krstiću, 2006). Veštačke sastojine crnog bora mogu se podizati na visinama ispod 1 200 m na bazičnim podlogama koje su potencijalna staništa balkanskog kitnjaka, kitnjaka-graba, planinske bukve i, delimično, bukve-jele (Tomić *et al.* 2011b). Za razliku od crnog bora, beli bor traži blago nagnute ili zaravnjene terene i obično dublja i razvijenija zemljišta. Ovo potvrđuje i odnos vrsta prema vlažnosti, gde je crni bor označen kao subkserofit, a beli bor kao submezofit (Kojić *et al.* 1994, 1997). Kulture belog bora se mogu osnivati iznad 1 200 m n.v., na staništima bukve-jele-smrče (Tomić *et al.* 2011b), kao i na staništu kitnjaka, nizijske bukve i bukve-jele (Černjavski i Jovanović 1950, prema Krstiću, 2006).

8.6. Endemične vrste

Poseban značaj šumama crnog i belog bora na serpentinitu, peridotitima i serpentinisanim peridotitima na istraživanim lokalitetima daje prisustvo endemičnih i reliktnih vrsta, koje su vredan pokazatelj specifičnosti flore nekog kraja, odnosno važnosti serpentinskih staništa kao centara florističke diferencijacije i specijacije (Stevanović *et al.* 2003; Stojanović i Stevanović, 2008). Proučavanje biljnih vrsta koje rastu na serpentinitu posebno je interesantno botaničarima, jer su mnoge od tih biljaka ili jako retke ili opstaju jedino na ovoj geološkoj podlozi (Alexander, 2009). Zato bi trebalo težiti konzervaciji genetičke varijabilnosti ovih vrsta i zaštititi što je moguće više populacija, gde god se one nalazile, naročito ako su u pitanju endemične vrste (Wolf, 2001).

Ultramafiti predstavljaju „ostrva“ biodiverziteta sa mnogo endemičnih taksona (Chiarucci and Baker, 2007; Rajakaruna and Harris, 2009), a samo na Balkanu broj endemičnih taksona (vrsta i podvrsta) na ovim geološkim podlogama je oko 335

(Stevanović *et al.* 2003). Od endemičnih vrsta na području istraživanja u okviru šuma crnog i belog bora zabeležene su *Allyssum markgrafii* O.E.Schulz., *Centaurea phrygia* L. subsp. *bosniaca* (Murb.) Hayek, *Crocus veluchensis* Herbert, *Euphorbia glabriflora* Vis., *Knautia dinarica* (Murb.) Borbas subsp. *dinarica*, *Melampyrum hoermannianum* K. Malý, *Potentilla visiani* Pančić, *Thymus praecox* subsp. *jankae* (Celak.) Jalas (syn. *Thymus jankae*), *Stachys recta* L. ssp. *baldacii*, *Stachys scardica* (Griseb.) Hayek, *Silene sendtneri* Boiss. i *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi.

8.7. Filogenetski spektar

Na područjima istraživanja opisane su tri zajednice: šuma crnog bora (*Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957), šuma belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951) i šuma belog bora (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963). U sve tri ispitivane zajednice najveću brojnost imaju biljne vrste iz familija: *Rosaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae* i *Fabaceae*. Visoko prisustvo biljaka iz familija *Poaceae*, *Asteraceae* i *Fabaceae* na istraživanim lokalitetima ne čudi, zato što su ovo najbrojnije familije u flori Srbije: *Asteraceae* (366 vrsta), *Poaceae* (250 vrsta) i *Fabaceae* (250 vrsta). Familija *Asteraceae*, osim što je najbrojnija u Srbiji, najzastupljenija je i u Evropi i na Balkanskom poluostrvu (Turrill, 1929). Očekivano je i visoko prisustvo familije *Poaceae*, zato što borove šume rastu na velikim nagibima, na plitkim i često jako skeletnim zemljištima, otvorenog su sklopa, što sve pogoduje razvoju biljnih vrsta iz familije *Poaceae*. Takođe, visoko prisustvo biljaka iz familije *Poaceae* govori o izraženom antropogenom uticaju. Primetno je visoko prisustvo biljnih vrsta iz familije *Rosaceae*, iako je ona u flori Srbije po zastupljenosti tek na 12.-om mestu, sa 111 vrsta. Velika brojnost biljaka iz familije *Rosaceae* na istraživanim lokalitetima može se objasniti time što veliki broj drvenastih i žbunastih fanerofita pripada upravo ovoj familiji. Od fanerofita u okviru familije *Rosaceae* zabeležene su vrste koje pripadaju rodovima *Crataegus*, *Prunus*, *Sorbus*, dok su žbunaste fanerofite brojnije - prisutne su vrste koje pripadaju rodovima *Cotoneaster*, *Prunus*, *Rosa*, *Rubus*. Ovo je karakteristično za celu Srbiju, gde najveći broj žbunova - nanofanerofita (Janković *et al.* 1984) imaju familije *Rosaceae* (34) i *Fabaceae* (23).

Na Maljenu, takođe na serpentinskoj geološkoj podlozi, najzastupljenije familije po broju biljnih vrsta su *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae* i *Scrophulariaceae* (Popović, 2005). Kada su u pitanju susedne

zemlje, prisustvo biljaka iz pojedinih familija na serpentinskim geološkim podlogama je donekle različito, što se može objasniti specifičnostima svakog područja, koje se ogledaju u različitim makro i mikro klimatskim uslovima, orografskim i edafskim uslovima i sl. Tako u zapadnoj Bugarskoj dominiraju biljne vrste iz familija *Asteraceae*, *Poaceae* i *Fabaceae* (Pavlova, 2010), dok su u Bosni na serpentinitu najbrojnije biljke iz familija *Caryophyllaceae* i *Scrophulariaceae* (Ritter – Studnička, 1963). Serpentinska flora Toskane, koja je dosta udaljena od Srbije i raste u drugačijim klimatskim uslovima, u svom sastavu ima najbrojnije predstavnike iz familija *Compositae*, *Graminaceae*, *Leguminosae* i *Caryophyllaceae* (Chiarucci, 2004).

8.8. Spektar životnih oblika

Od životnih oblika u istraživanim zajednicama dominiraju hemikriptofite, što je u skladu sa očekivanjem, jer je ova životna forma najzastupljenija u flori Srbije i predstavlja dominantan životni oblik u uslovima umereno kontinentalne klime (Janković *et al.* 1984, Кулѝиасов, 1982). Ovo je dominantan životni oblik i na serpentinskoj geološkoj podlozi (Chiarucci, 2004; Selvi, 2007; Pavlova, 2010). Hemikriptofite u flori Srbije zauzimaju 46.8% (Janković *et al.* 1984), dok se u okviru naših istraživanja taj broj kreće od 60-67%. Povećano učešće hemikriptofita može se objasniti velikim prisustvom biljaka iz familija *Asteraceae* i *Poaceae*, koje uglavnom pripadaju ovom životnom obliku. I učešće geofita je značajno, kreće se od 8-10%, što može biti posledica pojave jedne grupe geofita koje rastu na suvim, u letnjem periodu toplim staništima, što borove šume svakako jesu. Takođe, geofite su verni pratioci mezofilnih bukovih šuma, a s obzirom da se većina borovih šuma razvija u okviru klimaregionalne zajednice bukve i bukve-jele, ove biljke su ostale na tom staništu i posle pojave sekundarne šume. Geofite mogu biti indikatori niskih zimskih temperatura, što je i ovde delimično slučaj, jer su istraživanja vršena na visinama između 900 i 1460 m, gde su i temperature vazduha niže. Hamefite, indikatori nepovoljnih životnih uslova, generalno gledano, zastupljene su u nešto većem procentu nego što je prosek za Srbiju. Njihovo učešće je najveće u šumama crnog bora na Kopaoniku, što ukazuje na ekstremnije životne uslove ovog lokaliteta u poređenju sa ostalim lokalitetima. Do sličnih zaključaka o zastupljenosti pojedinih životnih oblika je došla i Ritter-Studnička (1963) proučavajući serpentinske komplekse u Bosni, gde je uočeno da se prisustvo hamefita smanjuje sa mezofilnim uslovima, dok su geofite

podjednako prisutne i na golom supstratu i u mezofilnim uslovima. Procenat hamefita na istraživanim lokalitetima pokazuje da uslovi života nisu povoljni, ali ipak nisu toliko ekstremni. Veliki doprinos tome svakako ima i značajna količina padavina na svim istraživanim lokalitetima, kao i „zaklonjenost“ istraživanih sastojina, s obzirom da su šume crnog i belog bora uglavnom zastupljene na osojnim ekspozicijama. Treba napomenuti da je prisustvo terofita na područjima istraživanja izuzetno malo. Slabu zastupljenost ovih jednogodišnjih biljaka uočio je i Selvi (2007) u Toskanskom serpentinskom regionu, zaključujući da je to značajno u suprotnosti sa kserofilnom prirodom serpentinske flore. Mali procenat terofita na području istraživanja se može objasniti činjenicom da su u pitanju borove šume na većim visinama, koje se pritom nalaze u pojasu klimaregionalnih bukovih i bukovo-jelovih šuma, gde su uslovi za njihov razvoj nepovoljni.

8.9. Spektar areal tipova

Vrlo važan pokazatelj karaktera zajednice u pogledu njene prošlosti i porekla je horološki spektar. U okviru istraživanih zajednica vidljivo je prisustvo velikog broja flornih elemenata, što je pokazatelj životnih prilika u kojima se one javljaju, odnosno sindinamske povezanosti kserofilnih borovih šuma sa mezofilnim bukovim, bukovo-jelovim i smrčevim šumama. U spektru areal tipova u svim istraživanim zajednicama dominantan je kao zbirni srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip. Na prvi pogled ovo je u suprotnosti pre svega sa kserofilnom prirodom crnoborovih šuma. Međutim, treba naglasiti da se ove šume razvijaju u pojasu bukovih ili bukovo-jelovih šuma, koje su mezofilnog karaktera i u njima je dominantan srednjeevropski areal tip. Sledeća po brojnosti je grupa evroazijskih flornih elemenata. To su biljke koje imaju jako široko rasprostranjenje, ekološki su veoma plastične tako da se javljaju na različitim nadmorskim visinama i u različitim zajednicama. Značajnu zastupljenost imaju i vrste koje spadaju u mediteransko-submediteranski, mediteransko-submediteransko-pontski i pontsko-mediteransko-submediteranski areal tip. Centar rasprostranjenja ovih vrsta je po obodu mediteranske oblasti, ali se njegovi uticaju osećaju i dublje u kontinentalnim delovima. Takođe, istraživane šume rastu na strmim nagibima, plitkim zemljištima, otvorenog su sklopa, pa je značajno učešće vrsta submediteranskog areal tipa očekivano. Najveće učešće vrsta koje pridaju ovim areal tipovima je zabeleženo u šumi crnog bora na Kopaoniku, gde one učestvuju sa 20%, što

je pokazatelj da se sastojine crnog bora na ovom lokalitetu razvijaju pod značajnim uticajem submediterana. Borealni, cirkumborealni i cirkumholarktički florni elementi su najprisutniji u šumi belog bora, što je pokazatelj da se ona razvija u hladnijim uslovima i na većim nadmorskim visinama u poređenju sa ostalim zajednicama.

Horološki spektri borovih zajednica na serpentinitu i peridotitima, posebno oni koji prikazuju spektre osnovnih horoloških grupa izračunate prema stepenu prisutnosti svih vrsta (sve klase) i najučestalijih vrsta sa stepenom prisutnosti od III -V, pokazuju veoma jasnu međusobnu horološku diferencijaciju u svim osnovnim horološkim grupama. Ako se razmotri procentualna zastupljenost borealno-subborealnih elemenata hladnih predela uočljivo je da je njihovo učeće upadljivo veće u zajednicama crnog i belog bora (12% i 24%) i čisto beloborovim šumama (14% i 25%), za razliku od termofilnijih crnoborovih šuma gde su ovi elementi zastupljeni sa svega 8% u oba spektra. Ove razlike u horološkom i ekološkom pogledu su posebno izražene u zastupljenosti termofilnih mediteransko-submediteranskih, mediteransko-submediteransko-pontskih i pontsko-submediteranskih elemenata koji su u zajednici crnog bora participiraju sa 15% i 11%, dok u crno-beloborovim i beloborovim šumama sa 11% i 5% odnosno 8% i 4 % respektivno. Prusustvo ovih elemenata uslovljeno je s jedne strane otvorenosću sklopa borovih zajednica i u zavisnosti od ekspozicije termofilnošću, često skeletnih staništa. Takođe su uočljive razlike u odnosu južnoevropskih planinskih (JEP) i srednjeevropskih planinskih elemenata (SEP) između tri osnovna tipa borovih šuma na serpentinitu. Južnoevropski planinski elementi najzastupljeniji su u crnoborovo-beloborovima i crnoborovim šumama sa 13% i 14 % odnosno 9% i 18% respektivno, dok su u frigorofilnim beloborovima šumama zastupljeni samo sa 4% i 8%. Obrnuto je sa frigorofilnijim srednjeevropskim planinskim elementima koji u horološkom spektru beloborovih šuma učestvuju sa 14% i 17%, dok u crnoborovo-beloborovima i crnoborovim šumama sa 8% i 16%, odnosno 9% i 15%. Srednjeevopsko-kavkaski elementi, pre svega oni koji nastanjuju šumska planinska i subalpijska staništa, najviše učestvuju u horološkom spektru beloborovih šuma sa 38% i 32%, dok se postepeno njihovo učešće smanjuje od crnoborovo-beloborovih šuma (33% i 24%), prema crnoborovim šumama (32% i 19%). Ovakav odnos ovog elementa u borovima šumama na serpentinitu je očekivan s obzirom na ekološke karakteristike staništa, pre svega ekpoziciju.

8.10. Odnos biljaka prema vlažnosti

U odnosu prema vlazi šuma crnog bora ima najviše vrsta koje teže kserofilnim, šuma crnog i belog bora ima gotovo podjednako učešće kserofita i mezofita, dok u šumi belog bora dominiraju mezofiti. Šuma belog i crnog bora se u odnosu prema vlazi nalazi između analiziranih zajednica, ali po broju vrsta koje teže kserofilnim ipak bliže šumi crnog bora. Ovo je očekivano s obzirom da se šume belog bora uglavnom nalaze na većim nadmorskim visinama i dubljim i razvijenijim zemljištima, što pogoduje pojavi mezofilnih vrsta. Slično zaključuje i Pavlović Z. (1951): „Beli bor voli više položita, zaklonjena od vetra staništa, hladnije ekspozicije, nešto dublja i vlažnija tla, zato se u njegovim tipski razvijenim čistim sastojinama javljaju i neke mezofilne vrste, dok su sastojine crnog bora, naročito na toplijim ekspozicijama, kserofilnijeg karaktera”.

8.11. Odnos biljaka prema količini azota u zemljištu

Prema potrebnoj količini azota u zemljištu sve zajednice su oligotrofno-mezotrofne do mezotrofne. Ovo potvrđuje zapažanje da se istraživane borove šume razvijaju u stanišnim uslovima koji nisu najpovoljniji, zemljišta su slabo razvijena i relativno slabo obezbeđena hranljivim materijama. I ovde se izdvajaju šume belog bora koje imaju više mezotrofa (32.30%), u odnosu na šume belog i crnog bora (30.20%) i šume crnog bora (26.80%), što uz smanjeno učešće oligotrofa u poređenju sa druge dve zajednice pokazuje da se ona razvija u nešto boljim stanišnim uslovima.

8.12. Odnos biljaka prema svetlosti

Na svim istraživanim lokalitetima najveće je prisustvo polusciofita i polusciofita-heliofita. Ovo je u skladu sa odnosom edifikatora prema svetlosti (Kojić *et al.* 1997), gde su i beli i crni bor označeni kao polusciofiti-heliofiti. Međutim, kada je u pitanju odnos crnog i belog bora prema svetlosti, postoje tvrdnje da je beli bor jako zahtevan u odnosu na svetlost (de Chantal *et al.* 2003; Mérian and Lebourgeois, 2011), dok crni bor pokazuje umerenu toleranciju na senku (de la Tone, 1971, prema Trasobares *et al.* 2004). S druge strane, postoje mišljenja da je i crni bor netolerantan na senku (Isajev *et al.* 2004; Levanič and Toromani, 2010), tako da odnos crnog i belog

bora prema svetlosti nije u potpunosti razjašnjen. Na području istraživanja sklop sprata drveća je gotovo identičan kod svih posmatranih zajednica, pa je i to razlog što je prilično ujednačen odnos vrsta prema svetlosti.

8.13. Spektar cenološke karakterističnosti

U svim istraživanim zajednicama na području Peštera, Kopaonika, Zlatibora, Tare i Šargana dominiraju vrste karakteristične za razred *Erico-Pinetea* Ht. 1959. i red *Erico-Pinetalia* Ht. 1959., a odmah iza njih po zastupljenosti su vrste karakteristične za red *Quercetalia pubescentis*. Značajno učešće reda *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931. u sastavu bazofilnih borovih šuma ukazuje na njihovu singenetsku i sindinamsku vezu sa hrastovim kserotermnim šumama (Bucalo, 1994). Međutim, dok su biljne vrste karakteristične za ovaj red zastupljene u šumi crnog bora sa 14.30%, u šumi belog i crnog bora sa 11.50%, u šumi belog bora učestvuju tek sa 8.40%. Šume belog bora su rasprostranjene na većim nadmorskim visinama, gde su uslovi za pojavu termofilnih vrsta reda *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931. nepovoljni, pa je i njihovo prisustvo znatno smanjeno. Takođe, visoko je prisustvo mezofilnih vrsta (iz razreda *Querco-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger 1937., reda *Fagetalia silvaticae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Walisch 1928., i sveza *Carpinion betuli* Oberdorfer 1957. emend Weinert 1968. i *Fagion moesiaca* Blečić & Lakušić 1976.), koje na područjima istraživanja iznosi između 22.10-24.50%. Ako se pogleda prisustvo vrsta karakterističnih za red *Fagetalia silvaticae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Walisch 1928. i svezu *Fagion moesiaca* Blečić & Lakušić 1976., primećuje se da je ono najveće u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963. Ova zajednica se, po vlažnijim uslovima staništa i nešto drugačijem florističkom sastavu približava visokoplaninskim beloborovim šumama sveze *Dicrano-Pinion* (Libbert 32) Matuszkiewicz 1962., koje su sindinamski povezane sa zonalnim smrčevim i bukovo-jelovo-smrčevim šumama (Tomić i Rakonjac, 2013). Vrlo značajnu studiju o bazofilnim šumama belog bora dao je Aichinger, 1952 (prema Stefanović, 1960), koji je šumu *Pinetum sylvestris ericosum* shvatio kao prelazni stadij u razvoju vegetacije u pravcu klimatogenih šumskih zajednica bukve-jele ili smrče.

Fitocenološki snimci u zajednici belog bora su uzeti na nadmorskim visinama između 1032-1462 m, što predstavlja veliki raspon, pa samim tim su logične i razlike u florističkom sastavu. Iz fitocenološke tabele (prilog 3) se vidi da su beloborove

sastojine na manjim visinama kserofilnije, kao i da imaju više vrsta karakterističnih za red *Erico-Pinetalia* Ht. 1959.: (*Potentilla alba* L., *Euphorbia angulata* Jacq., *Stachys scardica* (Griseb.) Hayek i dr), dok na većim nadmorskim visinama nalazimo mezofilnije vrste, koje se češće javljaju u smrčevim i bukovo-jelovim šumama (*Oxalis acetosella* L., *Prenanthes purpurea* L., *Gentiana asclepiadea* Mikan ex Pohl., *Picea abies* (L.) Karst. i dr). Do sličnog zapažanja je došla i Pavlović Z. (1951): „U nižim položajima, sastojine belog bora skoro su identične sa crnoborovim sastojinama, dok na višim položajima imaju više sličnosti sa jelovim sastojinama”. I Horvat (1959) navodi da borove zajednice, ako se nalaze u višim područjima, poprimaju elemente reda *Vaccinio-Piceetalia* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al 1939, a elementi koji pripadaju redu *Quercetalia pubescenti* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931. izostaju.

U ilirskoj provinciji, na krečnjacima istočne Bosne, opisana je zajednica *Piceeto-Pinetum illyricum*, koja u svom sastavu sadrži dosta vrsta karakterističnih za redove *Vaccinio-Piceetalia* i *Fagetalia* (Stefanović, 1960). Autor navodi da su šume belog bora i smrče na krečnjacima istočne Bosne sekundarnog karaktera, nastale antropogenim uticajima i predstavljaju jednu kariku u razvoju vegetacije ka klimatogenoj zajednici područja (*Abieto-Fagetum*). Takođe, na manjim površinama na krečnjacima istočne Bosne zabeležena je zajednica *Pinetum illyricum calcicolum*, koja predstavlja trajni stadij vegetacije uslovljen orografskim i edafskim faktorima. U ovoj zajednici se nalaze brojni termofilni elementi iz reda *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931., zatim termofilni elementi visokoplaninskog pojasa, kao i neke vrste iz sveze bukovih i smrčevih šuma. Ova zajednica se nalazi unutar područja bukve i jele, za koje Horvat (po Stefanoviću, 1960) kaže da „ni u doba potpune oledbe nije bila potpuno uništena tercijerna vegetacija, nego su bile granice šumskih pojaseva pomerene na niže. U doba tih poremećaja i kolebanja visinskih poremećaja zauzeo je bor u današnjoj zoni bukve i jele i u zoni subalpijskih šuma velike površine, te je djelomice pokrивao potpuno prostor... Borove sastojine zauzimale su, dakle, nekoć velike prostore, ali su kasnije potisnute na ekstremnija staništa od bolje prilagođene listopadne vegetacije”. U zajednici *Pinetum illyricum calcicolum* na krečnjacima istočne Bosne ni u jednom fitocenološkom snimku nije zabeležena *Erica carnea* L., dok je na dolomitu ona redovno zastupljena. Ovo zapažanje se odnosi na sve borove šume na krečnjacima Dinarskog područja, koje u svom sastavu nemaju crnjušu, ali imaju dosta vrsta karakterističnih za red *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931. (Stefanović, 1979). Ritter-Studnička (1963) je poredila vegetaciju krečnjaka i

serpentinita u BiH i došla do zaključka da se na serpentinitu uočava velika jednoličnost u pogledu vegetacije i siromaštvo u brojnosti vrsta. Na serpentinitu najveće površine zauzimaju kserofilni oblici vegetacije, usled specifičnih mikroklimatskih uslova.

Međutim, šuma crnog bora na dolomitima u Sloveniji, *Fraxino orni-Pinetum nigrae* Martin-Bosse 1967 ima u svom sastavu, pored kserofilnih i termofilnih vrsta i značajan broj predstavnika mezofilnih vrsta. Vrste reda *Erico-Pinetalia* Ht. 1959. učestvuju sa 20.6%, a vrste reda *Fagetalia* sa 14.2% (Dakskobler, 1999). Autor ovu pojavu objašnjava time što se šuma crnog bora nalazi na dodiru sa bukovom šumom, pa biljne vrste iz reda *Fagetalia* prelaze u crnoborovu šumu, što će u budućnosti dovesti do zamene šume crnog bora bukovom. Ovo je još jedan primer sukcesije vegetacije, odnosno sindinamske povezanosti kserofilnijih crnoborovih sa mezofilnijim bukovim šumama.

Dolomiti proučeni na teritoriji BiH (Ritter-Studnička, 1962) imaju neke svoje specifičnosti, kao što su bogatstvo u endemičnim vrstama kao i retkim elementima tog područja uopšte, pojavu vrsta reliktnog karaktera, zastupljenost vrsta iz raznih visinskih oblasti, zbog čega se na istom staništu nailazi na vrste mediteranskog i planinskog porekla. Pojava karakteristične dolomitne flore može se pripisati jedino surovosti podloge koja uklanja konkurenciju između biljnih vrsta, usled čega su se mogli na njoj održati pojedini elementi pionirske vegetacije iz prošlih vremena. Takođe, postoje i druge značajne razlike između borovih šuma na dolomitu u serpentinitu. „U borovim šumama na dolomitu javlja se veći broj mediteranskih i submediteranskih pratilaca i znatan broj vrsta iz reda *Quercetalia pubescentis*, dok se u borovim šumama na serpentinitima najčešće nalazi *Erica carnea* sa nekim tercijernim reliktima, ilirsko i pontsko-mediteranskim elementima. U sastojinama na serpentinitima, pored vrsta iz reda *Quercetalia pubescentis*, javlja se i značajan broj vrsta iz reda *Fagetalia*. Ovo je i razumljivo, jer su borove šume u zapadnim krajevima znatno termofilnije, dok su na serpentinitima i peridotitima duboko u kopnu mezofilnije” (Tomanić, 1970). Da su borove šume zapadnih krajeva termofilnije i da sadrže neke mediteranske i submediteranske elemente pokazuje i floristički sastav šuma belog i crnog bora u Hrvatskoj i Sloveniji, koje često sadrže medunac (*Quercus pubescens*), kao i druge kserofilne vrste drveća: crni jasen, crni grab i dr. (Rauš, 1987). Tako šuma belog bora (*Genisto januensis-Pinetum sylvestris* Tomažič 1940), koja se nalazi na dolomitima i krečnjacima centralne Slovenije, u spratu drveća i žbunja sadrži uglavnom kserofilne i termofilne vrste: *Berberis vulgaris* L., *Fraxinus ornus* L., *Juniperus*

communis L., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Rhamnus saxatilis* Jacq. i dr. (Marinček and Čarni, 2002).

8.14. Poređenje borovih šuma na istraživanim lokalitetima

Za borove šume na serpentinitu je karakteristično da imaju dosta sličan floristički sastav na celom svom arealu. U svakoj šumi se javlja određen broj biljaka koje su usko vezane za serpentinite i koje često imaju veliku brojnost i pokrovnost. U svim opisanim zajednicama redovno su zabeleženi *Erica carnea* L., *Erythronium dens canis* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Vaccinium myrtillus* L., *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *Daphne blagayana* Freyer, *Potentilla heptaphylla* L. i mnoge druge. Pošto borove šume imaju uglavnom otvoren sklop, u njima su česte livadske vrste, kao i vrste hrastovih, bukovih i bukovo-jelovih šuma, na čijem staništu se najčešće javljaju, kao sekundarne fitocenoze. Šuma crnog bora (*Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957) na istraživanim lokalitetima u spratu drveća, žbunja i prizemne flore sadrži lišćarske vrste *Quercus dalechampii* Ten. i *Fagus moesiaca* (K. Maly) Czecz., što je jasan pokazatelj sindinamske povezanosti kserofilnijih borovih sa šumama hrastova i šumama bukve. S druge strane, šuma belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951) u svom sastavu takođe ima ove dve vrste, ali su one znatno manje zastupljene i nisu zabeležene u svim spratovima. U šumi belog bora (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963) uopšte nije zabeležen *Quercus dalechampii* Ten., dok se *Fagus moesiaca* (K. Maly) Czecz. javlja u spratu žbunja i prizemne flore. Šuma belog i crnog bora u svim spratovima sadrži četinarske vrste *Picea abies* (L.) Karst. i *Abies alba* Mill. Ove vrste su zabeležene i u šumi belog bora, ali sa mnogo većim stepenom prisutnosti kao i sa velikom brojnošću i pokrovnošću, što je dokaz sindinamske povezanosti beloborovih šuma sa bukovo-jelovim i smrčevim šumama.

Ako se analizira flora istraživanih područja, primećuje se da se Kopaonik ipak značajno razlikuje od ostalih lokaliteta. Šuma crnog bora na Jelenskom osoju (Kopaonik) egzistira u težim životnim uslovima nego ova zajednica na ostalim lokalitetima. Nagibi su uglavnom strmiji nego na drugim lokalitetima, zemljišta su skeletnija i plića, ekspozicije su toplije, uglavnom zapadne i jugozapadne. U svom florističkom sastavu, u poređenju sa drugim lokalitetima, sadrži najviše vrsta koje pripadaju kserofilnijim areal tipovima, kao i hamefita, jer su ove vrste u stanju da podnesu teške uslove života. Ova zajednica ima 20% kserofita (*Dorycnium*

pentaphyllum Scop. ssp. *germanicum* (Grem.) Gams & Hegi, *Euphorbia glabriflora* Vis., *Carex humilis* Leysser, *Calamintha acinos* (Schur) Danndy i dr), što je gotovo duplo više od broja kserofita na drugim lokalitetima. Ove karakteristike odgovaraju IV bonitetu sastojine na Kopaoniku (Tomanić, 1970).

Kao što je već rečeno, šuma crnog bora na Kopaoniku, centralna Srbija, se po svom florističkom sastavu dosta razlikuje od šume crnog bora u zapadnoj Srbiji. „Idući prema jugu od središta razvitka u zapadnoj Srbiji, borove šume menjaju svoj izgled, sastav i građu, slabije su vitalnosti i njihov floristički sastav je siromašniji u najznačajnijim vrstama borovih šuma. Beli bor nestaje, a crni bor dominira” (Pavlović, 1964). Beli bor na Jelenskom osoju pokazuje daleko slabiju vitalnost u poređenju sa crnim borom. Stabla su niska, granata, male tehničke vrednosti, i po svojim karakteristikama se značajno razlikuju od stabala belog bora iz zapadne Srbije. Na prostoru ove gazdinske jedinice uslovi života su ekstremniji, neke vrste koje su karakteristične za bazofilne borove šume nestaju ili je njihovo prisustvo znatno smanjeno, a pojavljuju se nove koje u zapadnoj Srbiji nisu zabeležene. Tu pre svega treba pomenuti crnjušu (*Erica carnea* L.), koja ima dosta manju brojnost i pokrovnost nego u ostalim delovima Srbije. Crnjuša ima ilirsko geografsko rasprostranjenje, tako da joj klimatske prilike Kopaonika ne odgovaraju. Na Kopaoniku nije zabeležena ni *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, jedna od karakterističnih vrsta borovih šuma. Redovan pratilac ovih šuma je crvena kleka (*Juniperus oxycedrus* L.), predstavnik submediteranske flore, koja nije zabeležena u okviru naših istraživanja na Tari, Šarganu, Pešteru i Zlatiboru, a vrlo je često zastupljena na dolomitima, kao još jedan dokaz kserofilnosti istraživanih sastojina na Kopaoniku. Pojava ove vrste je u korelaciji sa klimatskim uticajima mediterana na pojedine delove Kopaonika. Tokom istraživanja na Kopaoniku u okviru zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 i *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 nije zabeležen *Epimedium alpinum* L, dok je na svim drugim lokalitetima zabeležen, što predstavlja još jednu značajnu razliku. Ovu vrstu Pavlović (1964) navodi kao stalnog pratioca hrastovih i bukovih šuma Ibarskog masiva. *Epimedium alpinum* L. predstavlja ilirsku vrstu, čije se prisustvo idući prema zapadu povećava, pa je na teritoriji Bosne u okviru šume crnog bora po ovoj vrsti izdvojena subasocijacija *Erico-Pinetum nigrae epimeditosum alpinae* (Bojadžić, 1969). Generalno gledano, borove šume Kopaonika su siromašnije u pogledu zastupljenosti ilirskih vrsta, što je i očekivano, s obzirom da se one ovde nalaze na istočnoj granici ilirskog flornog područja.

Iako je zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na Kopaoniku dosta kserofilna, ona se nalazi unutar klimaregionalnih šuma *Fagetum montanum* i *Abieti-Fagetum* (Jovanović, 1972), pa u svom sastavu sadrži i mezofilnije vrste. Bukva (*Fagus moesiaca* (K. Maly) Czecz.) se javlja u svim spratovima, a zabeležen je i podmladak balkanskog kitnjaka (*Quercus dalechampii* Ten.), što govori o sindinamskoj povezanosti borovih šuma na serpentinitu sa mezofilnijim lišćarskim šumama. Takođe, zabeleženo je i prisustvo mukinje (*Sorbus aria* Crantz.), vrste koja se uglavnom javlja u regionu bukve na otvorenim, svetlijim terenima. Prisustvo navedenih vrsta govori da se ovde ipak radi o sekundarno nastaloj zajednici, čiji nastanak je posledica zooantropogenih uticaja. Zajednica crnog i zajednica crnog i belog bora na Kopaoniku imaju značajno prisustvo vrste *Euphorbia glabriflora* Vis., koja predstavlja ilirski endemit i relik, a na ovom lokalitetu beleži veliku brojnost i pokrovnost, što je jasan pokazatelj da ove šume ipak imaju ilirsko obeležje. Ona je takođe značajna jer gradi endemičnu zajednicu *Festuco duriusculae-Euphorbietum glabriflorae* S. Jov., R. Jov. (1989) 1992, koja se javlja na kamenjarima i pašnjacima Tare i Zlatibora (Jovanović et al. 1992). Ova vrsta je zastupljena i u drugim delovima Srbije, pa je na teritoriji Kosova, na više mesta zabeležena zajednica *Hyperico-Euphorbietum glabriflorae* Rexhepi 1978, koja se javlja samo na serpentinitima i ima značajnu ulogu u borbi protiv erozije (Krasniqi and Millaku, 2007).

Zajednica *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 na Kopaoniku je prvobitno bila opisana kao *Euphorbio glabriflorae-Pinetum nigrae* Jov (Jovanović, 1972), koja je sintaksonomski najbliža zajednici *Potentillo-Pinetum gočensis euphorbietosum* na Goču, ali je kasnije u novoj sintaksonomskoj klasifikaciji šumske vegetacije Srbije uvrštena u zajednicu *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 (Tomić, 2006; Tomić i Rakonjac, 2011). Regresivna sukcesije šume crnog bora na Kopaoniku (*Euphorbio glabriflorae-Pinetum nigrae* Jov., *Erico-Pinetum nigrae* B. Jov.) ide do pašnjaka i vegetacije kamenjara koji su predstavljeni zajednicama *Artemisio-Achnatherum calamagrostis* R. Jovanović-Dunjić & S. Jovanović 1987, *Carici humilis-Festucetum pancicianae* R. Jov.-Dunj. & S. Jov. 1987 i *Erico-Seslerietum rigidae* R. Jov.-Dunj. & S. Jov. 1987 (Vasić i Diklić, 2001).

Floristički najsličnije šume crnog bora, kao i belog i crnog bora, rastu na Tari i Šarganu. Ovo je logično, s obzirom na jako malu udaljenost ovih lokaliteta. Šume su prilično očuvane, naročito na Tari, dok na području Šargan na njihovom staništu često možemo naći veštački podignute sastojine. Na ova dva lokaliteta u spratu drveća,

žbunja, a naročito u spratu prizemne flore, često srećemo balkanski kitnjak (*Quercus dalechampii* Ten.). što je dokaz da je šuma crnog bora sindinamski povezana sa zajednicom balkanskog kitnjaka *Asplenio cuneifoliae* - *Quercetum dalechampii* (Pavlović 51)..

Ovaj predeo pripada Dinarskom planinskom sistemu, gde dolinom Drine ipak dopiru mediteranski uticaji, što se odražava na nešto više prosečne godišnje temperature i na manju količinu padavina u poređenju sa Zlatiborom. Možda je to jedan od razloga što na ova dva lokaliteta nisu zabeležene čiste šume belog bora. Beli bor gradi mešovitu šumu zajedno sa crnim borom, što nije posledica samo klimatskih uticaja, već i orografskih i edafskih.

Dok se šume crnog bora na istraživanim lokalitetima značajno razlikuju po florističkom sastavu, čemu u velikoj meri doprinosi antropogeni faktor, te razlike nisu toliko izražene kad su u pitanju šume belog i crnog bora na Kopaoniku, Zlatiboru, Tari i Šarganu. Ipak, šume belog i crnog bora na Kopaoniku (centralna Srbija) imaju više specifičnosti u svom florističkom sastavu od ovih šuma na Zlatiboru, Tari i Šarganu (zapadna Srbija). Zapadna Srbija je središte razvitka borovih šuma, tu se susreću areali crnog i belog bora, pa je najbolje i najtipičnije razvijena šuma crnog i belog bora, što je bio razlog da se prvobitno sve šume crnog i belog bora svrstaju u jednu zajednicu-*Pinetum silvestris nigrae* Pavl. (Pavlović, 1951, 1964). Autorka je smatrala da ovoj zajednici pripadaju i borove šume Crnog vrha kod Priboja i Viogora, iako u njima nije zabeležen beli bor. Sličnog mišljenja je bio i Horvat (1959), koji je beli bor (*Pinus sylvestris* L.) posmatrao samo kao diferencijalnu vrstu, a crni bor (*Pinus nigra* Arnold) kao karakterističnu vrstu bazofilnih borovih šuma. Ipak, kasnija istraživanja su pokazala da postoje opravdani razlozi za razdvajanje šuma crnog od šuma belog bora, pre svega u pogledu florističkog sastava i edafskih karakteristika, pa su one u pregledu sintaksona šumske vegetacije u Srbiji tretirane kao zasebne fitocenoze (Tomić, 2006; Tomić i Rakonjac, 2011; Tomić i Rakonjac, 2013).

U pogledu florističkih karakteristika, veliku sličnost pokazuju šume crnog i šume belog bora na Zlatiboru i Pešteru (planina Ozren), što je klaster analiza i pokazala. Tome doprinosi i sam geografski položaj planine Ozren, koja predstavlja vezu između zlatiborskog serpentinskog masiva i serpentinskih masiva jugoistočne Bosne s jedne strane i serpentinskih masa u oblasti Drima u Albaniji, s druge strane (Pavlović, 1953). Svakako da oba navedena lokaliteta imaju i neke svoje osobenosti kada je u pitanju floristički sastav istraživanih šuma, što su pokazale korespondentna

analiza (CA) i klaster analiza, jer su i šume crnog i šume belog bora formirale zasebne skupine. U šumi crnog bora na Pešteru u prizemnom sloju dominiraju *Erica carnea* L., *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi i *Vaccinium myrtillus* L., dok druge vrste imaju daleko manju brojnost i pokrovnost. Šuma crnog bora na Zlatiboru je jako devastirana usled konstantnog pašarenja, o čemu govori i sastav prizemne flore. Na ovom lokalitetu zabeleženo je visoko prisustvo vrsta *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv, *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *germanicum* (Grem.) Gams & Hegi, *Danthonia calycina* (Vill.) Rchb., koje su pokazatelji velike degradiranosti šumskih fitocenoza (Redžić, 1988). Treba napomenuti da na Pešteru, kao ni na Kopaoniku, nije zabeležena *Potentilla alba* L., ali je od drvenastih vrsta zabeležena *Sorbus austriaca* (Beck.) Hldr., koja nije konstatovana na drugim lokalitetima. Generalno gledano, šuma crnog bora na Pešteru je prilično jednolična, jer je mali broj vrsta koje značajno učestvuju u izgradnji fitocenoze. Na Pešteru je vegetacioni period kratak, zime su duge i hladne, tako da su u okviru šuma crnog bora opstale samo one vrste koje su se prilagodile na ekstremne temperaturne uslove.

Šuma crnog bora na Pešteru je u ranijim istraživanjima opisana kao zajednica gočkog crnog bora - *Potentillo-Pinetum nigrae gočensis* Jovanović 1959 (Rakonjac, 2002). Međutim, na području gazdinske jedinice Dubočica Bare šuma crnog bora koja je bila predmet istraživanja ne odlikuje se velikim florističkim bogatstvom (u 10 snimaka je zabeleženo 77 taksona, dok je u šumi gočkog crnog bora u 5 snimaka zabeleženo 125 taksona (Rakonjac, 2002)), niti se odlikuje značajnim udelom endemita, što je njena osnovna karakteristika. Prisustvo kserofilnijih flornih elemenata je manje, a borealnih, cirkumborealnih i cirkumpolarnih veće nego u prethodno opisanoj zajednici *Potentillo-Pinetum nigrae gočensis* Jovanović 1959. Takođe, crnjuša (*Erica carnea* L.) je na ovom lokalitetu prisutna u svim snimcima sa velikom brojnošću i pokrovnošću, dok je *Potentilla heptaphylla* L. zabeležena u samo tri od deset snimaka, i to sa minimalnom brojnošću i pokrovnošću. Primetno je i značajno prisustvo vrsta *Fagus moesiaca* (K. Maly) Czecz. i *Quercus dalechampii* Ten. u spratu žbunja i prizemne flore. Ako se uzmu u obzir stanišni uslovi kao i floristički sastav šume crnog bora na Pešteru, može se zaključiti da opisana šuma pripada zajednici crnog bora sa crnjušom, *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957, koja je najverovatnije sekundarnog karaktera i nalazi se u okviru klimaregionalne šume bukve i šume balkanskog kitnjaka. Ovde imamo pojavu inverzije vegetacije, gde se u dolinama i na manjim nadmorskim visinama javljaju šume bukve ili najčešće balkanskog kitnjaka, a na većim visinama i

nagibima crni bor, koji se naselio na staništa ovih vrsta usled snažnog dejstva zooantropogenog faktora. Na osnovu svega navedenog nameće se zaključak da na području Peštera crni bor najverovatnije gradi dve fitocenoze: *Potentillo-Pinetum nigrae* B. Jovanović 1959 (*Potentillo-Pinetum nigrae gočensis* Jovanović 1959) i *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957.

I šume belog bora na istraživanim lokalitetima pokazuju veliku sličnost. Usled vlažnije klime i veće količine padavina prouzrokovanih većom nadmorskom visinom, dolazi do ispiranja baza i zakišeljavanja zemljišta, pa je značajno prisustvo acidofilnih vrsta: *Vaccinium myrtillus* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. i dr. Ove šume u svom sastavu redovno sadrže smrču (*Picea abies* (L.) Karst.), koja je takođe acidofilna vrsta, osim šuma belog bora manjih nadmorskih visina na Zlatiboru. Takođe je zabeležen i crni bor (*Pinus nigra* Arnold), koji se javlja pojedinačno ili u manjim grupama. Šuma belog bora na Pešteru i na Zlatiboru (na većim nadmorskim visinama) se po svom florističkom sastavu približava bukovo-jelovim i smrčevim šumama. Na oba lokaliteta u spratu prizemne flore veliku brojnost i pokrovnost imaju *Erica carnea* L. i *Vaccinium myrtillus* L., a na Pešteru i *Daphne blagayana* Freyer. Na Pešteru je upadljivo visoko prisustvo kleke (*Juniperus communis* L.) u spratu žbunja, dok je na Zlatiboru zabeležena u samo jednom fitocenološkom snimku. *Juniperus communis* L. je značajna kao pionirska vrsta koja na serpentinitu poboljšava mikroklimatske i edafske uslove staništa i omogućava spontano naseljavanje drvenastih vrsta, zaštitu podmlatka i formiranje šumske sastojine (Čolić, 1957). Kao što je napred rečeno, u južnijim delovima Srbije, gde su uslovi kserofilniji, običnu kleku - *Juniperus communis* L. zamenjuje crvena kleka - *Juniperus oxycedrus* L., subkserofilna vrsta submediteranskog areal tipa.

Šuma belog bora na Pešteru i Zlatiboru je jako dobro razvijena a stabla su dobre vitalnosti. Iako je južna granica rasprostranjenja belog bora na Pešteru, ovde beloborove šume imaju dobre karakteristike usled povoljnih lokalnih klimatskih uticaja, a na Zlatiboru je šuma belog bora u optimumu svog razvitka u Srbiji (Pavlović, 1964).

9. ZAKLJUČCI

U radu je izvršeno detaljno proučavanje šuma crnog bora, šuma crnog i belog, kao i šuma belog bora na području Zlatibora, Kopaonika, Peštera, Tare i Šargana. S obzirom da šume crnog i belog bora čine značajan kompleks azonalnih i orografsko-edafski uslovljenih šuma na ofiolitskim masivima zapadne i donekle centralne Srbije, postavljeni su i najvažniji ciljevi ovog rada: utvrđivanje ekoloških karakteristika staništa, kao i njihov uticaj na vegetaciju, ispitivanje florističkih karakteristika šuma crnog i belog bora, međusobna komparacija istraživanih šuma radi utvrđivanja odnosa i razlika između pojedinih šumskih sastojina, utvrđivanje pravaca mogućih sukcesija, određivanje sintaksonomske pripadnosti istraživanih šuma crnog i belog bora. Fitocenološki snimci su urađeni metodom Braun Blankea (Braun Blanquet-a), a snimanja vegetacije su urađena u tri aspekta: rano proleće, prelaz proleće-leto i u leto. Fitocenološka i pedološka terenska istraživanja su obavljena u periodu 2009.-2011. godine. Za opis klimatskih karakteristika i geološke podloge korišćeni su podaci dobijeni istraživanjima drugih autora. Na osnovu obrade i analize podataka dobijenih sopstvenim istraživanjima ili istraživanjima drugih autora, došlo se do sledećih rezultata:

- Na svim istraživanim lokalitetima najtopliji meseci u godini su jul ili avgust a najhladniji mesec je januar. Na svim lokalitetima maksimum padavina zabeležen je u junu a minimum u februaru, izuzev Kopaonika, gde najmanje padavina ima u oktobru. Najvlažniji mesec je decembar (na Kopaoniku novembar), a jesen je vlažnija od proleća. Strujanje vazduha je dosta izraženo, ali su jaki olujni vetrovi prilično retki. Na istraživanim lokalitetima, prema Langovoj bioklimatskoj klasifikaciji, klima je humidna, a prema Torntvajtovoj (Thornthwaite 1948) klasifikaciji, klima varira između umereno, pojačano do jako humidne. To je tipično šumsko područje gde je oticanje vode stalno, a šume se nalaze u optimalnim klimatskim uslovima za rast i razvoj.

- Na svim istraživanim lokalitetima geološka podloga je izgrađena od serpentinita, peridotita i serpentinisanih peridotita.

- Na istraživanim lokalitetima opisana su sledeća zemljišta: eutrično humusno silikatno zemljište (ranker) na serpentinitu, posmeđeno eutrično humusno silikatno zemljište na serpentinitu i eutrično smeđe zemljište na serpentinitu. U okviru ovih tipova izdvojeno je više varijeteta i formi. Šuma crnog bora je opisana na jako do srednje skeletnom eutrično humusno silikatnom zemljištu, a dva profila su otvorena i na

posmeđenom eutrično humusno silikatnom zemljištu. Šuma belog i crnog bora se nalazi na plitkom do dubokom, najčešće srednje skeletnom eutrično humusno silikatnom zemljištu, dok je na jednom profilu opisano eutrično smeđe zemljište. Šuma belog bora se nalazi na najrazvijenijem, eutričnom smeđem zemljištu na serpentinitu, dok se samo jedna sastojina nalazi na posmeđenom eutrično humusno silikatnom zemljištu na serpentinitu.

- U okviru istraživanja opisane su tri šumske fitocenoze: *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957, *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 i *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963. Sve tri zajednice pripadaju svezi *Orno-Ericion* Horvat 1959, redu *Erico-Pinetalia* Oberdorfer 49 emend. Ht 1959 i razredu *Erico-Pinetea* Ht 1959.

Šuma crnog bora sa crnjušom (*Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957) je, u okviru istraživanja, opisana na Zlatiboru, Tari, Šarganu, Pešteru i Kopaoniku. Zauzima uglavom hladnije ekspozicije (N, E, NW, NE). Prosečna nadmorska visina na kojoj se ova zajednica javlja iznosi 1050 m, a prosečan nagib 26°. U ovoj zajednici je zabeleženo ukupno 170 vrsta u 40 fitocenoloških snimaka. Karakteristični skup vrsta čine *Erica carnea* L., *Erythronium dens canis* L., *Pinus nigra* Arnold, *Stachys scardica* (Griseb.) Hayek, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv, *Vicia cracca* L. i *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck. Zabeležene su 42 familije, a najveće prisustvo imaju vrste iz familije *Rosaceae* i *Poaceae*. U spektru životnih oblika dominiraju hemikriptofite. U spektru areal tipova dominira zbirni srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip. U odnosu prema vlazi nešto su brojnije vrste koje teže kserofilnim (kserofite i subkserofite). U odnosu prema količini azota u zemljištu dominiraju oligotrofne vrste, a u odnosu prema svetlosti preovlađuju vrste koje teže heliofilnim. U zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 najzastupljenije su vrste heliofilno-termofilnog karaktera, među kojima dominiraju vrste karakteristične za red *Erico-Pinetalia*, odnosno svezu *Erico-Pinion*.

Šuma belog i crnog bora (*Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951), koja je proučena na Zlatiboru, Tari, Šarganu i Kopaoniku, javlja se i na toplim i na hladnim ekspozicijama, ali ipak češće na hladnijim (N, E, NW, NE). Prosečna nadmorska visina na kojoj je zabeležena ova šuma iznosi 1081 m a prosečan nagib 25°. U okviru 35 fitocenoloških snimaka zabeležene su 143 vrste. Karakteristični skup vrsta čine *Erica carnea* L., *Erythronium dens canis* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Symphytum tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soo, *Sesleria serbica* (Adamović) Ujhelyi, *Vaccinium myrtillus* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv, *Pinus nigra*

Arnold i *Pinus sylvestris* L. U okviru ove zajednice na četiri lokaliteta zabeležene su biljne vrste koje pripadaju u 40 familija, od kojih su najzastupljenije biljke iz familije *Poaceae*, *Rosaceae* i *Asteraceae*. U spektru životnih oblika dominiraju hemikriptofite, a u spektru areal tipova, kao zbirni srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip. U odnosu prema vlazi zajednica *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 je ksero-mezofilnog karaktera. Ova zajednica u svom florističkom sastavu ima najviše oligotrofa-mezotrofa, a u odnosu prema svetlosti gotovo je jednako učešće polusciofita i polusciofita-heliofita, koji su i najzastupljeniji. Na osnovu spektra cenološke karakterističnosti ustanovljeno je da u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 dominiraju vrste heliofilno-termofilnog karaktera.

Šuma belog bora i crnjuše na ofiolitima (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963) je u okviru istraživanja zabeležena na Zlatiboru i Pešteru, na prosečnoj nadmorskoj visini od 1270 m. Zauzima uglavnom hladnije ekspozicije, dok se na toplijim pojavljuje mnogo ređe. Prosečna vrednost nagiba iznosi 16°. U zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 je urađeno 20 fitocenoloških snimaka i zabeležene su 144 vrste. Karakteristični skup vrsta čine *Erica carnea* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. & Deck, *Symphytum tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soo, *Sorbus aucuparia* L., *Campanula persicifolia* L., *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Muscari botryoides* (L.) Mill., *Polygala amara* L., *Rosa pendulina* L., *Euphorbia amygdaloides* L. i *Crocus veluchensis* Herbert. U okviru zajednice biljne vrste pripadaju u 48 familija, a najveće učešće imaju biljke iz familije *Poaceae* i *Rosaceae*. U spektru životnih oblika najbrojnije su hemikriptofite, a u spektru areal tipova najzastupljeniji je zbirni srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip. U odnosu prema vlažnosti zemljišta preovlađuju submezofite i mezofite, a ova zajednica u svom florističkom sastavu ima najviše oligotrofa-mezotrofa. U odnosu prema svetlosti dominiraju polusciofite-heliofite, a u spektru sintaksonomske pripadnosti heliofilne i termofilne vrste.

Podaci o orografskim parametrima koji su dobijeni analiziranjem položaja oglednih površina pokazuju da zajednica crnog bora zauzima manje nadmorske visine, veće nagibe i u najvećem broju slučajeva zaklonjene ekspozicije. Zajednica belog bora zauzima veće nadmorske visine, blaže nagibe i zaklonjene ekspozicije. Zajednica crnog i belog bora se javlja na nešto većim nadmorskim visinama nego crni bor, na malo blažim nagibima i takođe na zaklonjenim ekspozicijama, ali se sve te vrednosti

približavaju vrednostima kod crnog bora, dok se znatno razlikuju od vrednosti kod beloborove šume.

Testiranje F testom sa verovatnoćom od 95% je pokazalo da postoji statistički značajna razlika u prosečnom broju vrsta po fitocenološkom snimku, nadmorskoj visini i nagibu između zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 i zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957, kao i između šume *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 i šume *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951, ali ne i između zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 i zajednice *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951. Između posmatranih fitocenoza ne postoji statistički značajna razlika u pogledu sklopa sprata drveća, kao i u pokrovnosti prizemne flore. Testiranje LSD testom je pokazalo da postoji statistički značajna razlika u sklopu sprata žbunja između zajednice *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 i zajednice *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957.

Za sve navedene fitocenoze je zajedničko da su u njima najbrojnije biljne vrste iz familije *Rosaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae* i *Fabaceae*. Zajednica crnog bora ima najveće prisustvo biljaka iz familija *Rosaceae* i *Poaceae* (12.5%:10.7%), zajednica belog i crnog bora takođe ima najveće prisustvo biljnih vrsta iz familija *Poaceae* i *Rosaceae* (12.2%:11.5%), dok su u zajednici belog bora najbrojnije biljke iz ove dve familije, i to sa podjednakom zastupljenošću (11.9%:11.9%).

Sve šumske fitocenoze na istraživanim područjima u spektru životnih oblika imaju najviše hemikriptofita, čiji je procenat najveći u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 (67%). U sve tri opisane zajednice kao zbirni dominira srednjeevropski i srednjeevropsko-kavkaski areal tip, čije prisustvo je najveće u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 (40%). Šuma belog bora ima najveće prisustvo borealnih i cirkumborealnih vrsta hladnijih predela u poređenju sa druge dve zajednice, dok šuma crnog bora ima najviše kserofilnijih vrsta mediteransko-submediteranskog i pontsko-mediteransko-submediteranskog areal tipa. Kada je u pitanju odnos biljaka prema vlažnosti, u zajednici *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 su najbrojnije vrste koje teže kserofilnim, u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 je podjednako učešće kserofilnih i mezofilnih vrsta, dok su u zajednici *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 brojnije mezofilne vrste. Prema količini azota u zemljištu sve zajednice su oligotrofno-mezotrofnog karaktera. U zajednicama *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957 i *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 su najbrojnije polusciofilno-heliofilne vrste, dok u zajednici *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951 dominiraju polusciofilne vrste. Šuma belog i crnog bora, u poređenju sa šumom crnog

bora, ima značajno veće učešće acidofilnih vrsta. U svim istraživanim zajednicama u spektru cenološke karakterističnosti dominiraju heliofilne (termofilne) vrste.

Šuma crnog bora se odlikuje značajnim prisustvom balkanskog kitnjaka (*Quercus dalechampii* Ten.), što govori o sindinamskoj vezi kserofilnijih borovih sa mezofilnijim hrastovim šumama. Na istraživanim lokalitetima je uglavnom degradirana ili je sekundarnog karaktera, gde se nalazi u okviru kitnjakovih, bukovih i bukovo-jelovih šuma.

Na nekim lokalitetima stanišni uslovi odgovaraju i belom i crnom boru, tako da oni formiraju zajedničku fitocenozu. Ipak, ta šuma se po svojim florističkim karakteristikama približava čistoj šumi crnog bora, a crni bor je dominantnija vrsta.

Šume belog bora nižih nadmorskih visina približavaju se po florističkom sastavu šumama crnog i šumama crnog i belog bora. Šume belog bora većih nadmorskih visina u svom florističkom sastavu imaju veliki broj vrsta vezanih za bukovo-jelove i smrčeve šume, sa kojima su sindinamski povezane.

Najsličnije šume crnog i šume belog i crnog bora rastu na Šarganu i Tari.

Šuma crnog i šuma belog i crnog bora na Kopaoniku se po florističkom sastavu i stanišnim karakteristikama najviše razlikuje u poređenju sa ovim šumama na drugim istraživanim lokalitetima. Ovde je beli bor na granici svog ekološkog minimuma.

10. LITERATURA I IZVORI

1. Afzal-Rafii, Z., Dodd., R. S. (2007): Chloroplast DNA supports a hypothesis of glacial refugia over postglacial recolonization in disjunct populations of black pine (*Pinus nigra*) in Western Europe, *Molecular Ecology*, No. 16, 723-736
2. Allaby, M. (2005): *Dictionary of Ecology*, Oxford University press
3. Alexander, E. B. (2004): Serpentine soil redness, Differences among peridotite and serpentinite materials, Klamath Mountains, California. *International Geology Review*, 46, 754-764
4. Alexander, E. B. (2009): Serpentine geoecology of the eastern and southeastern margins of north America, *Soil and biota of serpentine: A world view northeastern naturalist*, Vol. 16, special issue 5, 223-252
5. Altinöz, H., Karagöz, A., Polat, T., Ünver, I. (2012): Nickel hyperaccumulation by natural plants in Turkish serpentine soils, *Turk J Bot* 36, 269-280
6. Antić, M., Avdalović V., Jović, N. (1965): Karakteristike i evoluciono-geneteske serije zemljišta na serpentinitima meliorativne jedinice planine Goč. *Zemljište i biljka* Vol. 14, N°1, Beograd
7. Antić, M., Jović, N., Avdalović V. (1990): *Pedologija*, Naučna knjiga, Beograd
8. Avdalović, V., Jović, N. (1991): Pedološka karta evoluciono-genetičke serije zemljišta na serpentinitima Goča sa komentarom. *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu*, br. 73, 67-71
9. Banković, S., Medarević, M. (2002): *Kodni priručnik za informacioni sistem o šumama Republike Srbije*, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Beograd
10. Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., Petrović, N. (2009): Nacionalna inventura šuma Republike Srbije-Šumski fond Republike Srbije, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije-Uprava za šume, Beograd, 1-244
11. Barčić, D., Španjol, Ž., Rosavec, R. (2011): Utjecaj na stanište i razvoj šumskih kultura crnoga bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na krškom submediteranskom području, *Croatian Journal of Forest Engineering*, Vol. 32, No. 1, 131-140

12. Barton, A.M., Wallenstein, M.D. (1997): Effects of invasion of *Pinus virginiana* on soil properties in serpentine barrens in southeastern Pennsylvania, J. Torrey Bot. Soc (4), 29-305
13. Bennett, K.D., Tzedakis, P.C., Willis, K.J. (1991): Quaternary refugia of north European trees, Journal of Biogeography, No. 18, 103-115
14. Bojadžić, N. (1969): Prirodno obnavljanje čistih sastojina crnog bora u gospodarskoj jedinici „Turijska“, magistarski rad, Šumarski fakultet, Beograd
15. Bojadžić, N. (2001): Gazdovanje šumama, Centar za tehnološki i okolinski razvoj-Ceteor, Sarajevo
16. Bogunić, F., Muratović, E., Ballian, D., Siljak-Yakovlev, S., Brown, S. (2007): Genome size stability among five subspecies of *Pinus nigra* Arnold s.l., Environmental and Experimental Botany, No. 59, 354-360
17. Brady, K.I., Kruckeberg, A.R., Bradshaw Jr. H.D. (2005): Evolutionary ecology of plant adaptation to serpentine soils, Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., No. 36, 243-266
18. Braun-Blanquet, J. (1931): Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde, Springer Verlag, Wien
19. Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde, 3rd ed., Springer, Wien, New York, 865 str.
20. Brooks, R.R. (1998): Geobotany and hyperaccumulators, In: Brooks R.R. (Ed), Plants that hyperaccumulate heavy metal. CAB international, Wallingford, UK, 55-94
21. Brown, P. H., Welch, R. M., Cary, E. E. (1987): Nickel: A micronutrient essential for higher plants, Plant physiol. No. 85, 801-803
22. Bucalo, V. (1994): Šumska vegetacija planine Jadovnik u zapadnoj Bosni, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd
23. Bucalo, V., Brujić, J., Travar, J., Milanović, Đ. (2008): Flora prašumskog rezervata Lom, Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 550 str.
24. Carter, S.P., Proctor, J., Slingsby, D.R. (1987): Soil and vegetation of the Keen of Hamar serpentine, Shetland, J. Ecol. 75 (1), 21-42
25. Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A., Gómez, J.M. (2004): Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat, Journal of ecology, 92(2), 266-277

26. Chardot, V., Echevarria, G., Gury, M., Massoura, S., Morel, J. L. (2007): Nickel bioavailability in an ultramafic toposequence in the Vosges Mountains (France), *Plant Soil* No. 293, 7-21
27. Chiarucci, A., De Dominicis, V. (1995): Effects of pine plantations on ultramafic vegetation of central Italy, *Israel Journal of Plant Sciences*, vol. 43, 7-20
28. Chiarucci, A. (1996): Species diversity in plant communities on ultramafic soils in relation to pine afforestation, *J. Veg. Sci.* 7, 57-62
29. Chiarucci, A. (2004): Vegetation ecology and conservation on Tuscan ultramafic soil, The New York Botanic Garden, Bronx, USA, 2004.
30. Chiarucci, A., Riccucci, M., Celesti, C., De Dominicis, V. (1998a): Vegetation-environment relationships in the ultramafic area of Monte Ferrato, Italy, *Israel Journal of Plant Sciences*, vol. 46, 213-221
31. Chiarucci, A., Robinson, H.B., Bonini, I., Petit, D. Brooks, R.R., De Dominicis, V. (1998b): Vegetation of Tuscan Ultramafic soils in relation to edafic and physical factors, *Folia Geobotanica* 33, 113-131
32. Chiarucci, A., Rocchini, D., Leonzio, C., De Dominicis, V. (2001): A test of vegetation-environment relationship in serpentine soils of Tuscany, Italy, *Ecological research*, 16, 627-639
33. Chiarucci, A., Bonini, I., Fattorini, L. (2003): Community dynamics of serpentine vegetation in relation to nutrient addition and climatic variability, *Journal of Mediterranean Ecology*, Vol. 4, No. 1, 23-30
34. Chiarucci, A., Bonini, I. (2005): Quantitative floristics as a tool for the assessment of plant diversity in Tuscan forests, *Forest Ecology and Management* 212, 160-170
35. Chiarucci, A., Baker, A.J.M. (2007): Advances in the ecology of serpentine soil, *Plant and soil*, 293 (1-2), 1-2
36. Chytrý, M., Tichý, L., Holt, J., Botta-Dukát, Z. (2002): Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures, *J. Veg. Sci.* No. 13, 79-90
37. Chytrý, M., Otýpková, Z. (2003): Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation, *Journal of vegetation science* 14, 563-570
38. Cooper, A. (2002): The serpentine ecosystem in the Livingstone shire: A literature review

39. Csontos, P., Halbritter, A., Tamás, J., Szili-Kovács, T., Kalapos, T., Uzinger, N., Anton, A. (2012): Afforestation of dolomite grasslands with non-native *Pinus nigra* in Hungary and its effect on soil trace elements, *Applied ecology and environmental research* 10(4), 405-415
40. Cvjetičanin, R. (1988): Kitnjak na serpentinitima Goča-rasprostranjenje i ekologija, magistarski rad, Šumarski fakultet, Beograd
41. Cvjetičanin, R. (1999): Taksonomija i cenoekologija balkanskog hrasta kitnjaka (*Quercus dalechampii* Ten.) na serpentinitima centralne i zapadne Srbije, doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd
42. Cvjetičanin, R. (2002): Fitocenološka pripadnost staništa na kojima su podignute kulture crnog i belog bora na području Užica, Prorede u kulturama bora. Javno preduzeće za gazdovanje šumama „Srbijašume“ i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Posebno izdanje. Beograd. 29-36
43. Cvjetičanin, R., Krstić, M., Knežević, M., Kadović, R., Belanović, S., Košanin, O. (2007): Taksonomija, ekološki uslovi i šumske zajednice hrasta kitnjaka. Monografija Hrast kitnjak u Srbiji, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije
44. Cvjetičanin, R., Perović, M. (2010): Praktikum iz Dendrologije, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1-265
45. Čolić, D. (1957): Ispitivanje uloge kleke (*Juniperus communis*) na serpentinskom erozivnom zemljištu. Institut za ekologiju i biogeografiju SAN., Beograd
46. Čolić, D. (1960): Pionirske vrste i sukcesije biljnih zajednica, Zbornik radova, knjiga 4, Biološki institut N. R. Srbije, Beograd, 1-28
47. Čelepirović, N., Ivanković, M., Gradečki-Poštenjak, M., Nagy, L., Borovics, A., Novak-Agbaba, S., Littvay, T. (2009): Review of investigation of variability of nad1 gene intron B/C of mitochondrial genome in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), *Periodicum biologorum*, Zagreb, vol. 111, No.4, 453-457
48. Ćirić, M. (1962): Ein Beitrag zur Bodenbildung auf Serpentin, *Zeit. für Pfl. Düng. Bod. /Band, Heft 2*, 96-141
49. Dakskobler, I. (1999): Contribution to the Knowledge of the Association Fraxino orni-Pinetum nigrae Martin-Bosse 1967, *Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum* 12, St. Pölten, 25-52

50. D' Amico, M. E. (2009): Soil ecology and pedogenesis on ophiolitic materials in the western Alps (Mont Avic Natural Park, North-Western Italy): soil properties and their relationships with substrate, vegetation and biological activity. Dottorato di Ricerca in Scienze Ambientali, Università degli Studi di Milano Bicocca, 1-122
51. D' Amico, M. E., Previtali, F. (2012): Edaphic influences of ophiolitic substrates on vegetation in the Western Italian Alps, *Plant soil*, No.351, 73-95
52. de Chantal, M., Leinonen, K., Kuuluvainen, T., Cescatti, A. (2003): Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in a boreal spruce forest, *Forest ecology and management*, 176(1), 321-336
53. Dobrinov, K.D., Tremblay, F.M., Fenton, N.J., Alexandrov, A. (2006): Structure of *Pinus nigra* Arn. populations in Bulgaria revealed by chloroplast microsatellites and terpenes analysis: Provenance test, *Biochemical Systematics and Ecology* No. 34, 562-574
54. Duarte, B., Delgado, M., Cacador, I. (2007): The role of citric acid in cadmium and nickel uptake and translocation, in *Halimione portulacoides*, *Chemosphere*, Vol. 69, No. 5, 836-840
55. Đurđević, L., Dinić, A., Mitrović, M., Pavlović, P. (1998): Allelopathy of *Erica carnea*, a dominant species in the mixed pine forests at Maljen mountain (Serbia), in: *Progress in botanical researches*, Springer, Netherlands, 289-292
56. Eichberger, Ch., Heiselmayer, P. (1997): Die *Erica*-Kiefernbestände (*Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 Br.-Bl. in Br.-Bl. et al 39) bei Mandling (Salzburg und Steiermark. Österreich), *Linzer biol. Beitr.* 29/1, 507-543
57. Em, H. (1962): Šumske zajednice četinaru u NR Makedoniji, *Biološki glasnik* br. 15, Zagreb, 129-145
58. Em, H. (1963): Borovo po Makedonskite sklonovi na Korab i Rudoka, *Šumarski pregled*, 3-4, Skopje, 17-24
59. Em, H. (1978): O nekim osobenostima borovih šuma Makedonije I. Reliktne crnoborove zajednice, *Poroč. Vzhodnoalp.-dinar. dr. Preuč. veget./14*, Ljubljana, 129-145
60. Eriksson, G. (2008): *Pinus sylvestris*, Recent Genetic Research, Department of plant Biology and forest Genetics, Genetic Center, SLU, Uppsala. Sweden, 103 str.

61. ESRI Inc. (2008): Arcinfo Workstation. 9.3. ed. Redlands California
62. Fukarek, P., Beus, V., Travar, J. (1974): Drveće i grmlje koje ne raste ili je veoma rijetko na peridotitsko-serpentinskim staništima, Radovi LIV, Knjiga 15, Poseban otisak, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Sarajevo
63. Фукарек, П., Мюллер, Г., Шустер, Р. (1982): Растительный мир Земли 1. Мир. Москва (превод са немачког)
64. Gajić, M., Kojić, M., Ivanović, M. (1954): Pregled šumskih fitocenoza planine Maljen, poseban otisak Glasnika šumarskog fakulteta, Beograd
65. Gajić, M. (1955): Prilog recentnoj sukcesiji šuma planine Suvobor, Šumarstvo br. 10-11, vol (VIII), Beograd, 625-631
66. Gajić, M. (1984): Flora Goča-Gvozdac, Šumarski fakultet, Beograd, 1-255
67. Gajić, M. (1988): Flora Nacionalnog parka Tara, Šumarski fakultet i Š.S., Beograd, Bajina Bašta, 1-605
68. Gajić, M. (1990): Flora Nacionalnog parka Tara, Šumarski fakultet, Beograd, 1-165
69. Gajić, M., Kojić, M., Karadžić, D., Vasiljević, M., Stanić, M. (1992): Vegetacija Nacionalnog parka Tara, Šumarski fakultet-Beograd, Nacionalni park Tara-Bajina Bašta
70. Gburčik, P. (1995): Šumarska ekoklimatologija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd
71. Gerber, S., Baradat, P., Marpeau, A., Arbez, M. (1995): Geographic variation in terpene composition of *Pinus nigra* Arn., Forest genetics, 2(1), 1-10
72. Gernandt, D.S., López, G.G., Garcia, S.O., Liston, A. (2005): Phylogeny and classification of *Pinus*, Taxon, Vol. 54, No. 1, 29-42
73. Glavač, V. (1996): Vegetationsökologie, Grundfagen, Aufgaben, Methoden. Gustav Fischer Verlag. Jena, 358 str.
74. Grabherr, G., Reiter, K., Wilnerr, W. (2003): Towards objectivity in vegetation classification: the example of the Austrian forests, Plant ecology 169, 21-34
75. Hein, J., Schierup, M., Wiuf, C. (2005): Gene genealogies, variation and evolution-A primer in coalescent theory, Oxford University press, New York
76. Heuserr, J.J.M. (1998): Putting diversity indices into practice-Some Consideration for forest, in: Assesment of biodiversity for improved forest planning, (eds. Bachman, P., Köhl, M., Päivinen, R.), European forest institute, Proceedings No. 18, Kluwer Academic Publishers, London, 171-181

77. Hewitt, G. M. (1999). Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68 (1-2), 87-112.
78. Hill, M.O. (1973): Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences, *Ecology*, 54, 427-432
79. Horvat. I. (1959): Sistematski odnosi termofilnih hrastovih i borovih šuma jugoistočne Evrope, *Biološki glasnik* br. 12, Zavod za botaniku Veterinarskog fakulteta u Zagrebu, 1-49
80. Isajev, V., Fady, B., Semerci, H., Andonovski, V. (2004): EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use for european black pine (*Pinus nigra*). Biodiversity international
81. Ivetić, V. (2009): Izdvajanje regiona provenijencija bukve u Srbiji primenom prostorne analize genetičkog diverziteta, doktorska teza, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
82. Ivetić, V., Isajev, V., Krstić, M. (2010): Interpolacija meteoroloških podataka metodom kriginga za upotrebu u šumarstvu, *Glasnik Šumarskog fakulteta*, br. 101, 49-66
83. Jakovljević, K., Lakušić, D., Vukojičić, S., Tomović, G., Šinžar-Sekulić, J., Stevanović, V. (2011): Richness and diversity of Pontic flora on serpentine of Serbia, *Central European Journal of Biology*, Vol. 6, Num.2, 260-274
84. Janković, M. (1990): Fitoekologija sa osnovama fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na Zemlji. Naučna knjiga. Beograd
85. Janković, M., Pantić, N., Mišić, V., Diklić, N., Gajić, M. (1984): Vegetacija SR Srbije I, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd
86. Jasińska, A., Boratyńska, K., Dering, M., Sobierajska, K., Ok, T., Romo, A., Boratyński, A. (2014): Distance between south-European and south-west Asiatic refugial areas involved morphological differentiation: *Pinus sylvestris* case study, *Plant Systematic and Evolution*
87. Jávorka, S., Csapody, V. (1979): Ikonographie der flora des südöstlichen Mitteleuropa. Akadémiai kiadó, Budapest, 1-703
88. Josifović, M. (ed.) (1970-1977): Flora Srbije II-IX, Srpska akademija nauka i umetnosti, odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd
89. Jovanović, B. (1959): Prilog poznavanju šumskih fitocenoza Goča, *Glasnik Šumarskog fakulteta* br. 16, Beograd, 167-186

90. Jovanović, B. (1972): Fitocenoze crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) na Kopaoniku, Glasnik prirodnjačkog muzeja, serija B/27, 11-29
91. Jovanović, B. (2007): Dendrologija, Univerzitet u Beogradu
92. Jovanović, B., Mišić, V., Dinić, A., Diklić, N., Vukićević, E. (1997): Vegetacija Srbije II₁, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd
93. Jovanović, S., Stevanović, V., Jovanović-Dunjić, R. (1992): Contribution to the knowledge on the serpentine vegetation of Serbia, Buletin of Natural History Museum, Belgrade, B 47, 43-51
94. Jović, N. (1977): Geneza, osobine i ekološko proizvodna vrednost zemljišta u šumama belog i crnog bora na serpentinisanim peridotitima Zlatibora i Tare, Glasnik Šumarskog fakulteta br. 52, Univerzitet u Beogradu, 193-208
95. Jović, N., Tomić, Z. (1985): Kompleks (pojas) termofilnih borovih tipova šuma u Srbiji, Glasnik Šumarskog fakulteta br. 64, Beograd, 9-25
96. Jović, N., Jovanović, B., Tomić, Z., Joksimović, V., Knežević, M., Jović, D., Banković, S., Medarević, M. (1986): Biološko-ekološka proučavanja šuma i ekološko-proizvodna (tipološka) klasifikacija šuma i šumskih staništa regiona Kraljevo. Naučno-istraživački projekat B-19, Šumarski fakultet-OOOUR Institut za šumarstvo, Beograd
97. Jović, N., Tomić, Z., Kolić, B., Knežević, M., Joksimović, V., Cvjetićanin, R. (1987): Biološko-ekološka proučavanja šuma i ekološko-proizvodna (tipološka) klasifikacija šuma i šumskih staništa i razreda sistema uređivanja šuma i šumskih staništa na području regiona Kraljevo. Naučno-istraživački projekat B-19/1-5, Šumarski fakultet-OOOUR Institut za šumarstvo, Beograd
98. Jović, N., Tomić, Z., Jović, D. (2009): Tipologija šuma, udžbenik, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1-271
99. Kazakou, E., Dimitrakopoulus, P.G., Baker, A.J.M., Reeves, R.D., Troumbis, A.Y. (2008): Hypotheses, mechanisms and trade-offs of tolerance and adaptation to serpentine soils: from species to ecosystem level, Biological Reviews 83, Cambridge philosophical society, 495-508
100. Karadžić, B. (1994): Fitocenološka analiza šumske vegetacije Maljena, doktorska disertacija, Biološki fakultet, Beograd
101. Keller, W., Wohlgemuth, T., Kuhn, N., Schütz, M., Wildi, O. (1998): Waldgesellschaften der Schweiz auf floristischer Grundlage, Band 73, Heft 2,

- Herausgeber Eidgenosössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf
102. Kelly, D. I, Connolly, A. (2000): A review of the plant communities associated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Europe, and an evaluation of putative indicator/specialist species-Invest. Agr.: Sist. Recur. For: Fuera de serie No1-2000, 15-39
103. Knežević, M. (2002): Zemljišta u borovim kulturama na području Užica, u: Prorede u kulturama bora. Javno preduzeće za gazdovanje šumama „Srbijašume“ i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Posebno izdanje. Beograd. 25-28
104. Knežević, M., Košanin, O. (2009): Geneza i osobine zemljišta A-R stadije u šumskim ekosistemima NP „Tara“, Glasnik Šumarskog fakulteta br. 99, Beograd, 75-90
105. Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B. (1994): Fitoindikatori i njihov značaj u proceni ekoloških uslova staništa, Nauka. Beograd
106. Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B. (1997): Vaskularne biljke Srbije, Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija“, Beograd
107. Kolić, B. (1988): Šumarska ekoklimatologija sa osnovama fizike atmosfere, Naučna knjiga, Beograd
108. Krám, P., Uolehle, F., Štědrá, V., Hruška, J., Shanley, J.B., Minocha, R., Traister, E. (2009): Geocology of a forest watershed underlain by serpentine in central Europae, Soil and biota of serpentine: A world view northeastern naturalist, Vol. 16, special issue 5, 309-328
109. Krasniqi, E., Millaku, F. (2007): The association *Hyperico-Euphorbietum glabriflorae* Rexhepi 1978 in the serpentine terrains of Drenica mountain, Hacquetia, 6/2, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Ljubljana, 183-193
110. Krstić, M. (1992): praktikum za vežbe iz Gajenja šuma, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
111. Krstić, M. (2005): Klimatske karakteristike visinskih pojaseva bukovih šuma u Srbiji, Bukva u Srbiji, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 108-117
112. Krstić, M. (2006): Gajenje šuma, Konverzija, melioracija i veštačko obnavljanje, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet

113. Krause, W., Ludwig, W. (1957): Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstand-Orten des Balkans 2 Pflanzengesellschaften und Standorte in Gostović-Gebiet (Bosnien), Flora 145, 78-131
114. Кулѝасов, И. (1982): Экология растений, Издательство Московского университета
115. Lakušić, D. (1995): Vodič kroz floru nacionalnog parka Kopaonik, Javno preduzeće nacionalni park Kopaonik
116. Lee, W. G. (1992): The serpentinized areas of New Zealand, their structure and ecology, in: Roberts, B. A., Proctor, J. (eds) The ecology of areas with serpentinized rocks, a world view. Kluwer, Dordrecht, 375-417
117. Levanić, T., Toromani, E. (2010): Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) tree-ring width chronology from northeast Albania-preliminary results, TRACE, 8, 104-109
118. Lepš, J., Šmilauer, P. (2002): Multivariate analysis of ecological data, Faculty of biological sciences, University of south Bohemia, České Budějovice
119. Lintner, V. (1951): Borove šume okoline Priboja na Limu i Divčibara na Maljenu, Zbor. Rad. SAN, knj. XI, BG
120. Lyon, G., L., Peterson, P., J., Brooks, R., R., Butler, G., W. (1971): Calcium, magnesium and trace elements in a New Zealand serpentine flora, Journal of ecology, vol. 59, No. 2, 421-429
121. Lučić, A. (2007): Primena markera kao osnov za izdvajanje regiona provenijencija crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) u Srbiji, Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
122. Lučić, A. (2011): Podizanje šuma belog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Srbiji na ekološko-genetičkim osnovama, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
123. Lučić, A., Mladenović-Drinić Snežana, Stavretović, N., Isajev, V., Lavadinović Vera, Rakonjac Ljubinko, Novaković Marijana (2010): Genetic diversity of Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) populations in Serbia revealed by RAPD, Archives of Biological sciences, volume 62, (2), Belgrade, 329-336
124. Marinček, L., Čarni, A. (2002): Commentary to the vegetation map of forest communities of Slovenia in a scale of 1:400 000, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana, Slovenia, 120 str.

125. Mataruga, M. (2003): Genetičko-selekcione osnove unapređenja proizvodnje sadnica crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) različitih provenijencija, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1-264
126. McAleece, N., Lambshead, P.J.D., Paterson, G.L.J. (1997): Biodiversity pro, The Natural History Museum, London
127. Mérian, P., Lebourgeois, F. (2011): Size-mediated climate-growth relationships in temperate forests: a multi species analysis, *Forest ecology and management*, 261(8), 1382-1391
128. Millar, C.I. (1993): Impact of the Eocene in the Evolution of *Pinus* L., *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 80, No. 2, 471-498
129. Milovanović, B., Ćirić, B. (1968): Geološka karta SR Srbije, 1:200 000, Zavod za geološka i geofizička istraživanja Beograd
130. Mišić, V. (1994): Progresivna sukcesija šumske vegetacije Srbije, *Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu*, tom XXVIII, Beograd, 53-63
131. Mišić, V., Panić, I. (1989): Šumska vegetacija doline Studenice, *Zaštita prirode-Protection of nature*, 41-42/1989, Beograd
132. Mišić, V., Dinić, A. (2004): Ekološka diferencijacija vrsta šumskog drveća u Srbiji, *Matica srpska, Odeljenje za prirodne nauke*, Novi Sad
133. Nagy, L., Proctor, J. (1997): Plant growth and reproduction on a toxic alpine ultramafic soil: adaptation to nutrient limitation, *New Phytol.*, 137, 267-274
134. Naydenov, K.D., Tremblay, F.M., Fenton, N.J., Alexandrov, A. (2006): Structure of *Pinus nigra* Arn. Populations in Bulgaria revealed by chloroplast microsatellites and terpenes analysis: Provenance tests, *Biochemical Systematics and Ecology* 34, 562-574
135. Novaković, M. (2008): Šumska vegetacija Crnog vrha kod Priboja, magistarski rad, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet
136. Oberdorfer, E. (2001): *Pflanzensoziologische ExcurSIONflora*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
137. Oberhuber, W., Kofler, W. (2000): Topographic influences on radial growth of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) at small spatial scales, *Plant ecology* 146, 231-240
138. Oberhuber, W., Pagitz, K., Nicolussi, K. (1997): Subalpine tree growth on serpentine soil: a dendroecological analysis, *Plant ecology* 130, 213-221

139. Ostojić, D. (2005): Ekološki činioci prirodnog održavanja i obnove cenopopulacija Pančićeve omorike u NP Tara, doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
140. Ostojić, D., Krsteski, B. (2011): Vegetacijske karakteristike i stanje šumskih ekosistema u zaštićenom prirodnom dobru „Šargan-Mokra Gora”, Šumarstvo, vol 63, br. 1-2, 111-124
141. Ø y e n, B.H., Blom, H.H., Gjerde, I., Myking, T., Sætersdal, M., Thunes, K.H. (2006): Ecology, history and silviculture of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Western Norway-a literature review, Forestry, Vol. 79, No. 3, 319-328
142. Pančić, J. (1859): Flora serpentina planina u srednjoj Srbiji, in. Sabrana dela- Botanički radovi II, redaktor prof. dr. Budislav D. Tatić, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1998
143. Pančić, J. (1866): Botanički rezultati putovanja po Srbiji godine 1866, in. Sabrana dela-Botanički radovi II, redaktor prof. dr. Budislav D. Tatić, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1998
144. Pausas, J.G., Carreras, J. (1995): The effect of bedrock type, temperature and moisture on species richness of Pyrenean Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests, Vegetatio 116, 85-92
145. Pavlova, D. (2001): Concentration of heavy metals in plants growing on serpentine soils in the Eastern Rhodopes Mts. (Bulgaria); In: The proceedings of the Second Balkan Botanical Congress-Plants of the Balkan peninsula: into next Millenium, (ed.) Ozhatay, N., Istanbul, 425-428
146. Pavlova, D. (2009): The high mountain serpentine flora in Bulgaria, Book of abstracts, the 5 Balkan botanical congress, Faculty of Biology, University of Belgrade, Serbian Academy of sciences and arts, str. 46
147. Pavlova, D. (2010): A survey of the serpentine flora in the West Bulgarian Frontier Mts (Mt Vlahina and Mt Ograzhden), Phytologia Balcanica, 16 (1), Sofia, 97-107
148. Pavlova, D. (2012): Serpentine flora of Rila National park (Bulgaria) and its conservation value, Comptes rendus de l Academie Bulgare des sciences 65 (11), 1535-1542
149. Pavlović, P. (1998): Pedološke komponente metabolizma nekih šumskih zajednica na planini Maljen. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet

150. Pavlović, Z. (1950): Pregled livada i pašnjaka Zlatibora, Zbornik radova SAN 2. Inst. za ekol i biogeograf. knj. 1, 61-65
151. Pavlović, Z. (1951): Vegetacija planine Zlatibora, Zbor. rad. Inst. za ekol. i biogeograf. SAN, knj. 2, Beograd
152. Pavlović, Z. (1953): Prilog poznavanju serpentinske flore Ozren planine kod Sjenice, Glasnik prirodnjačkog muzeja srpske zemlje, serija 3, knj. 5-6, Beograd. 3-19
153. Pavlović, Z. (1955-1): Prilog poznavanju serpentinske flore i vegetacije Ozrena kod Sjenice (II), Glasnik prirodnjačkog muzeja srpske zemlje, serija B, knj. 7, Beograd, 1-45
154. Pavlović, Z. (1955-2): O livadskoj i pašnjačkoj vegetaciji centralnog Kopaonika, Glas. Prirodnjačkog muzeja, serija B 7(1), 47-76
155. Pavlović, Z. (1962): Karakteristični elementi serpentinske flore Srbije, Glas. Prirodnjačkog muzeja, serija B, knjiga 18, Beograd
156. Pavlović, Z. (1964): Borove šume na serpentinitima u Srbiji, Glas. Prirodnjačkog muzeja u Beogradu B19, 25-65
157. Pavlović, Z. (1974): Livadska vegetacija na serpentinskoj podlozi brdsko-planinskog područja Srbije, Glasnik prirodnjačkog muzeja, serija B, knj. 29, Beograd
158. Pejić, B. (2006): Najpovoljniji način obnavljanja smrče (*Pice abies* Karst) u subalpijskom pojasu na Kopaoniku, magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
159. Perović, M. (2013): Taksonomija i uticaji staništa na karakteristike planinskog javora (*Acer heldreichii* Orph.) u Srbiji, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
160. Petz, B. (1985): Osnovne statističke metode za nematematičare, SNL, Zagreb
161. Pielou, E.C. (1975): Ecological diveristy, Wiley, New York, 165 str.
162. Popović, I. (2005): Vaskularna flora Divčibara, magistarski rad, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
163. Петров, С. (1975): Определител на мъховете в България, Българска академия на науките, София
164. Proctor, J., Woodell, S. R. J. (1971): The plant ecology of serpentine: I. Serpentine vegetation of England and Scotland, Journal of ecology, Vol. 59, No. 2, British ecological society, 375-395

165. Proctor, J. (1992): Chemical and ecological studies on the vegetation of ultramafic sites in Britain. In: Roberts, B.A., Proctor, J. (eds): The ecology of areas with serpentinized rocks, a world view. Kluwer, Dordrecht, 135-167
166. Pyhäjärvi, T., Salmela, M.J., Savolainen, O. (2008): Colonisation routes of *Pinus sylvestris* inferred from distribution of mitochondrial DNA variation, Tree Genetics and Genomes No. 4, 247-254
167. Rajakaruna, N., Baker J. M. A. (2004): Serpentine: A model habitat for botanical research in Sri Lanka, Cey. J. Sci. (Bio. Sci), Vol. 32, 1-19
168. Rajakaruna, N., Harris, T. (2009): *Adiantum viridimontanum*, *Aspidotis densa*, *Minuartia marcescens*, and *Symphyotrichum rhiannon*: Additional serpentine endemics from eastern north America, Soil and biota of serpentine: A world view northeastern naturalist, Vol. 16, special issue 5, 111-120
169. Rajevski, L. (1951): Borove šume u predjelima od Mokre Gore do rijeke Uvac, Zbor. Rad. SAN, knj. XI, BG
170. Rakonjac, Lj. (2002): Šumska vegetacija i njena staništa na Pešterskoj visoravni kao osnova za uspešno pošumljavanje. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd
171. Rauš, Đ. (1987): Šumarska fitocenologija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, udžbenik
172. Redžić, S. (1988): Šumske fitocenoze i njihova staništa u uslovima totalnih sječa, Godišnjak Biološkog instituta, Posebno izdanje, vol. 41, Sarajevo
173. Ritter-Studnička, H. (1962): Flora i vegetacija na dolomitima Bosne i Hercegovine, Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu, god XV, fasc. 1-2, NP. „Oslobođenje“, Sarajevo, (77-100)
174. Ritter-Studnička, H. (1963): Biljni pokrov na serpentinama u Bosni, Godišnjak biološkog instituta u Sarajevu, 1963.
175. Ritter-Studnička, H. (1970): Die vegetation der serpentinorkommen in Bosnien, Vegetatio 21, Bot. Jahrbuch Syst. Ht. 92, Stuttgart, 75-156
176. Riter-Studnička, H. (1971): O ekološko-morfološkoj varijabilnosti vrste *Dorycnium germanicum* (Gremli) Rocy na serpentinu, Ekologija, vol. 6, No. 2, Acta biologica jugoslavica, Beograd, 183-190
177. Roche, R. J., Mitchell, F. J. G., Waldren, S. (2009): Plant community ecology of *Pinus sylvestris*, an extirpated species reintroduced to Ireland, Biodivers Conserv, No. 18, 2185-2203

178. Rubio-Moraga, A., Candel-Perez, D., Lucas-Borja, M.E., Tiscar, P.A., Vinegla, B., Linares, J.C., Gómez- Gómez, L., Ahrazem, O. (2012): Genetic diversity of *Pinus nigra* Arn. populations in southern Spain and northern Morocco revealed by inter-simple sequence repeat profiles, international Journal of molecular sciences, No. 13, 5645-5658
179. Sannikov, S.N., Petrova, I.V. (2012): Phylogenogeography and genotaxonomy of *Pinus sylvestris* L. populations, Russian journal of ecology, Vol. 43, No.4, 273-280
180. Sannikov, S.N., Petrova, I.V., Egorov, E.V., Sannikova, N.S. (2014): A system of pleistocene refugia for *Pinus sylvestris* L. in the southern marginal part of the species range, Russian journal of ecology, Vol. 45, No.3, 167-173
181. Sarić, M. (ed.)(1992): Flora Srbije I, Srpska akademija nauka i umetnosti, odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd
182. Sarić, M., Diklić, N. (eds)(1986): Flora Srbije X, Srpska akademija nauka i umetnosti, odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd
183. Selvi, F. (2007): Diversity, geographic variation and conservation of the serpentine flora of Tuscany (Italy), Biodiversity and conservation 16, 1423-1439
184. Sevgi, O, Akkemik, U. (2007): A dendroecological study on *Pinus nigra* Arn. at different altitudes of northern slopes of Kazdaglari, Turkey, Journal of Environmental Biology, 28(1), 73-75
185. Sokal, R. R., Rohlf, F. J. (1995): Biometry. The principles and practice of statistics in biological research, Ed. 3 W. H. Freeman & Co., New York, 887 str.
186. Solon, J. (2003): Scots pine forests of the *Vaccinio-Piceetea* class in Europe: forest sites studied, Polish journal of Ecology, Institute of Geography and spatial Organization, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Vol. 51, No. 4, 421-439
187. Soto, A., Robledo-Arnuncio, J.J., Gonzáles-Martínez, S.C., Smouse, P.E., Alía, R. (2010): Climatic niche and neutral genetic diversity of the six Iberian pine species: a retrospective and prospective view, Molecular ecology, Vol.19, Issue 7, 1396-1409
188. SPSS Inc. (2008): SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago: SPSS Inc.
189. Stefanović, V. (1960): Tipovi šuma bijelog bora na području krečnjaka istočne Bosne, poseban otisak, Radovi-XVI, Odjeljenje privredno-tehničkih nauka, knjiga 4, Naučno društvo NR Bosne i Hercegovine, 1-142

190. Stefanović, V. (1979): Zur Systematik der Kiefer- und Schwarzkieferwälder im kontinentalen Gebiet der Dinariden, Posebni otisak Glasnika zemaljskog muzeja, N. S. Sv. XVIII, Prirodne nauke, Sarajevo, 103-113
191. Stefanović, V. (1986): Fitocenologija, Svjetlost, OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, 1986
192. Stefanović, V., Beus, V. (1972): Ekološka distribucija nekih predstavnika prizemne flore u hrastovim i borovim šumama Bosne i Hercegovine (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Calluna vulgaris* Hull., *Erica carnea* (L.) Ekologija, vol. 7, No. 1-2, Acta biologica Jugoslavica, Beograd, 113-130
193. Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Vukoper, I. (1983): Ekološko-vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine, Šumarski fakultet, Posebna izdanja 17: Sarajevo, 1-49
194. Stevanović, V. (1992): Klasifikacija životnih formi biljaka u flori Srbije, Floristička podjela teritorije Srbije sa pregledom viših horiona i odgovarajućih flornih elemenata, Flora Srbije 1, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd
195. Stevanović, V., Tan, K., Iatrou, G. (2003): Distribution of the endemic Balkan flora on serpentine, I-obligate serpentine endemics, Plant Systematics and Evolution, 242, Austria, 149-170
196. Stevanović, V. (ed.) (2012): Flora Srbije 2. Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka, Odbor za floru i vegetaciju Srbije. Beograd
197. Stojanović, Lj., Krstić, M., Jevđović, D., Todorović, N. (2002): Prorede u veštački podignutim sastojinama crnog i belog bora na području Užica, Publikacija „Prorede u kulturama bora“, Javno preduzeće za gazdovanje šumama „Srbijašume“-Beograd i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Posebno izdanje. Beograd. 53-93
198. Stojanović, V., Stevanović, V. (2008): Prikaz flore planine Gučevo u severozapadnoj Srbiji, Zaštita prirode, br. 59/1-2, (93-108)
199. Šilić, Č. (1988): Šumske zeljaste biljke, Svjetlost Sarajevo; Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd
200. Šilić, Č. (1990-1): Endemične biljke, „Svjetlost“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, -Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd
201. Šilić, Č. (1990-2): Atlas drveća i grmlja, IP „Svjetlost“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, -Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd

202. Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo
203. Šomšák, L., Šimonovič, V., Kollár, J. (2004): Phytocoenoses of pine forests in the central part of the Záhorská nížina Lowland, *Biologia*, Bratislava, 59/1, 101-113
204. Tatić, B. (1969): Flora i vegetacija Studene Planine kod Kraljeva, Gl. Botaničkog zavoda i bašte Univ. u Beogradu, tom IV, serija 1-4, Beograd
205. Tatić, B., Tomić, Z. (2006): Šume crnog i belog bora, Vegetacija Srbije II₂, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd, 127-154
206. Tatić, B. i Veljović, V. (1992): Distribution of serpentized massives on the Balkan peninsula and their ecology, The ecology of areas with serpentized rocks, A world view, Kluwer Academic Publishers, 199-215
207. Tichý, L. (2002): [JUICE, software for vegetation classification](#). *J. Veg. Sci.*, Uppsala 13, 451-453
208. Trasobares, A., Pukkala, T., Miina, J. (2004): Growth and yield model for uneven-aged mixtures of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* Arn. in Catalonia, north-east Spain, *Annals of forest science*, 61(1), 9-24
209. Tsiripidis, I., Papaioannou, A. (2010): Approaching the serpentine factor at a local scale-a study in an ultramafic area in the northern Greece, plant and soil, Vol. 329, 35-50
210. Tomanić, L. (1968): Crni bor na Goču, magistarski rad, Šumarski fakultet, Beograd
211. Tomanić, L. (1970): Struktura, razvitak i produktivnost prirodnih sastojina bora na Kopaoniku, doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd
212. Tomić, Z. (1980): Fitocenoze crnoga graba (*Ostrya carpinifolia* Scop.) u Srbiji, dokt. disertacija, rukopis, Šumarski fakultet, Beograd
213. Tomić, Z. (1994): Zajednica crnoga bora i crnoga graba-*Ostryo-Pinetum nigrae* Čolić 1965. na Tari, Glasnik Šumarskog fakulteta br. 75-76, Beograd, 75-82
214. Tomić, Z. (2004): Šumarska fitocenologija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bgd
215. Tomić, Z. (2006): Pregled sintaksona šumske vegetacije Srbije, Vegetacija Srbije II₂, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd, 287-304

216. Tomić, Z., Jović, N. (2000): Tipološka klasifikacija i dinamizam šumskih ekosistema u nastavno-naučnoj bazi na Goču, Glas. Šum. Fak. br 82, Beograd, 191-214
217. Tomić, Z., Jovanović, B., Janković, M., M. (2006): Bazifilne šume kitnjaka, Vegetacija Srbije II₂, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd, 115-125
218. Tomić, Z., Rakonjac, Lj. (2011): Survey of syntaxa of forest and shrub vegetation of Serbia, Folia biologica et geologica, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 52/1-2, 111-140
219. Tomić, Z., Rakonjac, Lj., Veselinović, M., Nevenić, R. (2011b): Izbor vrsta i nižih taksona za pošumljavanje i melioracije – In: Tomić, Z., Rakonjac, Lj., Isajev, V. (2011b): Izbor vrsta za pošumljavanje i melioracije u centralnoj Srbiji, Institut za šumarstvo, Beograd
220. Tomić, Z., Rakonjac, Lj. (2013): Šumske fitocenoze Srbije, Institut za šumarstvo Beograd, Univerzitet Singidunum-Fakultet za primenjenu Ekologiju Futura, Beograd
221. Topalović, M., Rakonjac, Lj. (2002): Ekološke karakteristike podignutih sastojina četinara na području Raške, Publikacija „Ekološko-proizvodne i zdravstvene karakteristike veštački podignutih sastojina četinara na području Raške, Javno preduzeće za gazdovanje šumama „Srbijašume“-Beograd i Institut za šumarstvo-Beograd, 43-64
222. Tošić, M. (1968): Proučavanje razvoja kultura crnog i belog bora u uslovima Sjeničke kotline, magistarski rad, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
223. Tošić, M. (1991): Genetička varijabilnost belog bora (*Pinus sylvestris* L.) u zapadnoj Srbiji kao osnova za utvrđivanje kriterijuma za nove selekcije, doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
224. Turrill, W.B. (1929): The plant-life of the Balkan Peninsula A phytogeographical study. Oxford.
225. Tutin, T.G., Heuywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M. et al (1964-1980): Flora europaea, Vol. I-V, Cambridge
226. Van Der Maarel, E. (1979). Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39 (2), 97–114
227. Vasić, O., Diklić, N. (2001): The flora and vegetation on serpentinites in Serbia-a review, *Boccone* 13, 151-164

228. Vidaković, M. (1991): Conifers-morphology and variations, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb
229. Vojniković, S. (2006): Sindinamske karakteristike fitocenoza kitnjaka i jele na zemljištima ofiolitske zone i perm-karbonskih formacija u Bosni, disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet
230. Vojniković, S. (2013): Vegetacijske karakteristike zajednica kitnjaka i jele ofiolitske zone Bosne, Hrvatska misao, god. XVII, br. 1/13(61), nova serija sv. 46, Matica Hrvatska Sarajevo, 43-71
231. Volosyanchuk, RT. (2002): *Pinus sylvestris*. In: BI CA (ed) Pines of silvicultural importance. Centre for Agricultural Bioscience International, Oxon
232. Vukićević, E. (1964): Asocijacija *Ostryeto-Quercetum petraeae serpentanicum* na Goču, Zaštita prirode 27-28, Beograd, 229-238
233. Vukićević, E. (1965): Sukcesija vegetacije i prirodno obnavljanje šuma na šumskim požarištima u Srbiji, Glasnik Šumarskog fakulteta br. 29, 1-87
234. Vukićević, E. (1996): Dekorativna dendrologija, Univerzitet u Beogradu
235. Vukin, M. (2006): Uticaj stanišnih karakteristika na varijabilnost kvantitativnih svojstava linija polusrodnika crog bora (*Pinus nigra* Arnold) u semenskoj plantaži na Jelovoj gori, magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1-159
236. Vukov, M. (1998): Magmatske stene, Rudarsko-Geološki fakultet, Institut za mineralogiju, kristalografiju, petrologiju i geochemiju, Beograd
237. Walker, R.B. (1954): Factors affecting plant growth on serpentine soil, Ecology vol. 35, No. 2, 259-266
238. Walter, H. (1962): Die Vegetation der Erde in ökologischer Betrachtung, Band I. Gustav Fischer Verlag. Jea
239. Weber, H., Moravec, J., Theurillat, J. (2006): Međunarodni kodeks fitocenološke nomenklature, institut za šumarstvo, Beograd, posebno izdanje
240. Wendelberger, G. (1965): Zur Vegetationsgliederung Südosteuropas, Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 95, 245-286
241. Willis, K.J. (1994): The Vegetational history of the Balkan, Quaternary Science Reviews, Vol.13, 769-788
242. Willis, K.J., van Andel, T.H. (2004): Trees or no trees? The environments of central and eastern Europe during the Last Glaciation, Quaternary Science Reviews 23, 2369-2387

243. Wolf, A. (2001): Conservation of endemic plants in serpentine landscapes, *Bilological conservation* No. 100, 35-44
244. Wraber, M. (1960): Fitocenološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji, *Ad annum horti botanici Labacensis solemnem*, 49-96
245. Zupančič, M. (2007): Syntahonomic problems of the classes *Vaccinio-Piceetea* and *Erico-Pinetea* in Slovenia, *Fitosociologija*, vol.44 (2), 3-13
246. Živković, M. (1952): Zemljišni pokrivač Zlatibora, *Zemljište i biljka*, Vol. 1, Beograd, 63-93
247. ***(2005): Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. "Kaluderske bare" (2006-2015), Služba planiranja i uređivanja šuma JP „Nacionalni park Tara“
248. ***(2010): Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Jelensko osoje“ (2001-2010), ŠG „Rasina“, Kruševac
249. ***(2006): Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Šargan“ (2007-2016), Biro za planiranje i projektovanje u šumarstvu, Beograd,
250. ***(2008): Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Tornik“ (2009-2018), Biro za planiranje i projektovanje u šumarstvu, Beograd,
251. *** (2005): Posebna osnova za gazdovanje šumama za G.J. „Dubočica Bare“ (2006-2015), Biro za planiranje i projektovanje u šumarstvu, Beograd,
252. ***(1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta knjiga. Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga 1. JDPZ. Beograd
253. ***(1967): Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrada pedoloških karata. Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga IV, Jugoslovensko Društvo za proučavanje zemljišta, Beograd
254. ***(1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta, Priručnik za ispitivanje fizičkih osobina zemljišta, JDPZ - komisija za fiziku zemljišta. Novi Sad
255. <http://www.hidmet.gov.rs/>, Republički hidrometeorološki zavod Srbije (sajt posećen 02.03.2011.)
256. <http://hirc.botanic.hr/fcd/>, Flora Croatica database (sajt poslednji put posećen 28.11.2011.)
257. <http://www.solarnipaneli.org/energija-vetra/>, Solarni paneli (sajt posećen 30.01.2014.)
258. http://www.euforgen.org/distribution_maps.html, European forest genetic resources programme (sajt posećen 23.01.2013)

259. <http://en.wikipedia.org/wiki/pine>, Wikipedia-the free encyclopedia (sajt posećen 10.05.2013.)
260. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_sylvestris_range-01.png, Wikimedia commons (sajt posećen 17.05.2013.)

PRILOZI

Prilog 1: Fitocenološka tabela za zajednicu <i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957																																									
Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957																																								
subasocijacija	<i>typicum</i>																				<i>danthonietosum calycinae</i>					<i>euphorbietosum glabriflorae</i>					<i>deschampsietosum flexuosae</i>										
redni broj snimka u Canoco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
redni broj snimka na kartama	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	66	67	68	69	70	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
oznaka snimka na terenu	6/09	7/09	8/09	9/09	10/09	11/09	12/09	13/09	14/09	15/09	6/09	7/09	8/09	9/09	10/09	11/09	12/09	13/09	14/09	15/09	26/09	27/09	28/09	29/09	30/09	6/10	7/10	8/10	9/10	10/10	1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10	10/10	stepen
Lokalitet	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K	P	P	P	P	P	P	P	P	P	prisutnosti	
Odeljene (odsek)	23	23	23	23	22	23	23a	23a	23a	23a	22	22	22	22	22	31	31	24	24	24	31	32	32	31	31	19	19	13	13	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Nadmorska visina (m)	930	964	982	988	997	1000	993	1002	1027	1034	950	968	963	952	939	981	981	1042	1024	1014	1120	1130	1121	1135	1145	963	940	920	925	900	1214	1205	1200	1215	1219	1201	1180	1183	1194	1190	
Ekspozicija	NE	N	NW	W	W	E	E	N	W	0	NW	NW	NW	SE	E	NW	W	E	E	E	SW	S	SE	N	N	NW	SW	SW	SW	NW	NE	N	NE	NE	N	N	W	NE	NE	S	
Nagib (°)	30	30	15	20	15	20	15	10	10	0	20	25	25	35	35	25	30	20	25	25	20	25	30	30	35	25	30	30	20	35	25	25	30	35	35	35	25	25	30	35	
SPRAT I																																									
Sklop	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.5	0.7	0.6	0.7	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6		
Srednja visina (m)	13	17	22	25	25	26	25	20	24	14	24	25	23	18	22	16	16	14	20	18	16	18	15	17	14	18	22	18	21	25	25	22	24	23	20	22	25	25	25	24	
Srednje rastojanje (m)	2	3	3	3	4	5	5	3	3	2	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	5	4	4	3	4	3	4	4	5	4	4	4	5	4	4	
<i>Pinus nigra</i>	4.4	4.5	3.4	3.4	3.4	4.4	4.3	4.4	4.4	5.5	4.4	5.5	4.4	3.3	4.4	3.4	4.4	3.3	4.4	4.4	4.4	3.4	3.4	4.4	3.3	3.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	3.4	4.4	4.4	3.3	4.4	5.5	4.4	3.3	V
<i>Pinus sylvestris</i>				+					+																															I	
<i>Betula pendula</i>																	+																					+		I	
<i>Quercus dalechampii</i>																			+																					I	
<i>Carpinus betulus</i>																				+																				I	
<i>Fagus moesiaca</i>																														+											I
SPRAT II																																									
Sklop	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1	0.4	0.4	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.7	0.4	0.3	0.5	0.5	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	
Srednja visina (m)	1	4	3	1	1	2	2	3	2	3	1.5	1	1	2	3	2	4	2	2	2	3	1	1	1	2	4	2	3	2	4	2	1.5	3	2	2	4	2	3	3	2	
<i>Pinus nigra</i>	3.3	+	1.2	+	+	2.2	2.2	1.2	+	1.1			+2	+	+	+	+	1.2	+2	+2	1.2	+2	+2	1.1	+2	4.4	4.4	2.2	3.3	2.3	+2	+	+	+	+2	1.1	1.2	1.2	+	+	V
<i>Juniperus communis</i>							+		+		+					+		+	+			+	+	+				+				+	+	+						II	
<i>Crataegus monogyna</i>	+						+		+	+	+	+	+		+			+		+	+		+	+	+															II	
<i>Picea abies</i>		+	+																																					I	
<i>Quercus cerris</i>							+																																	I	
<i>Prunus avium</i>							+																																	I	
<i>Fraxinus ornus</i>											+							+	+	1.2												+							I		
<i>Sorbus aucuparia</i>											+	+					+2	+										+	+							+		+		I	
<i>Quercus dalechampii</i>																		+	+											+		+				+				I	
<i>Betula pendula</i>																					+													+		+	+	+		I	
<i>Corylus avellana</i>																																				+	+	+	+		I
<i>Fagus moesiaca</i>																			</																						

Thymus pulegioides	1.2	+2		+2		+3		+2		+2		+2	2.2	1.2	1.2		+2	1.1						1.3		1.3	1.3								+3	II					
Muscari botryoides	+	+	+	+2	+2	+2	+2	1.1	+2	+2	1.1		+2				+2	1.1	+2		+2		+2														II				
Quercus cerris		+	+	+2		+	+2	+		+														+			+	+		+								II			
Euphorbia cyparissias		+2				+	+		+	+			+2	+2			+2	+	+2																		II				
Sorbus aucuparia		r							+	+		+		+	+		+	+					+		+			+	+		+		+	+			II				
Genista tinctoria		+	+2	+2		+2		+		1.2				+2	+2	+2		+	+																		II				
Deschampsia flexuosa			1.2	+2	+2				+2																					1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	II
Potentilla alba		+		+	+	+2		+2	+		+2	1.2	+2	1.2	+2	+2	1.2	+2	1.2																					II	
Tanacetum corymbosum			+		+		+				+	+	+	+	+	+	+															+				+	+		II		
Lilium martagon			+								r	r	+		+	+												+	+	+						+			II		
Dichoropetalum carvifolia			+2	+2							+						+	1.2	+		+	+						+					+						II		
Potentilla alba			+	+					+2	+			+2	+	+2	+2			+	+2	+																		II		
Symphytum tuberosum			+	r	r			+2	+		+			+			+	+2					+						+				+		+	+	+	+		II	
Allium pulchellum						+				+	+									+	+2	+2	+	+															II		
Allyssum markgrafii							+2			+2																														II	
Trifolium alpestre						+			+						+	+		+	+2																				II		
Festuca amethystina							+2	+2		1.2	+2		1.2																											II	
Danthonia calycina								2.2																																II	
Scabiosa columbaria								+2		+					+	+	+	+	+	+	+	+	+2	+	+	+	+		+					+				+		II	
Dactylus glomerata												1.2	+2	+2		1.2	+2																						II		
Euphorbia amygdaloides											+	+2	+			+		+	+	+	+	+	+	+	+			+2		+2		+		+2			+	+2		II	
Lathyrus sphaericus	+2								+			+2	+	+		+																							I		
Campanula persicifolia	+	r						+		+											+	+	+																I		
Poa pratensis	2.3				1.2		+2																														+		I		
Trifolium medium	+2										+																												I		
Chamaecytisus ratisbonensis	1.1	1.2					+2										+2	+2	+2																			I			
Hypericum perforatum	+2						+	+2							+	+																						+2	I		
Lotus corniculatus		+	+				+										+																						I		
Viola silvestris		+		+			+								+														+	+			+	+2					I		
Koeleria pyramidata				+2	+2		1.2																																I		
Solidago virgaurea				+2																																			I		
Ranunculus polyanthemus				+						+	+					+																							I		
Aquilegia vulgaris					+	+																															+		I		
Knautia dinarica						+2																																	I		
Genista germanica							+2																																I		
Teucrium chamaedrys																																							I		
Galium verum																																							I		
Pimpinella saxifraga																																							I		
Seseli peucedanoides																																							I		
Centaurea splendens																																							I		
Leontodon crispus																																							I		
Cytisus procumbens																																							I		
Fraxinus ornus																																							I		
Chamaespartium sagittale																																							I		
Campanula cervicaria																																							I		
Veronica chamaedrys																																							I		
Campanula patula																																							I		
Aremonia agrimonoides																																							I		
Silene vulgaris																																							I		
Stachys officinalis																																							I		
Crataegus monogyna																																							I		
Agrostis alba																																							I		
Centaurea stenolepis																																									

Prilog 2: Fitocenološka tabela za zajednicu <i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951																																				
Zajednica	<i>Pinetum sylvestris-nigrae</i> Pavlović 1951																																			
subasocijacija	<i>typicum</i>																														<i>euphorbietosum glabriflorae</i>					
redni broj snimka u Canoco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
redni broj snimka na kartama	1	2	3	4	5	36	37	38	39	40	6	7	8	9	10	31	32	33	34	35	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	76	77	78	79	80	
oznaka snimka na terenu	1/09	3/09	2/09	4/09	5/09	16/09	17/09	18/09	19/09	20/09	1/09	2/09	3/09	4/09	5/09	16/09	17/09	18/09	19/09	20/09	16/09	17/09	18/09	19/09	20/09	21/09	22/09	23/09	24/09	25/09	1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	stepen prisutnosti
Lokalitet	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Š	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K		
Odeljene (odsek)	3	1	3	1	1	3	3	3	6	6	25	25	25	25	25						6	4	4	4	6	6	4	4	4	6	28	28	28	28	28	
Nadmorska visina (m)	1030	1010	1020	1005	1000	1039	1035	1046	1066	1067	1072	1105	1100	1090	1086	1117	1121	1121	1107	1113	1100	1115	1116	1122	1125	1132	1115	1120	1133	1140	1070	1060	1055	1040	1020	
Ekspozicija	NW	S	S	SW	SW	NW	NW	W	W	W	NNW	N	N	N	N	N	N	E	N	NW	NW	N	NE	NE	NW	NW	N	N	N	NE	SW	NW	W	W	W	
Nagib (°)	15	35	35	25	30	10	15	7	7	7	20	25	20	25	15	30	35	35	35	35	30	25	25	35	25	30	15	10	15	20	40	40	35	35	35	
SPRAT I																																				
Sklop	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.7	0.6	0.6	0.7	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	
Srednja visina (m)	35	22	25	24	22	20	22	24	22	22	25	23	22	19	19	22	20	18	19	20	18	20	20	22	23	22		18	23	22	18	20	16	22	22	
Srednje rastojanje (m)	6	5	6	5	5	4	4	3	4	4	4	5	4	5	5	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	5	4		4	3	4	4	5	4	6	
<i>Pinus sylvestris</i>	2.3	1.2	1.2	1.1	4.4	1.1	3.3	4.4	4.4	3.2	5.5	4.4	4.4	4.4	4.4	3.3	4.4	3.3	2.2	4.4	3.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.3	2.3	2.2	1.1	1.2	2.2	1.2	V
<i>Pinus nigra</i>	2.3	3.3	3.3	4.4	1.1	3.3	2.2	1.1	1.1	2.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	2.2	1.1	1.2	2.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.3	2.2	2.2	3.3	2.3	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	3.3	V
<i>Picea abies</i>													+			1.1		+					+					+								I
<i>Abies alba</i>							+	+																												I
<i>Fagus moesiaca</i>																															2.2		+			I
SPRAT II																																				
Sklop	0.3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.7	0.3	0.2	0.2	0.5	0.6	0.7	0.4	0.7	
Srednja visina (m)	5	5	3	3	3	3	4	4	4	2	4	2	2	2	3	4	2	3	2	1	1	1.5	2	1.5	1	1	2	1.5	2	1	3	2.5	2	1.5	1	
<i>Pinus sylvestris</i>	3.2				+		+2	+	+	+	+					+2	1.2	+2	+2		+	1.2	+2	1.2		+2	2.3	1.2	+2	1.1	3.3	1.1	1.1	1.2	1.2	IV
<i>Pinus nigra</i>	3.2	2.3	+2	1.2	+	+2	+2	+	+	+				1.1	1.1	+2	+	+	+		+		+	+		1.1	1.2		+	1.1	3.3	3.3	+2	2.2	IV	
<i>Sorbus aucuparia</i>			1.2				+		+		2.3	+	1.2	1.2			+	+		+		+			+											II
<i>Picea abies</i>													+			+	+				+2	+2	+2	1.1				+2								II
<i>Crataegus monogyna</i>	+																																			I
<i>Abies alba</i>			+				+	+2	+															+												I
<i>Juniperus communis</i>					+																															I
<i>Rosa pendulina</i>					+2																															I
<i>Quercus dalechampii</i>																								+												I
<i>Populus tremula</i>						+												+																		I
<i>Coryllus avellana</i>																			+																	I
<i>Fagus moesiaca</i>																															+			2.2	+	I
<i>Sorbus aria</i>																																	+			I
SPRAT III																																				
Pokrovnost	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8						

[illegible]

Prilog 3: Fitocenološka tabela za zajednicu <i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963																					
Zajednica		<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963																			
Subasocijacija		<i>juniperetosum</i>					<i>typicum</i>					<i>abietetosum</i>									
redni broj snimka u Canocu	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
redni broj snimka na kartama	71	72	73	74	75	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
oznaka snimka na terenu	1/09	2/09	3/09	4/09	5/09	1/09	2/09	3/09	4/09	5/09	6/09	7/09	8/09	9/09	10/09	11/09	12/09	13/09	14/09	15/09	
Lokalitet	P	P	P	P	P	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	
Odeljene (odsek)	60	60	60	60	60	7	7	7	7	7	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Nadmorska visina (m)	1280	1280	1270	1265	1260	1038	1035	1032	1044	1050	1462	1452	1424	1404	1393	1383	1355	1324	1310	1290	
Ekspozicija	N	NW	N	nema	N	N	N	N	N	N	NE	NW	NW	E	SW	SW	E	SE	E	E	
Nagib (°)	25	15	18	ravno	10	15	20	25	35	15	10	10	10	10	20	25	25	15	7	10	
SPRAT I																					
Sklop	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	
Srednja visina (m)	19	15	22	17	22	22	23	20	22	22	12	15	12	20	10	13	15	18	17	17	
Srednje rastojanje (m)	5	6	5	6	7	4	4	4	4	5	3	3	2	4	2	3	3	2	2	2	
<i>Pinus sylvestris</i>	4.5	4.5	5.5	5.5	2.2	4.4	4.4	3.4	4.3	4.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.4	3.3	4.3	3.3	4.3	
<i>Picea abies</i>			+	1.1	1.2						1.1	1.1	2.2	1.1	1.2	1.1	2.3	1.1	2.2	2.2	
<i>Abies alba</i>				1.1							+			+	1.1		1.1	1.1	1.1	+	
<i>Pinus nigra</i>	1.1																+	+	+		
SPRAT II																					
Sklop	0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.3	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.2	0.3	0.3	
Srednja visina (m)	3	2	3	4	4	2	1	2	1	1	2	3	2	2	1	1	2	1	2	3	
Srednje rastojanje(m)	2		1	2	2	1	5	4	7	6	2	3	2	1	2	1	1	3	3	3	
<i>Pinus sylvestris</i>	1.1	1.1		+	1.1	+2	+	+2	+	+	+	1.1	+2	1.1	1.2	1.2	1.1	+2	+	+	
<i>Picea abies</i>	1.1	+	2.2		1.2						1.2	+	2.2	1.2	1.1		+2	+2	1.2	1.2	
<i>Abies alba</i>				+2								+	+	2.2	1.1		2.2	2.2	2.2	1.1	
<i>Sorbus aucuparia</i>							+	+	+						+		+				
<i>Juniperus communis</i>	2.3	3.1	2.1	1.2	2.2														+		
<i>Crataegus monogyna</i>				+												+					
<i>Rosa pendulina</i>			+2		1.2																
<i>Fraxinus ornus</i>																+					
<i>Betula pendula</i>								+													
<i>Pyrus pyraeaster</i>			+		1.1				+												
<i>Fagus moesiaca</i>															+	+			+		
<i>Carpinus betulus</i>																+					
<i>Sambucus racemosa</i>																		+			
<i>Rosa spinosissima</i>			+2																		
SPRAT III																					
Pokrovnost	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	
<i>Erica carnea</i>	3.3	3.3	3.3	2.2	1.2	3.3	2.3	3.4	4.3	2.2	1.3	3.2	1.1	+2	+2		+2			1.3	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1.2	1.3	2.3	2.3	2.3	1.2	+2	1.2	1.2	1.2	2.2	1.2	2.2	2.3	1.2	2.2	2.3	2.2	1.1	1.2	
<i>Pteridium aquilinum</i>	1.2	+2	2.3	2.2	1.2	+2	+2	1.2	+2	+	+		+						+		
<i>Symphytum tuberosum</i>	+			+	+	+	+	+	+		+		+	+	+		+	+	+		
<i>Sorbus aucuparia</i>			+			+			+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
<i>Campanula persicifolia</i>	+	+	+	+							+	+	+	+		+	+	+	+	+	
<i>Deschampsia flexuosa</i>				1.2		+2		+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2		+2	1.2	1.1	1.2	1.2	
<i>Muscari botryoides</i>						+	+	+	+2	+2	+2	+	+		+	+	+		+2		
<i>Polygala amara</i>	1.2		+2			+2	+	+	+	+					+2	+2	+2	+	+	1.2	
<i>Rosa pendulina</i>	+2	+	+2	2.2	1.2	+		+	+				1.1	+2		+	+	+			
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	+	+	+			+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+2	
<i>Crocus veluchensis</i>	+		+2		+	+2		+			1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	
<i>Aremonia agrimonioides</i>	+		+		+	+	+		+		+2	+		+		+		+	+		
<i>Daphne blagayana</i>	2.3	2.3	3.2	3.2		+	+2	+	+2	+2		+2									
<i>Erythronium dens canis</i>	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	+	+	+	+	+							+	+			
<i>Cardamine glauca</i>						+					+	+	+	1.2	+2		+2	+2	+2	+	
<i>Lotus corniculatus</i>	+	+	+	+	+		+					+			+2	+2					
<i>Abies alba</i>			+						+		+2	+2	1.2		1.1	+	1.1	1.1	1.2	1.2	
<i>Anemone nemorosa</i>	+			+2			+		+		+	+			+		+	+2	+		
<i>Brachypodium pinnatum</i>	2.3	2.3		2.3	2.2	1.2	+2	+2		+2						+2	+2				
<i>Fragaria vesca</i>		r		+		+			+			+	+2	+2	1.3	1.1		+	+	+2	
<i>Campanula patula</i>	+	+					+				+	+	+	+	+		+	+	+		
<i>Picea abies</i>					+2							+	+2	1.1	1.2	+2	+2		+2	+	
<i>Galium vernum</i>						+2	+2	+2	1.2							+2					
<i>Stachys scardica</i>	+2	+2	+2	+2		+	+		+	+											
<i>Trifolium alpestre</i>	+2	+2		+2	+2	+						+2				+2					
<i>Calamagrostis varia</i>	+2		2.2	+				2.3	2.2	2.2			+2								
<i>Danthonia calycina</i>						+2		+2	1.1	2.2	+										

Scabiosa columbaria						+	+			+		+	+			+		+		+	II	
Sesleria serbica	1.2	+2	2.2			+2	+2		1.2	+2											II	
Hieracium transsilvanicum											+2		+2	+2	1.2	1.2	1.1	1.2			II	
Potentilla heptaphylla						+2					+2				+2	+2			+2	+3	II	
Thymus pulegioides		+2									+2	+3		+2				1.1	+		II	
Ranunculus polyanthemus														+		+	+	+	+	+	II	
Gentiana asclepiadea											+2	+	+	+	+		+	+	+	+	II	
Luzula silvatica						+			+2		+2		+2					+2			II	
Vicia cracca	+			+		+2							+			+					II	
Galium lucidum						1.1				1.1	+	+2	+2							+2	II	
Rubus idaeus												+2	+	+	+	+2	+	+		+	II	
Dactylus glomerata	+	+		+	+				+2		+										II	
Pinus sylvestris						+	+	+		+		+2				+2	1.2	+2			II	
Briza media	1.2	+2		+2						+2		+2									II	
Corylus avellana		+											+			+			+	+	II	
Trifolium pratense						+2					+2	+2		+2	+2					+2	II	
Galium boreale							1.2	+			1.2		+							1.2	+2	II
Potentilla erecta		+		+		+	+2				1.1										II	
Geum rivale												1.1	1.1	+2	+	+2			+	+2	II	
Thlaspi praecox											+2	+2	+2	+				+2	+	+2	+	II
Fagus moesiaca												+				+			+	+	+	II
Polygonatum verticillatum													+		+				+2	+	+	II
Veronica officinalis		+	+2																+2	+	+2	II
Sorbus aria	+	+	+	+	+																II	
Scleropodium purum							1.3	1.3								3.3		2.2	3.3	2.2		II
Rosa spinosissima					1.2	+		+2													I	
Filipendula hexapetala	+		+			+															I	
Potentilla alba						+	2.2		1.2	1.1											I	
Dorycnium germanicum		+2		+2													+3				I	
Galium verum												+2		+			+				I	
Chamaecytisus hirsutus	+	+2							+											+	I	
Galium schultesii				+														+			I	
Prunus avium		+																	r		I	
Tanacetum corymbosum				+					+												I	
Peucedanum carvifolia	+						+		+												I	
Luzula luzuloides																+		+2			I	
Laserpitium marginatum				+								+									I	
Primula veris						+				+							+2				I	
Narcissus radiiflorus											+2	+2	+								I	
Rubus hirtus					+2													+			I	
Poa pratensis							1.2			+2							1.1				I	
Trifolium medium			+										+2							+2	I	
Viola silvestris															+		+		+	+2	I	
Lilium martagon					+			+					+								I	
Koeleria pyramidata							3.3	3.3		1.2						+					I	
Galium pseudoaristatum							+2		+2												I	
Knautia dinarica									+		+		+			+					I	
Festuca amethystina									2.2			+2		+2							I	
Chamaespartium sagittale					1.2							+2									I	
Stachys officinalis								+	+												I	
Crataegus monogyna				+												+			+		I	
Agrostis alba							+2		1.1												I	
Centaurea stenolepis							+	+													I	
Festuca heterophylla	2.3		1.2																		I	
Achillea millefolium			+																	+	I	
Platanthera bifolia	+			+	+																I	
Thesium linophyllum						+	+									+2					I	
Veratrum nigrum							r		r					+							I	
Euphorbia angulata							+	+	+2												I	
Campanula glomerata							+	+	+												I	
Hieracium pavichii											+			+						+2	I	
Taraxacum officinale											+						+			+	I	
Prunella vulgaris											+	+2								+	I	
Veratrum album											+		+								I	
Mycelis muralis												+					+	+	+		I	
Silene roemerii subsp. sendtnerii												+				+2					I	
Hieracium bauhini												+2	+								I	
Lathyrus pratensis		+										+	+2				+				I	

Thymus jankae														1.2	1.1	2.2					I
Athyrium filix femina														+	+2						I
Betula pendula			+												+						I
Hieracium erythrocarpum															+				1.2		I
Dryopteris filix mas																+		+2			I
Acer pseudoplatanus																		+	+	+	I
Veronica teucrium			+															+2			I
Oxalis acetosella																			+2	+3	I
Pyrus pyraister				+	+																I
Knautia arvensis		+2	+	+																	I
Festuca stricta		2.3	1.1																		I
Genista ovata		+	+																		I
Bupleurum sibthorpiatum			+	+																	I
Hepatica nobilis				+	+																I
Festuca pratensis							2.2			1.1											I

Vrste koje se javljaju samo u jednom fitocenološkom snimku: Hypericum barbatum +2 (6); Cytisus procumbens 1.1 (7); Poa nemoralis 1.2 (19); Prenanthes purpurea + (9); Knautia dipsacifolia + (16); Brachypodium sylvaticum +2 (11); Lathyrus sphaericus + (12); Solidago virgaurea + (18); Genista germanica +2 (2); Allyssum markgrafii + (15); Teucrium chamaedrys +2 (11); Seseli peucedanoides + (11); Serratula tinctoria + (2); Campanula cervicaria + (11); Veronica chamaedrys + (7); Lamium galeobdolon 1.2 (10); Asplenium cuneifolium +2 (11); Cerastium brachypetalum + (1); Danaa cornubiensis + (9); Arrhenatherus elatius 1.1 (10); Helianthemum nummularium + (11); Hieracium pilosella +2 (11); Polypodium vulgare +2 (13); Juniperus communis +2 (20); Galium purpureum + (16); Hypochoeris radicata + (17); Salix caprea + (18); Cotoneaster integerrimus + (19); Laser trilobum + (20)

Prilog 4: Synoptic table with percentage frequency and modified fidelity index phi coefficient (3 columns). The fidelities (ϕ coefficient multiplied by 100) are given in smaller characters in the second column, 1: ass. *Erico-Pinetum nigrae* Krause 1957; 2: ass. *Pinetum sylvestris-nigrae* Pavlović 1951; 3: ass. *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963

Group No.	1	2	3
No. of relevés	40	35	20
<i>Pinus sylvestris</i>	5 ---	100 48.1	100 48.1
<i>Pinus nigra</i>	100 42.6	100 42.6	20 ---
<i>Picea abies</i>	. ---	14 ---	60 57.7
<i>Betula pendula</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Quercus dalechampii</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Carpinus betulus</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Abies alba</i>	. ---	6 ---	40 48.7
<i>Fagus moesiaca</i>	2 ---	6 ---	. ---
<i>Pinus sylvestris</i>	2 ---	69 18.8	95 56.4
<i>Pinus nigra</i>	95 52.6	80 ---	. ---
<i>Crataegus monogyna</i>	35 36.8	3 ---	10 ---
<i>Sorbus aucuparia</i>	22 ---	34 ---	25 ---
<i>Abies alba</i>	. ---	14 ---	45 44.8
<i>Juniperus communis</i>	28 ---	3 ---	30 ---
<i>Rosa pendulina</i>	. ---	3 ---	10 ---
<i>Picea abies</i>	8 ---	20 ---	60 48.0
<i>Quercus cerris</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Prunus avium</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Fraxinus ornus</i>	12 ---	. ---	5 ---
<i>Quercus dalechampii</i>	12 ---	3 ---	5 ---
<i>Populus tremula</i>	. ---	6 ---	. ---
<i>Coryllus avellana</i>	2 ---	3 ---	. ---
<i>Betula pendula</i>	10 ---	. ---	5 ---
<i>Pyrus pyraeaster</i>	2 ---	. ---	15 ---
<i>Fagus moesiaca</i>	12 ---	9 ---	15 ---
<i>Carpinus betulus</i>	2 ---	. ---	5 ---
<i>Sambucus racemosa</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Rosa spinosissima</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Sorbus aria</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Juniperus oxycedrus</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Sorbus austriaca</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Erica carnea</i>	100 ---	97 ---	85 ---
<i>Rosa spinosissima</i>	30 ---	11 ---	15 ---
<i>Galium verum</i>	38 ---	40 ---	25 ---
<i>Euphorbia cyparissias</i>	25 ---	9 ---	. ---
<i>Stachys scardica</i>	70 ---	34 ---	40 ---
<i>Filipendula hexapetalla</i>	50 ---	26 ---	15 ---
<i>Potentilla alba</i>	38 ---	46 ---	20 ---
<i>Pteridium aquilinum</i>	68 ---	69 ---	65 ---
<i>Symphytum tuberosum</i>	38 ---	63 ---	70 ---
<i>Aremonia agrimonioides</i>	20 ---	40 ---	45 ---
<i>Daphne blagayana</i>	58 ---	54 ---	50 ---
<i>Sorbus aucuparia</i>	40 ---	43 ---	65 ---
<i>Quercus dalechampii</i>	45 44.8	14 ---	. ---
<i>Campanula persicifolia</i>	20 ---	43 ---	65 ---
<i>Trifolium alpestre</i>	38 ---	31 ---	35 ---
<i>Calamagrostis varia</i>	5 ---	54 34.8	35 ---
<i>Deschampsia flexuosa</i>	35 ---	57 ---	70 ---
<i>Dorycnium germanicum</i>	48 ---	26 ---	15 ---
<i>Galium verum</i>	20 ---	17 ---	20 ---
<i>Genista tinctoria</i>	28 ---	20 ---	. ---
<i>Danthonia provincialis</i>	35 ---	17 ---	25 ---
<i>Muscari botryoides</i>	32 ---	46 ---	65 ---
<i>Erythronium dens canis</i>	95 ---	89 ---	60 ---
<i>Epimedium alpinum</i>	2 ---	11 ---	. ---
<i>Polygala amara</i>	30 ---	31 ---	65 ---
<i>Cardamine glauca</i>	8 ---	26 ---	50 ---
<i>Lotus corniculatus</i>	12 ---	29 ---	45 ---
<i>Scabiosa columbaria</i>	40 ---	29 ---	40 ---
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	42 ---	37 ---	20 ---

Group No.	1	2	3
<i>Stachys recta</i>	8 ---	11 ---	. ---
<i>Sesleria serbica</i>	55 ---	66 ---	35 ---
<i>Abies alba</i>	. ---	6 ---	55 61.2
<i>Rosa pendulina</i>	48 ---	40 ---	65 ---
<i>Anemone nemorosa</i>	50 ---	37 ---	50 ---
<i>Hieracium transsilvanicum</i>	2 ---	9 ---	35 ---
<i>Aquilegia vulgaris</i>	10 ---	6 ---	. ---
<i>Galium schultesii</i>	8 ---	20 ---	10 ---
<i>Hypericum barbatum</i>	2 ---	11 ---	. ---
<i>Potentilla heptaphylla</i>	48 ---	34 ---	30 ---
<i>Prunus avium</i>	12 ---	6 ---	10 ---
<i>Euphorbia glabriflora</i>	10 ---	17 ---	. ---
<i>Thymus pulegioides</i>	42 ---	29 ---	30 ---
<i>Cytisus procumbens</i>	2 ---	6 ---	5 ---
<i>Listera cordata</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Vaccinium myrtillus</i>	55 ---	71 ---	95 ---
<i>Tanacetum corymbosum</i>	32 ---	29 ---	10 ---
<i>Brachypodium pinnatum</i>	62 ---	69 ---	50 ---
<i>Poa nemoralis</i>	. ---	3 ---	5 ---
<i>Peucedanum officinale</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Peucedanum carvifolia</i>	25 ---	31 ---	15 ---
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	10 ---	17 ---	25 ---
<i>Gentiana asclepiadea</i>	. ---	11 ---	40 42.9
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	40 ---	40 ---	80 ---
<i>Luzula silvatica</i>	. ---	9 ---	25 ---
<i>Prenanthes purpurea</i>	. ---	3 ---	5 ---
<i>Luzula luzuloides</i>	2 ---	9 ---	10 ---
<i>Knautia dipsacifolia</i>	. ---	11 ---	5 ---
<i>Laserpitium marginatum</i>	2 ---	17 ---	10 ---
<i>Primula veris</i>	8 ---	3 ---	15 ---
<i>Narcissus radiiflorus</i>	15 ---	17 ---	15 ---
<i>Melittis melissophyllum</i>	8 ---	3 ---	. ---
<i>Mercurialis perennis</i>	2 ---	3 ---	. ---
<i>Maianthemum bifolium</i>	2 ---	6 ---	. ---
<i>Galium tenuissimum</i>	2 ---	3 ---	. ---
<i>Rubus hirtus</i>	25 ---	11 ---	10 ---
<i>Leucanthemum vulgare</i>	5 ---	6 ---	. ---
<i>Pinus nigra</i>	75 50.1	46 ---	. ---
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	42 48.7	3 ---	5 ---
<i>Lathyrus sphaericus</i>	18 ---	23 ---	5 ---
<i>Poa pratensis</i>	15 ---	11 ---	15 ---
<i>Trifolium medium</i>	5 ---	3 ---	15 ---
<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i>	18 ---	3 ---	. ---
<i>Vicia cracca</i>	62 ---	43 ---	35 ---
<i>Galium lucidum</i>	45 ---	31 ---	30 ---
<i>Hypericum perforatum</i>	15 ---	3 ---	. ---
<i>Quercus cerris</i>	28 44.9	. ---	. ---
<i>Viola silvestris</i>	18 ---	9 ---	20 ---
<i>Lilium martagon</i>	25 ---	17 ---	15 ---
<i>Koeleria pyramidata</i>	10 ---	11 ---	20 ---
<i>Solidago virgaurea</i>	10 ---	6 ---	5 ---
<i>Fragaria vesca</i>	45 ---	29 ---	60 ---
<i>Galium pseudoaristatum</i>	2 ---	9 ---	10 ---
<i>Knautia dinarica</i>	12 ---	23 ---	20 ---
<i>Genista germanica</i>	5 ---	11 ---	5 ---
<i>Allium pulchellum</i>	22 40.3	. ---	. ---
<i>Allyssum markgrafii</i>	22 ---	14 ---	5 ---
<i>Festuca amethystina</i>	22 ---	3 ---	15 ---
<i>Teucrium chamaedrys</i>	10 ---	. ---	5 ---
<i>Pimpinella saxifraga</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Seseli peucedanoides</i>	8 ---	. ---	5 ---
<i>Centaurea splendens</i>	8 ---	. ---	. ---
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Leontodon crispus</i>	10 ---	3 ---	. ---
<i>Fraxinus ornus</i>	15 ---	3 ---	. ---
<i>Serratula tinctoria</i>	2 ---	. ---	5 ---

Group No.	1	2	3
<i>Chamaespartium sagittale</i>	10 ---	. ---	10 ---
<i>Campanula cervicaria</i>	12 ---	11 ---	5 ---
<i>Veronica chamaedrys</i>	18 ---	14 ---	5 ---
<i>Campanula patula</i>	15 ---	17 ---	60 44.9
<i>Rubus idaeus</i>	48 ---	29 ---	40 ---
<i>Dactylus glomerata</i>	20 ---	3 ---	30 ---
<i>Silene vulgaris</i>	2 ---	17 ---	. ---
<i>Stachys officinalis</i>	10 ---	3 ---	10 ---
<i>Crataegus monogyna</i>	20 ---	. ---	15 ---
<i>Agrostis alba</i>	20 ---	9 ---	10 ---
<i>Centaurea stenolepis</i>	10 ---	11 ---	10 ---
<i>Lamium galeobdolon</i>	5 ---	. ---	5 ---
<i>Hieracium murorum</i>	5 ---	3 ---	. ---
<i>Asarum europaeum</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Hypericum maculatum</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Festuca heterophylla</i>	2 ---	6 ---	10 ---
<i>Prunus cerasifera</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Achillea millefolium</i>	20 ---	20 ---	10 ---
<i>Briza media</i>	2 ---	. ---	25 ---
<i>Peucedanum austriacum</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Polygonatum odoratum</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Isopyrum thalictroides</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Digitalis ambigua</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Carpinus betulus</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Populus tremula</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Coryllus avellana</i>	10 ---	11 ---	25 ---
<i>Picea abies</i>	. ---	14 ---	45 44.8
<i>Melica uniflora</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Asplenium cuneifolium</i>	10 ---	17 ---	5 ---
<i>Senecio vulgaris</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Galium corrudifolium</i>	. ---	9 ---	. ---
<i>Pinus sylvestris</i>	. ---	29 ---	40 ---
<i>Platanthera bifolia</i>	. ---	9 ---	15 ---
<i>Trifolium pratense</i>	. ---	. ---	30 47.1
<i>Galium boreale</i>	. ---	3 ---	30 43.1
<i>Potentilla erecta</i>	. ---	3 ---	25 ---
<i>Thesium linophyllum</i>	. ---	. ---	15 ---
<i>Crocus veluchensis</i>	20 ---	3 ---	75 63.9
<i>Cerastium brachypetalum</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Veratrum nigrum</i>	. ---	. ---	15 ---
<i>Euphorbia angulata</i>	8 ---	. ---	15 ---
<i>Campanula glomerata</i>	. ---	. ---	15 ---
<i>Hieracium pavichii</i>	. ---	. ---	15 ---
<i>Geum rivale</i>	. ---	17 ---	35 ---
<i>Taraxacum officinale</i>	. ---	. ---	15 ---
<i>Prunella vulgaris</i>	. ---	. ---	15 ---
<i>Veratrum album</i>	. ---	. ---	10 ---
<i>Thlaspi praecox</i>	. ---	9 ---	40 45.7
<i>Mycelis muralis</i>	2 ---	3 ---	20 ---
<i>Fagus moesiaca</i>	5 ---	14 ---	25 ---
<i>Silene roemerii subsp. sendtnerii</i>	2 ---	. ---	10 ---
<i>Hieracium bauhini</i>	2 ---	3 ---	10 ---
<i>Lathyrus pratensis</i>	5 ---	6 ---	20 ---
<i>Polygonatum verticillatum</i>	. ---	. ---	25 42.6
<i>Thymus jankae</i>	10 ---	11 ---	15 ---
<i>Athyrium filix femina</i>	. ---	. ---	10 ---
<i>Danae cornubiensis</i>	18 ---	. ---	5 ---
<i>Betula pendula</i>	10 ---	. ---	10 ---
<i>Arrhenatherus elatius</i>	2 ---	. ---	5 ---
<i>Hieracium erythrocarpum</i>	. ---	. ---	10 ---
<i>Helianthemum nummularium</i>	10 ---	3 ---	5 ---
<i>Hieracium pilosella</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Dryopteris filix mas</i>	. ---	. ---	10 ---
<i>Polypodium vulgare</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Acer pseudoplatanus</i>	. ---	3 ---	15 ---
<i>Veronica teucrium</i>	2 ---	. ---	10 ---
<i>Veronica officinalis</i>	. ---	. ---	25 42.6

Group No.	1	2	3
<i>Oxalis acetosella</i>	. ---	. ---	10 ---
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Galium mollugo</i>	. ---	6 ---	. ---
<i>Sorbus torminalis</i>	8 ---	. ---	. ---
<i>Juniperus communis</i>	2 ---	. ---	5 ---
<i>Medicago prostrata</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Clematis vitalba</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Acer campestre</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Ligustrum vulgare</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Pyrus pyraster</i>	8 ---	. ---	10 ---
<i>Asplenium trichomanes</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Prunus spinosa</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Nardus stricta</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Galium purpureum</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Sorbus aria</i>	2 ---	. ---	25 ---
<i>Knautia arvensis</i>	. ---	. ---	15 ---
<i>Festuca stricta</i>	. ---	. ---	10 ---
<i>Hypochoeris radicata</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Genista ovata</i>	15 ---	. ---	10 ---
<i>Salix caprea</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Bupleurum sibthorpiianum</i>	. ---	. ---	10 ---
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	. ---	. ---	5 ---
<i>Hepatica nobilis</i>	. ---	. ---	10 ---
<i>Calamintha officinalis</i>	2 ---	3 ---	. ---
<i>Carduus candicans</i>	5 ---	3 ---	. ---
<i>Phleum pratense</i>	2 ---	11 ---	. ---
<i>Viscaria vulgaris</i>	5 ---	3 ---	. ---
<i>Polygala supina</i>	2 ---	3 ---	. ---
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	15 ---	11 ---	. ---
<i>Doronicum columnae</i>	. ---	6 ---	. ---
<i>Festuca valesiaca</i>	8 ---	3 ---	. ---
<i>Potentilla visiani</i>	2 ---	3 ---	. ---
<i>Thlaspi alpestre</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Centaurea triumphetti</i>	8 ---	6 ---	. ---
<i>Carex digitata</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Hieracium piloselloides</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Sanguisorba minor</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Cynanchum vincetoxicum</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Dianthus carthusianorum</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Sedum ochroleucum</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Asperula cynanchica</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Juniperus oxycedrus</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Carex humilis</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Minuartia verna</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Laser trilobum</i>	12 ---	. ---	5 ---
<i>Melica nutans</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Sorbus austriaca</i>	8 ---	. ---	. ---
<i>Laserpitium siler</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Cotoneaster tomentosa</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Galium silvaticum</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Cephalanthera rubra</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Melampyrum hoermannianum</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Orobanche caryophyllacea</i>	2 ---	. ---	. ---
<i>Calamintha acinos</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>Calamintha vulgaris</i>	5 ---	. ---	. ---
<i>campanula glomerata subsp. cervicarioides</i>	. ---	3 ---	. ---
<i>Hylocomium splendens</i>	. ---	6 ---	. ---
<i>Scleropodium purum</i>	10 ---	11 ---	30 ---
<i>Dicranum polysetum</i>	8 ---	. ---	. ---
<i>Cladonia fimbriata</i>	. ---	11 ---	. ---
<i>Tortella tortuosa</i>	. ---	6 ---	. ---
<i>Festuca pratensis</i>	. ---	3 ---	10 ---

Prilog 5: Poređenje zajednica istraživanih područja po stepenima prisutnosti

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris- nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
I SPRAT			
<i>Pinus nigra</i>	V ^{3.3-5.5}	V ^{1.1-3.3}	I ^{+1.1}
<i>Pinus sylvestris</i>	I ⁺	V ^{1.1-5.5}	V ^{2.2-5.5}
<i>Betula pendula</i>	I ⁺		
<i>Quercus dalechampii</i>	I ⁺		
<i>Carpinus betulus</i>	I ⁺		
<i>Fagus moesiaca</i>	I ⁺	I ^{+2.2}	
<i>Picea abies</i>		I ^{+1.1}	IV ^{+2.3}
<i>Abies alba</i>		I ⁺	II ^{+1.1}
II SPRAT			
<i>Pinus nigra</i>	V ^{+4.4}	IV ^{+3.3}	
<i>Juniperus communis</i>	II ⁺	I ⁺	II ^{+3.1}
<i>Crataegus monogyna</i>	II ⁺	I ⁺	I ⁺
<i>Picea abies</i>	I ⁺	II ⁺⁺²	IV ^{+2.2}
<i>Quercus cerris</i>	I ⁺		
<i>Prunus avium</i>	I ⁺		
<i>Fraxinus ornus</i>	I ^{+1.2}		I ⁺
<i>Sorbus aucuparia</i>	I ⁺⁺²	II ^{+2.3}	II ⁺
<i>Quercus dalechampii</i>	I ⁺	I ⁺	
<i>Betula pendula</i>	I ⁺		I ⁺
<i>Corylus avellana</i>	I ⁺	I ⁺	
<i>Fagus moesiaca</i>	I ⁺⁺²	I ^{+2.2}	I ⁺
<i>Juniperus oxycedrus</i>	I ⁺⁺²		
<i>Sorbus austriaca</i>	I ⁺		
<i>Carpinus betulus</i>	I ⁺		I ⁺
<i>Pyrus pyraster</i>	I ⁺		I ^{+1.1}
<i>Pinus sylvestris</i>		IV ^{+3.3}	V ^{+1.1}
<i>Abies alba</i>		I ⁺⁺²	III ^{+2.2}
<i>Rosa pendulina</i>		I ⁺²	I ^{+2.1.2}
<i>Populus tremula</i>		I ⁺	
<i>Sorbus aria</i>		I ⁺	
<i>Sambucus racemosa</i>			I ⁺
<i>Rosa spinosissima</i>			I ⁺²
III SPRAT			
<i>Erica carnea</i>	V ^{+2-5.5}	V ^{+5.5}	V ^{+2-4.3}
<i>Erythronium dens canis</i>	V ^{+1.2}	V ^{+1.1}	III ^{+1.3}
<i>Pinus nigra</i>	V ^{+1.2}	III ^{+1.1}	
<i>Stachys scardica</i>	V ⁺⁺²	II ⁺⁺²	II ⁺⁺²
<i>Brachypodium pinnatum</i>	IV ^{+4.4}	IV ^{+2-3.3}	III ^{+2-2.3}
<i>Vicia cracca</i>	IV ⁺⁺²	III ⁺⁺²	II ⁺⁺²
<i>Pteridium aquilinum</i>	IV ^{+3.4}	IV ^{+4.4}	IV ^{+2.3}
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	III ^{1.1-3.3}		I ⁺²
<i>Galium lucidum</i>	III ^{+1.2}	II ^{+2.2}	II ^{+1.1}
<i>Anemone nemorosa</i>	III ⁺⁺²	II ⁺⁺²	III ⁺⁺²
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	III ^{+1.2}	II ^{+1.3}	I ⁺²
<i>Filipendula hexapetala</i>	III ⁺⁺²	II ⁺⁺²	I ⁺
<i>Fragaria vesca</i>	III ^{+1.2}	II ⁺⁺²	III ^{-1.3}
<i>Rosa pendulina</i>	III ^{+1.2}	II ^{+1.1}	IV ^{+2.2}

Prilog 5 - nastavak 1

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris- nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
<i>Vaccinium myrtillus</i>	III ^{+.2-2.3}	IV ^{+.2-1.2}	V ^{+.2-2.3}
<i>Sesleria serbica</i>	III ^{+.4.4}	IV ^{+.2-5.5}	II ^{+.2-2.2}
<i>Potentilla heptaphylla</i>	III ^{+.3.3}	II ^{+.2.2}	II ^{+.2-+.3}
<i>Rubus idaeus</i>	III ^{+.1.2}	II ^{+.+.2}	II ^{+.+.2}
<i>Quercus dalechampii</i>	III ^{+.+.2}	I ^{+.+.2}	
<i>Dorycnium germanicum</i>	III ^{+.2-3.3}	II ^{+.2.2}	I ^{+.2-+.3}
<i>Daphne blagayana</i>	III ^{+.1.2}	III ^{+.1.2}	III ^{+.3.2}
<i>Rubus hirtus</i>	II ^{+.2.2}	I ⁺	I ^{+.+.2}
<i>Cruciata glabra (Galium verum)</i>	II ^{+.1.2}	II ^{+.+.2}	II ^{+.2}
<i>Thymus pulegioides</i>	II ^{+.2-1.1}	II ^{+.+.3}	II ^{+.1.1}
<i>Muscari botryoides</i>	II ^{+.1.2}	III ^{+.+.2}	IV ^{+.+.2}
<i>Quercus cerris</i>	II ^{+.+.2}		
<i>Euphorbia cyparissias</i>	II ^{+.+.2}	I ^{+.+.2}	
<i>Sorbus aucuparia</i>	II ^{r+}	III ^{r+.2}	IV ⁺
<i>Genista tinctoria</i>	II ^{+.1.2}	I ^{+.+.2}	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	II ^{+.1.2}	III ^{+.1.2}	IV ^{+.2-1.2}
<i>Potentilla alba</i>	II ^{+.1.2}	III ^{+.1.2}	I ^{+.2.2}
<i>Tanacetum corymbosum</i>	II ⁺	II ^{r+}	I ⁺
<i>Lilium martagon</i>	II ^{r+}	I ^{r+.2}	I ⁺
<i>Dichoropetalum carvifolia (Peucedanum carvifolia)</i>	II ^{+.1.2}	II ^{+.+.2}	I ⁺
<i>Symphytum tuberosum</i>	II ^{r+.2}	IV ^{+.1.2}	IV ⁺
<i>Allium pulchellum</i>	II ^{+.+.2}		
<i>Allyssum markgrafii</i>	II ^{+.+.3}	I ^{+.2-+.3}	I ⁺
<i>Trifolium alpestre</i>	II ^{+.+.2}	II ^{+.+.3}	II ^{+.+.2}
<i>Festuca amethystina</i>	II ^{+.2-2.2}	I ^{2.2}	I ^{+.2-2.2}
<i>Danthonia alpina (Danthonia calycina)</i>	II ^{+.2-4.4}	I ^{+.2-1.2}	II ^{+.2.2}
<i>Scabiosa columbaria</i>	II ^{+.+.2}	II ^{+.+.2}	II ⁺
<i>Dactylus glomerata</i>	II ^{+.2-1.2}	I ^{+.2}	II ^{+.+.2}
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	II ^{+.+.2}	II ⁺	IV ^{+.+.2}
<i>Lathyrus sphaericus</i>	I ^{+.+.2}	II ^{+.+.2}	I ⁺
<i>Campanula persicifolia</i>	I ^{r+}	III ⁺	IV ⁺
<i>Poa pratensis</i>	I ^{+.2.3}	I ^{1.1-1.2}	I ^{+.2-1.2}
<i>Trifolium medium</i>	I ^{+.+.2}		I ^{+.+.2}
<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i>	I ^{+.2-1.2}		
<i>Hypericum perforatum</i>	I ^{+.+.2}		
<i>Lotus corniculatus</i>	I ^{+.+.2}	II ^{+.+.2}	III ^{+.+.2}
<i>Viola silvestris</i>	I ^{+.+.2}	I ⁺	I ^{+.+.2}
<i>Koeleria pyramidata</i>	I ^{+.2-2.2}	I ^{+.1.1}	I ^{+.3.3}
<i>Solidago virgaurea</i>	I ^{+.+.2}	I ⁺	I ⁺
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	I ⁺	I ⁺	II ⁺
<i>Aquilegia vulgaris</i>	I ⁺	I ⁺	
<i>Knautia dinarica</i>	I ^{+.+.2}	II ^{r+.2}	I ⁺
<i>Genista germanica</i>	I ^{+.2-1.2}	I ^{+.2}	I ^{+.2}
<i>Teucrium chamaedrys</i>	I ^{+.2-+.3}		I ^{+.2}
<i>Galium verum</i>	I ^{+.2.2}	II ^{+.+.2}	I ^{+.+.2}
<i>Pimpinella saxifraga</i>	I ⁺		

Prilog 5 - nastavak 2

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris- nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
<i>Seseli peucedanoides</i>	I ⁺		I ⁺
<i>Centaurea alba ssp. splendens</i>	I ⁺		
<i>Leontodon crispus</i>	I ⁺⁺²	I ⁺	
<i>Cytisus procumbens</i>	I ⁺⁺²		
<i>Fraxinus ornus</i>	I ⁺	I ⁺	
<i>Chamaespartium sagittale</i>	I ⁺²		I ^{+2-1.2}
<i>Campanula cervicaria</i>	I ⁺	I ⁺	I ⁺
<i>Veronica chamaedrys</i>	I ⁺⁺²	I ⁺⁺²	I ⁺
<i>Campanula patula</i>	I ⁺	I ⁺⁺²	III ⁺
<i>Aremonia agrimonioides</i>	I ⁺⁺²	II ⁺⁺²	III ⁺⁺²
<i>Silene vulgaris</i>	I ⁺	I ⁺⁺²	
<i>Stachys officinalis</i>	I ^{+2-1.2}	I ⁺	I ⁺
<i>Crataegus monogyna</i>	I ⁺		I ⁺
<i>Agrostis alba</i>	I ^{+2-2.2}	I ^{+2-1.2}	I ^{+2-1.1}
<i>Centaurea stenolepis</i>	I ⁺	I ⁺⁺²	I ⁺
<i>Lamium galeobdolon</i>	I ⁺²		I ^{1.2}
<i>Cardamine glauca</i>	I ⁺⁺²	II ⁺⁺²	III ^{+1.2}
<i>Calamagrostis varia</i>	I ^{+3.4}	III ^{1.1-5.5}	II ^{+2.3}
<i>Primula veris</i>	I ⁺⁺²		I ⁺⁺²
<i>Narcissus poeticus ssp. radiiflorus</i>	I ⁺⁺²	I ⁺⁺³	I ⁺⁺²
<i>Scleropodium purum</i>	I ⁺⁺³	I ^{+3-3.3}	II ^{2.2-3.3}
<i>Dicranum polysetum</i>	I ^{+3-1.3}		
<i>Melittis melissophyllum</i>	I ⁺⁺²		
<i>Galium schultesii</i>	I ^{+2-1.2}	I ^{+1.1}	I ⁺
<i>Euphorbia angulata</i>	I ⁺		I ⁺⁺²
<i>Achillea millefolium</i>	I ⁺⁺²	I ⁺	I ⁺
<i>Rosa spinosissima</i>	I ^{+1.1}	I ⁺⁺²	I ^{+1.2}
<i>Peucedanum austriacum</i>	I ⁺		
<i>Polygonatum odoratum</i>	I ⁺		
<i>Mercurialis perennis</i>	I ⁺		
<i>Carpinus betulus</i>	I ⁺		
<i>Prunus avium</i>	I ⁺⁺²	I ⁺	I ⁻⁺
<i>Asplenium cuneifolium</i>	I ^{+2-1.1}	I ^{+2-1.2}	I ⁺²
<i>Thymus jankae</i>	I ^{1.2}	I ^{+3-2.2}	I ^{1.1-2.2}
<i>Crocus veluchensis</i>	I ^{+1.2}	I ^{1.2}	IV ^{+1.2}
<i>Sorbus torminalis</i>	I ⁺		
<i>Medicago prostrata</i>	I ⁺³		
<i>Pyrus pyraeaster</i>	I ⁺		I ⁺
<i>Stachys recta</i>	I ⁺⁺³	I ^{+1.2}	
<i>Corylus avellana</i>	I ⁺	I ⁺	II ⁺
<i>Euphorbia glabriflora</i>	I ^{+3-2.2}	I ^{+2..2}	
<i>Helianthemum nummularium</i>	I ⁺⁺²	I ⁺²	I ⁺
<i>Calamintha acinos</i>	I ⁺²⁻⁺³		
<i>Carduus candicans</i>	I ⁺	I ⁺	
<i>Viscaria vulgaris</i>	I ⁺²	I ⁺	
<i>Centaurea triumphetti</i>	I ⁺⁺²	I ⁺	
<i>Leucanthemum vulgare</i>	I ⁺	I ⁺	
<i>Asperula cynanchica</i>	I ⁺⁺²		

Prilog 5 - nastavak 3

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris- nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
<i>Juniperus oxycedrus</i>	I ⁺		
<i>Carex humilis</i>	I ^{+,2-2.2}		
<i>Minuartia verna</i>	I ^{+,2}		
<i>Fagus moesiaca</i>	I ⁺	I ⁺	II ⁺
<i>Physospermum cornubiense</i> (<i>Danae cornubiensis</i>)	I ^{+,+2}		I ⁺
<i>Festuca vallesiaca</i>	I ^{+,+2}	I ^{+,2}	
<i>Laser trilobum</i>	I ^{+,+2}		I ⁺
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	I ⁺	I ^{+,+2}	
<i>Lathyrus pratensis</i>	I ⁺	I ^{+,+2}	I ^{+,+2}
<i>Betula pendula</i>	I ⁺		I ⁺
<i>Sorbus austriaca</i>	I ⁺		
<i>Melampyrum hoermannianum</i>	I ^{+,3-1.2}		
<i>Galium sylvaticum</i>	I ^{+,2}		
<i>Calamintha vulgaris</i>	I ^{+,2}		
<i>Polygala amara</i>		II ^{+,+2}	IV ^{+,1.2}
<i>Pinus sylvestris</i>		II ^{+,1.1}	II ^{+,1.2}
<i>Epimedium alpinum</i>		I ^{+,1.2}	
<i>Abies alba</i>		I ^{+,+2}	III ^{+,1.2}
<i>Hieracium transsilvanicum</i>		I ⁺	
<i>Hypericum barbatum</i>		I ^{+,+2}	I ^{+,2}
<i>Cytisus procumbens</i>		I ⁺	I ^{1.1}
<i>Gentiana asclepiadea</i>		I ^{+,+}	II ^{+,+2}
<i>Luzula silvatica</i>		I ^{+,+2}	II ^{+,+2}
<i>Luzula luzuloides</i>		I ^{+,+2}	I ^{+,+2}
<i>Knautia dipsacifolia</i>		I ⁺	I ⁺
<i>Laserpitium marginatum</i>		I ^{+,+}	I ⁺
<i>Maianthemum bifolium</i>		I ^{+,2}	
<i>Galium pseudoaristatum</i>		I ^{+,1.2}	I ^{+,2}
<i>Hieracium murorum</i>		I ^{+,2}	
<i>Festuca heterophylla</i>		I ^{+,2-1.3}	I ^{1.2-2.3}
<i>Populus tremula</i>		I ⁺	
<i>Picea abies</i>		I ⁺	III ^{+,1.2}
<i>Melica uniflora</i>		I ^{+,2}	
<i>Senecio vulgaris</i>		I ⁺	
<i>Galium corrudifolium</i>		I ^{+,1.2}	
<i>Platanthera bifolia</i>		I ⁺	I ⁺
<i>Galium boreale</i>		I ⁺	II ^{+,1.2}
<i>Potentilla erecta</i>		I ^{+,2}	II ^{+,1.1}
<i>Geum rivale</i>		I ^{+,+2}	II ^{+,1.1}
<i>Thlaspi praecox</i>		I ^{+,+2}	II ^{+,+2}
<i>Mycelis muralis</i>		I ⁺	I ⁺
<i>Pilosella bauhini</i> (<i>Hieracium bauhini</i>)		I ⁺	I ^{+,+2}
<i>Acer pseudoplatanus</i>		I ⁺	I ⁺
<i>Chamaenerion angustifolium</i>		I ⁺	
<i>Galium mollugo</i>		I ^{+,2}	
<i>Calamintha officinalis</i>		I ^{+,2}	

Prilog 5 - nastavak 4

Zajednica	<i>Erico-Pinetum nigrae</i> Krause 1957	<i>Pinetum sylvestris- nigrae</i> Pavlović 1951	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> Stefanović 1963
<i>Phleum pratense</i>		I ^{+-+.2}	
<i>Polygala supina</i>		I ^{+.2}	
<i>Doronicum columnae</i>		I ⁺	
<i>Potentilla visianii</i>		I ⁺	
<i>Thlaspi kovatsii</i>		I ^{+.2}	
<i>Carex digitata</i>		I ^{+.2}	
<i>Pilosella piloselloides</i> (<i>Hieracium piloselloides</i>)		I ^{+.2}	
<i>Hylocomium splendens</i>		I ^{+.3-1.3}	
<i>Cladonia fimbriata</i>		I ^{+.3}	
<i>Tortella tortuosa</i>		I ^{1.2-2.2}	
<i>Festuca pratensis</i>		I ^{1.1}	I ^{1.1-2.2}
<i>Hieracium transsilvanicum</i>			II ^{+.2-1.2}
<i>Briza media</i>			II ^{+.2-1.2}
<i>Trifolium pratense</i>			II ^{+.2}
<i>Polygonatum verticillatum</i>			II ^{+-+.2}
<i>Veronica officinalis</i>			II ^{+-+.2}
<i>Sorbus aria</i>			II ⁺
<i>Poa nemoralis</i>			I ^{1.2}
<i>Prenanthes purpurea</i>			I ⁺
<i>Serratula tinctoria</i>			I ⁺
<i>Thesium linophyllum</i>			I ^{+-+.2}
<i>Cerastium brachypetalum</i>			I ⁺
<i>Veratrum nigrum</i>			I ⁻⁺
<i>Campanula glomerata</i>			I ⁺
<i>Pilosella pavichii</i> (<i>Hieracium pavichii</i>)			I ^{+-+.2}
<i>Taraxacum officinale</i>			I ⁺
<i>Prunella vulgaris</i>			I ^{+-+.2}
<i>Veratrum album</i>			I ⁺
<i>Silene sendtnerii</i>			I ^{+-+.2}
<i>Athyrium filix femina</i>			I ^{+-+.2}
<i>Arrhenatherus elatius</i>			I ^{1.1}
<i>Hieracium erythrocarpum</i>			I ^{+-1.2}
<i>Pilosella officinarum</i> (<i>Hieracium pilosella</i>)			I ^{+.2}
<i>Dryopteris filix mas</i>			I ^{+-+.2}
<i>Polypodium vulgare</i>			I ^{+.2}
<i>Veronica teucrium</i>			I ^{+-+.2}
<i>Oxalis acetosella</i>			I ^{+.2-+.3}
<i>Juniperus communis</i>			I ^{+.2}
<i>Galium purpureum</i>			I ⁺
<i>Knautia arvensis</i>			I ^{+-+.2}
<i>Festuca stricta</i>			I ^{1.1-2.3}
<i>Hypochoeris radicata</i>			I ⁺
<i>Salix caprea</i>			I ⁺
<i>Bupleurum falcatum</i> (<i>Bupleurum sibthorpiatum</i>)			I ⁺
<i>Cotoneaster integerrimus</i>			I ⁺
<i>Hepatica nobilis</i>			I ⁺

Prilog 6: Familije, areal tipovi, životni oblici i sintaksonomska pripadnost vaskular nih biljaka u zajednicama istraživanog područja

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Abies alba</i> Mill.	Pinacea	Srednjeevropsko-planinski	P scap	Fagion
<i>Acer campestre</i> L.	Aceracea	Srednjeevropsko-kavkaski	P scap	Querco-Fagetea
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Aceracea	Srednjeevropsko-kavkaski	P scap	Fagion
<i>Achillea millefolium</i> L.	Asteracea	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Agrostis stolonifera</i> FM (<i>Agrostis alba</i> L.)	Poaceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Agrostis capilaris</i> L.	Poaceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Allium pulchellum</i> Don.	Amaryllidaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	G	Festuco-Brometea
<i>Allyssum markgrafii</i> O.E.Schulz.	Brassicacea	Mediterransko-submediteranski	H	Erico-Pinetalia
<i>Anemone nemorosa</i> L.	Ranunculacea	Srednjeevropski	G	Querco-Fagetea
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	Ranunculacea	Srednjeevropski	H	Fagetalia
<i>Aremonia agrimonioides</i> (L.) DC	Rosacea	Srednjeevropski	H	Fagion
<i>Arrhenantherum elatius</i> (L.) Beauv. ex J. & C. Presl	Poaceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Asarum europaeum</i> L.	Aristolochiaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Fagetalia
<i>Asperula cynanchica</i> L.	Rubiacea	Pontsko-mediteransko-submediteranski	H	Festuco-Brometea
<i>Asplenium cuneifolium</i> Viv.	Aspleniacea	Srednjeevropski	H	Asplenion
<i>Asplenium trichomanes</i> L.	Aspleniacea	Cirkumholarktički	H	Asplenion
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	Athyriacea	Cirkumborealni	H	Fagion
<i>Betula pendula</i> Roth	Betulacea	Borealni	P scap	Samb.-Salicion
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv. ssp. <i>rupestre</i> (Host) Sch. & Mart.	Poaceae	Evroazijski	H	Erico-Pinion
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Hudson) Beauv.	Poaceae	Evroazijski	H	Querco-Fagetea
<i>Briza media</i> L.	Poaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Arrhenatheretalia

Prilog 6 – nastavak 1

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Bupleurum falcatum</i> (L.) <i>Bupleurum sibthorpiatum</i> S.S.	Apiaceae	Evroazijski	H	Adenostylon
<i>Calamagrostis varia</i> (Schrud.) Host	Poaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinion
<i>Calamintha acinos</i> (Schur) Danndy	Lamiaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	T	Festuco-Brometea
<i>Calamintha vulgaris</i> (L.) Druce	Lamiaceae	Cirkumholarktički	H	Erico-Pinion
<i>Campanula cervicaria</i> L.	Campanulaceae	Evroazijski	H	Carpinion
<i>Campanula glomerata</i> L.	Campanulaceae	Evroazijski	H	Erico-Pinetalia
<i>Campanula patula</i> L.	Campanulaceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinetalia
<i>Campanula persicifolia</i> L.	Campanulaceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinion
<i>Cardamine glauca</i> DC.	Brassicaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinion
<i>Carduus candicans</i> Waldst. & Kit.	Asteraceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinetalia
<i>Carex digitata</i> L.	Cyperaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Carpinion
<i>Carex humilis</i> Leyss.	Cyperaceae	Evroazijski	H	Erico-Pinion
<i>Carpinus betulus</i> L.	Corylaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	P scap	Carpinion betuli
<i>Centaurea alba</i> L. ssp. <i>splendens</i> (L.) Archang.	Asteraceae	Mediterransko-submediteranski	H	Festuco-Brometea
<i>Centaurea phrygia</i> L. ssp. <i>bosniaca</i> (Murb.) Hayek	Asteraceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinetalia
<i>Centaurea stenolepis</i> A. Kerner ssp. <i>stenolepis</i>	Asteraceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinetalia
<i>Centaurea triumphetti</i> All.	Asteraceae	Južnoevropsko-planinski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) L. C. M. Rich	Orchidaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	G	Erico-Pinion
<i>Cerastium brachypetalum</i> Pers.	Caryophyllaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	T	Quercetalia pubescentis
<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link ssp. <i>polytrichum</i> (M. Bieb.)	Fabaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	Ch	Erico-Pinion
<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i> Schaff.	Fabaceae	Pontski	Ch	Erico-Pinion

Prilog 6 – nastavak 2

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop. (<i>Epilobium angustifolium</i> L.)	Oenotheraceae	Cirkumholarktički	H	Epilobietea
<i>Chamaespartium sagittale</i> (L.) P. Gibbs	Fabaceae	Srednjeevropski	Ch	Brometalia
<i>Clematis vitalba</i> L.	Ranunculacea	Srednjeevropsko-kavkaski	S	Prunetalia
<i>Clinopodium nepeta</i> ssp. <i>glandulosum</i> (Req.) Govaerts (<i>Calamintha</i> off.)	Lamiaceae	Mediterransko-submediteranski	H	Quercion pubescentis
<i>Corylus avellana</i> L.	Corylaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	P caesp	Querco-Fagetea
<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medicus	Rosaceae	Srednjeevropsko-planinski	P caesp	Erico-Pinion
<i>Cotoneaster tomentosa</i> (Ait.) Lindl.	Rosaceae	Južnoevropsko-planinski	P caesp	Erico-Pinion
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Rosaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	P	Quercetalia pubescentis
<i>Crocus veluchensis</i> Herbert	Iridaceae	Južnoevropsko-planinski	G	Erico-Pinion
<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend (<i>Galium vernum</i>)		Srednjeevropsko-kavkaski	H	Carpinion betuli
<i>Cytisus procumbens</i> (W.et K.) Spreng.	Fabaceae	Mediterransko-submediteranski	Ch	Halacsyetalia
<i>Dactylus glomerata</i> L.	Poaceae	Evroazijski	H	Querco-Fagetea
<i>Danthonia alpina</i> Vest= <i>Danthonia calycina</i> (Vill.) Rchb. (<i>Danthonia provincialis</i> DC)	Poaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinion
<i>Daphne blagayana</i> Freyer	Thymelaeaceae	Srednjeevropsko-planinski	Ch	Erico-Pinion
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin	Poaceae	Cirkumborealni	H	Quercion roboris
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	Caryophyllaceae	Srednjeevropski	H	Brometalia
<i>Dichoropetalum carvifolia</i> (Vill. Pimenov & Kljuykov (<i>Peucedanum carvifolia</i> (L.) Vill.	Apiaceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia

Prilog 6 – nastavak 3

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Digitalis grandiflora</i> Miller (<i>D. ambigua</i>)	Scrophulariaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Fagetalia
<i>Doronicum columnae</i> Ten.	Asteraceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Adenostylian
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop. <i>ssp.germanicum</i> (Grem.) Gams & Hegi	Fabaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	Ch	Erico-Pinion
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.	Dryopteridaceae	Cirkumborealni	H	Fagetalia
<i>Epimedium alpinum</i> L.	Berberidaceae	Srednjeevropski	H	Carpinion betuli
<i>Erica carnea</i> L.	Ericaceae	Srednjeevropsko-planinski	Ch	Erico-Pinetalia
<i>Erythronium dens-canis</i> L.	Liliaceae	Srednjeevropski	G	Querco-Fagetea
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	Euphorbiaceae	Srednjeevropsko-planinski	Ch	Fagetalia
<i>Euphorbia angulata</i> Jacq.	Euphorbiaceae	Srednjeevropski	H	Brometalia
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Euphorbiaceae	Evroazijski	H	Erico-Pinion
<i>Euphorbia glabriflora</i> Vis.	Euphorbiaceae	Mediterransko-submediteranski	Ch	Erico-Pinetalia
<i>Fagus moesiaca</i> (K. Maly) Czech. (<i>Fagus sylvatica</i> L. (incl. <i>F. moesiaca</i>))	Fagaceae	Srednjeevropski	P scap	Fagetalia
<i>Festuca amethystina</i> L.	Poaceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinion
<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	Poaceae	Srednjeevropski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Festuca pratensis</i> Hudson	Poaceae	Evroazijski	H	Festuco-Brometea
<i>Festuca stricta</i> Host	Poaceae	Pontsko-submediteranski	H	Festuco-Brometea
<i>Festuca valesiaca</i> Schleich	Poaceae	Evroazijski	H	Festuco-Brometea
<i>Filipendula hexapetala</i> Gilib.	Rosacea	Evroazijski	H	Festuco-Brometea
<i>Fragaria vesca</i> L.	Rosacea	Evroazijski	H	Querco-Fagetea
<i>Fraxinus ornus</i> L.	Oleaceae	Mediterransko-submediteranski	P scap	Quercetalia pubescentis
<i>Galium boreale</i> L.	Rubiaceae	Cirkumborealni	H	Molinion
<i>Galium corrudifolium</i> Vill.	Rubiaceae	Mediterransko-submediteranski	H	Festuco-Brometea
<i>Galium lucidum</i> All.	Rubiaceae	Mediterransko-submediteranski	H	Erico-Pinion

Prilog 6 – nastavak 4

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Galium mollugo</i> L.	Rubiaceae	Srednjeevropski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Galium pseudoaristatum</i> Schur	Rubiaceae	Srednjeevropski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Galium purpureum</i> L.	Rubiaceae	Južnoevropsko-planinski	Ch	Halacsyetalia
<i>Galium schultesii</i> Vest.	Rubiaceae	Srednjeevropski	H	Carpinion betuli
<i>Galium sylvaticum</i> L.	Rubiaceae	Pontsko-mediteransko-submediteranski	H	Carpinion betuli
<i>Galium tenuissimum</i> Bieb.	Rubiaceae	Pontski	T	Festuco-Brometea
<i>Galium verum</i> L.	Rubiaceae	Evroazijski	H	Erico-Pinion
<i>Genista germanica</i> L.	Fabaceae	Srednjeevropski	Ch	Genisto-Quercion
<i>Genista tinctoria</i> L.	Fabaceae	Evroazijski	Ch	Carpinion betuli
<i>Gentiana asclepiadea</i> Mikan ex Pohl.	Gentianaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinion
<i>Geum rivale</i> L.	Rosaceae	Cirkumborealni	H	Molinietalia
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	Cistaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	Ch	Erico-Pinion
<i>Hepatica nobilis</i> Schreber	Ranunculacea	Srednjeevropski	H	Querco-Fagetea
<i>Hieracium erythrocarpum</i> Pet.	Asteraceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinion
<i>Hieracium murorum</i> L.	Asteraceae	Srednjeevropski	H	Quercion roboris
<i>Hieracium transsilvanicum</i> Heuff.	Asteraceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Fagetalia
<i>Hypericum barbatum</i> Jacq.	Hypericaceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinetalia
<i>Hypericum maculatum</i> Crantz.	Hypericaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Nardetalia
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Hypericaceae	Evroazijski	H	Epilobietea
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	Asteraceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Arrhenatheretalia
<i>Isopyrum thalictroides</i> L.	Ranunculacea	Srednjeevropski	G	Fagetalia
<i>Juniperus communis</i> L. ssp. <i>communis</i>	Cupressaceae	Cirkumholarktički	P caesp	Quercetalia pubescentis
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Cupressaceae	Mediteransko-submediteranski	P caesp	Quercetalia pubescentis

Prilog 6 – nastavak 5

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	Dipsacaceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Knautia dinarica</i> (Murb.) Borb. ssp. <i>dinarica</i>	Dipsacaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Festuco-Brometea
<i>Knautia dipsacifolia</i> Kreutzer	Dipsacaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Quercion roboris
<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) Beauv.	Poaceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinion
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Ehrend & Polatschek (<i>Lamium galeobdolon</i>)	Lamiaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Fagetalia
<i>Laser trilobium</i> (L.) Borkh.	Apiaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	H	Halacsyetalia
<i>Laserpitium krapfii</i> Crantz ssp. <i>krapfii</i> (<i>Laserpitium marginatum</i> W. K.)	Apiaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinetalia
<i>Laserpitium siler</i> L.	Apiaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinion
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Fabaceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	Fabaceae	Mediterransko-submediteranski	T	Quercetalia pubescentis
<i>Leontodon crispus</i> Vill.	Asteraceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	H	Festuco-Brometea
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. S.l.	Asteraceae	Evroazijski	H	Festuco-Brometea
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Oleaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	P caesp	Festuco-Brometea
<i>Lilium martagon</i> L.	Liliaceae	Srednjeevropski	G	Erico-Pinion
<i>Lotus corniculatus</i> L.	Fabaceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy. et Wilmott.	Juncaceae	Srednjeevropski	H	Fagion
<i>Luzula silvatica</i> (Huds.) Gaud.	Juncaceae	Srednjeevropski	H	Fagion
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) Schm.	Liliaceae	Cirkumborealni	G	Fagetalia
<i>Medicago prostrata</i> Jacq.	Fabaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	H	Festuco-Brometea
<i>Melampyrum hoermannianum</i> Maly	Scrophulariaceae	Srednjeevropski	T	Festuco-Brometea
<i>Melica nutans</i> L.	Poaceae	Evroazijski	H	Quercio-Fagetea

Prilog 6 – nastavak 6

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Melica uniflora</i> Retz.	Poaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Querco-Fagetea
<i>Melittis melissophyllum</i> L.	Lamiaceae	Srednjeevropski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Mercurialis perennis</i> L.	Euphorbiaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Fagetalia
<i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern.	Caryophyllaceae	Cirkumborealni	Ch	Festuco-Brometea
<i>Muscari botryoides</i> (L.) Mill.	Liliaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	G	Arrhenatheretalia
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort	Asteraceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Querco-Fagetea
<i>Narcissus poeticus</i> L. ssp. <i>radiiflorus</i> (Salis.) Baker	Amaryllidaceae	Južnoevropsko-planinski	G	Arrhenatheretalia
<i>Nardus stricta</i> L.	Poaceae	Cirkumborealni	H	Nardetalia
<i>Neottia cordata</i> (L.) Rich. (<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.)	Orchidaceae	Cirkumborealni	G	Piceetalia
<i>Orobanche caryophyllacea</i> Sm.	Orobanchaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	G	Festuco-Brometea
<i>Oxalis acetosella</i> L. ssp. <i>acetosella</i>	Oxalidaceae	Južnoevropsko-planinski	G	Fagetalia
<i>Peucedanum austriacum</i> Koch	Apiaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Peucedanum officinale</i> L.	Apiaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench	Apiaceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinion
<i>Phleum pratense</i> L.	Poaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Festuco-Brometea
<i>Physospermum cornubiense</i> (L.) DC (<i>Danaa cornubiensis</i> (Torn.) Burnat.)	Apiaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Picea abies</i> (L.) Karst	Pinaceae	Borealni	P scap	Piceetalia
<i>Pilosella bauhini</i> (Schult) Arv.-Touv. (<i>Hieracium bauhini</i>)	Asteraceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Festucetalia
<i>Pilosella officinarum</i> Vaill. (<i>Hieracium pilosella</i> L.)	Asteraceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Festuco-Brometea
<i>Pilosella pavichii</i> (Heuff.) Arv.-Touv. (<i>Hieracium pavichii</i>)	Asteraceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Festuco-Brometea

Prilog 6 – nastavak 7

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistemska pripadnost
<i>Pilosella piloselloides</i> (Vill) Sojak (<i>Hieracium piloselloides</i> Vill.)	Asteraceae	Srednjeevropski	H	Festuco-Brometea
<i>Pimpinella saxifraga</i> L. (inc. <i>P. alpina</i> Host)	Apiaceae	Evroazijski	H	Erico-Pinion
<i>Pinus nigra</i> Arn.	Pinaceae	Južnoevropsko-planinski	P scap	Erico-Pinetalia
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pinaceae	Cirkumborealni	P scap	Erico-Pinion
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) L. M. C. Rchb.	Orchidaceae	Evroazijski	H	Erico-Pinion
<i>Poa nemoralis</i> L.	Poaceae	Borealni	H	Querco-Fagetea
<i>Poa pratensis</i> L.	Poaceae	Južnoevropsko-planinski	H	Arrhenatheretalia
<i>Polygala amara</i> L.	Polygalaceae	Cirkumborealni	H	Seslerietalia
<i>Polygala supina</i> Schreb.	Polygalaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Erico-Pinetalia
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	Liliaceae	Evroazijski	G	Quercetalia pubescentis
<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.	Liliaceae	Srednjeevropski	G	Fagetalia
<i>Polypodium vulgare</i> L.	Polypodiaceae	Cirkumholarktički	H	Asplenion
<i>Populus tremula</i> L.	Salicaceae	Cirkumborealni	P scap	Samb.-Salicion
<i>Potentilla alba</i> L.	Rosaceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinetalia
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.	Rosaceae	Evroazijski	H	Molinietalia
<i>Potentilla heptaphylla</i> L.	Rosaceae	Srednjeevropski	H	Erico-Pinion
<i>Potentilla visiani</i> Pančić	Rosaceae	Mediteransko-submediteranski	H	Erico-Pinion
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	Asteraceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Fagion
<i>Primula veris</i> Huds.	Primulaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Lamiaceae	Cirkumholarktički	H	Arrhenatheretalia
<i>Prunus avium</i> L.	Rosaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	P scap	Carpinion betuli
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	Rosaceae		P	Quercetalia pubescentis
<i>Prunus spinosa</i> L.	Rosaceae	Evroazijski	P caesp	Prunetalia
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn. Dec	Hypolepidaceae	Cirkumholarktički	G	Quercion roboris
<i>Pyrus pyrastrer</i> Burg.	Rosaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	P scap	Quercetalia pubescentis
<i>Quercus cerris</i> L.	Fagaceae	Srednjeevropski	P scap	Quercetalia pubescentis

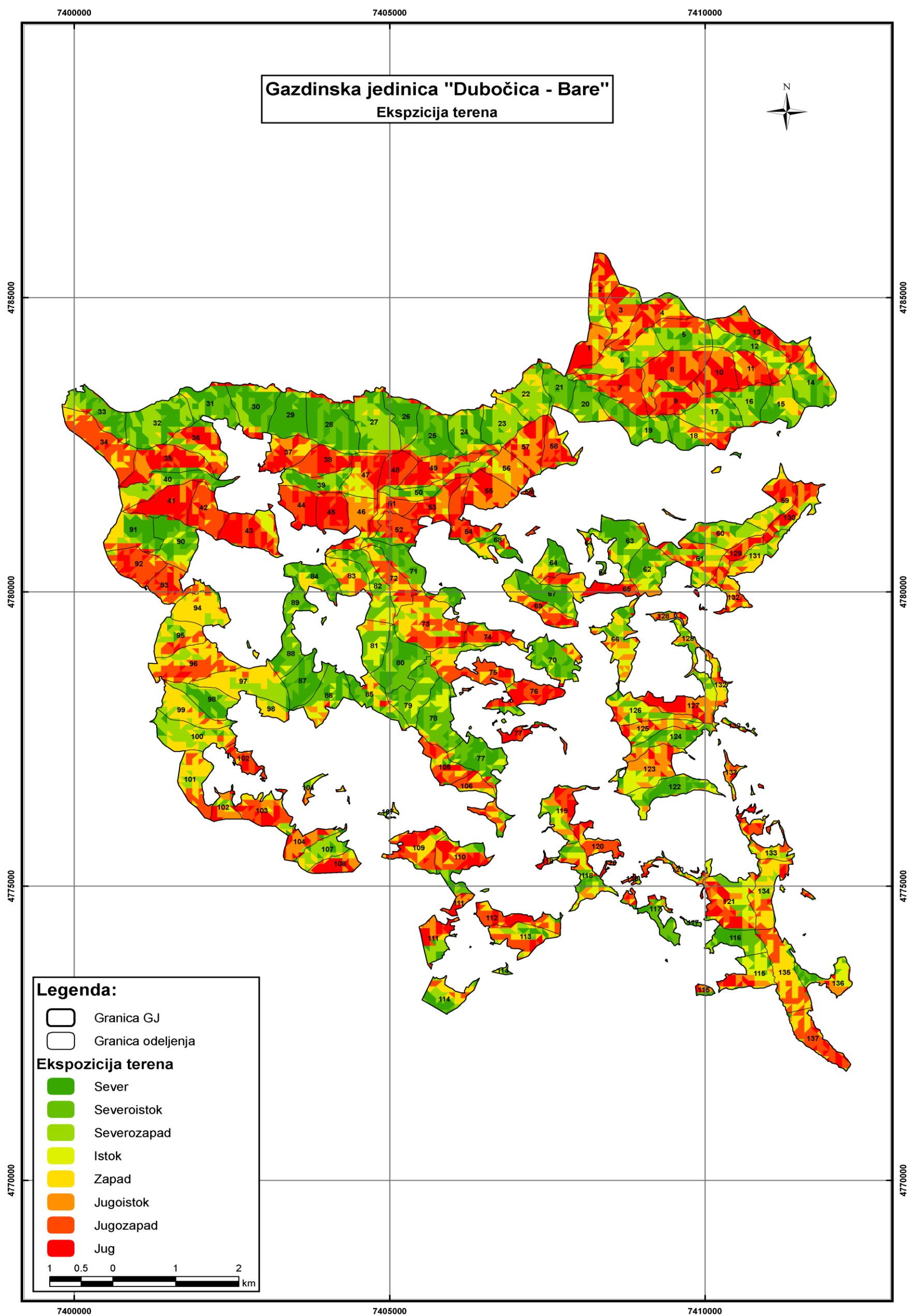
Prilog 6 – nastavak 8

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Quercus dalechampii</i> Ten	Fagaceae	Srednjeevropski	P scap	Quercetalia pubescentis
<i>Ranunculus polyanthemus</i> L.	Ranunculaceae	Evroazijski	H	Molinietalia
<i>Rosa pendulina</i> L.	Rosaceae	Srednjeevropsko-planinski	Ch	Erico-Pinion
<i>Rosa spinosissima</i> L.	Rosaceae	Evroazijski	P caesp	Quercetalia pubescentis
<i>Rubus hirtus</i> Wald.&Kif.	Rosaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	P caesp	Quercion roboris
<i>Rubus idaeus</i> L.	Rosaceae	Cirkumborealni	P caesp	Sambuco-Salicion
<i>Salix caprea</i> L.	Salicaceae	Evroazijski	P scap/caesp	Sambuco-Salicion
<i>Sambucus racemosa</i> L.	Caprifoliaceae	Srednjeevropski	P caesp	Sambuco-Salicion
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Rosaceae	Evroazijski	H	Erico-Pinion
<i>Scabiosa columbaria</i> L.	Dipsacaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Brometalia
<i>Sedum ochroleucum</i> Chaix	Crassulaceae	Mediterransko-submediteranski	Ch	Festuco-Brometea
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Asteraceae	Evroazijski	T	Chenopodietea
<i>Serratula tinctoria</i> L.	Asteraceae	Srednjeevropski	H	Carpinion
<i>Seseli peucedanoides</i> (Bieb.) K. P.	Apiaceae	Mediterransko-submediteransko-pontski	H	Seslerietalia
<i>Sesleria serbica</i> Adamovic Ujhelyi	Poaceae	Južnoevropsko-planinski	H	Erico-Pinion
<i>Silene sendtnerii</i> Boiss.	Caryophyllaceae	Južnoevropsko-planinski	Ch	Festuco-Brometea
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Caryophyllaceae	Evroazijski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Solidago virga-aurea</i> L.	Asteraceae	Cirkumborealni	H	Epilobietea
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz.	Rosaceae	Južnoevropsko-planinski	P	Fagetalia
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Rosaceae	Borealni	P	Fagetalia
<i>Sorbus austriaca</i> (Beck) Hedl.	Rosaceae	Srednjeevropski	P	Fagetalia
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) CR	Rosaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	P	Quercetalia pubescentis
<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trev.	Lamiaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Molinietalia
<i>Stachys recta</i> L..	Lamiaceae	Submediteransko-pontski	H	Erico-Pinion
<i>Stachys scardica</i> (Griseb.) Hayek.	Lamiaceae	Južnoevropsko-planinski	H	Erico-Pinetalia

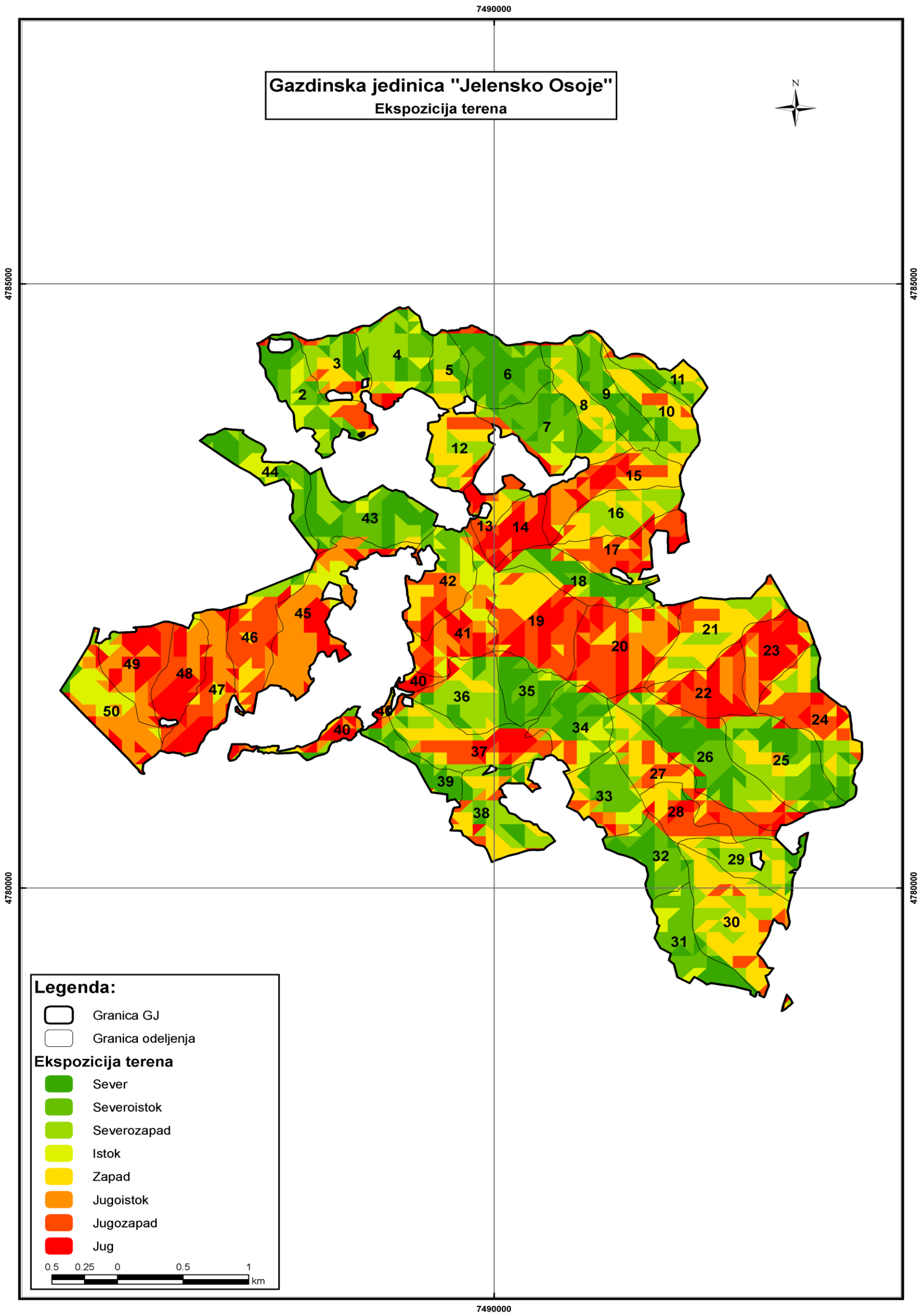
Prilog 6 – nastavak 9

Naziv vrste	Familija	Areal tip	Životni oblik	Sinsistematska pripadnost
<i>Symphitum tuberosum</i> L. ssp. <i>nodosum</i> (Schur) Soo	Boraginaceae	Srednjeevropski	G	Fagetalia
<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Schultz.Bip.	Asteraceae	Evroazijski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Asteraceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Lamiaceae	Mediterransko-submediterransko-pontski	Ch	Erico-Pinion
<i>Thesium linophyllum</i> L.	Santalaceae	Srednjeevropski	H	Brometalia
<i>Thlaspi kovatsii</i> Heuffell	Brassicaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Arrhenatheretalia
<i>Thlaspi praecox</i> Wulf.	Brassicaceae	Srednjeevropsko-planinski	H	Brometalia
<i>Thlaspi praecox</i> ssp. <i>jankae</i> (Celak.) Jalas (<i>Thymus jankae</i>)	Lamiaceae	Mediterransko-submediterranski	Ch	Erico-Pinion
<i>Thymus pulegioides</i> L.	Lamiaceae	Srednjeevropski	Ch	Festuco-Brometea
<i>Trifolium alpestre</i> L.	Fabaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Erico-Pinetalia
<i>Trifolium medium</i> Huds.	Fabaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Trifolion medii
<i>Trifolium pretense</i> L.	Fabaceae	Evroazijski	H	Arrhenatheretalia
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Ericaceae	Cirkumborealni	Ch	Vaccinio-Piceetalia
<i>Veratrum album</i> L.	Liliaceae	Cirkumborealni	G	Adenostylin
<i>Veratrum nigrum</i> L.	Liliaceae	Evroazijski	G	Festuco-Brometea
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Scrophulariaceae	Evroazijski	H	Querco-Fagetea
<i>Veronica officinalis</i> L.	Scrophulariaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Quercion roboris
<i>Veronica teucrium</i> L.	Scrophulariaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Erico-Pinion
<i>Vicia cracca</i> L. ssp. <i>cracca</i>	Fabaceae	Evroazijski	H	Molinietalia
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medicus	Asclepiadaceae	Evroazijski	H	Quercetalia pubescentis
<i>Viola silvestris</i> Lam.	Violaceae	Srednjeevropsko-kavkaski	H	Fagetalia
<i>Viscaria vulgaris</i> Röhl.	Caryophyllaceae	Evroazijski	H	Festuco-Brometea

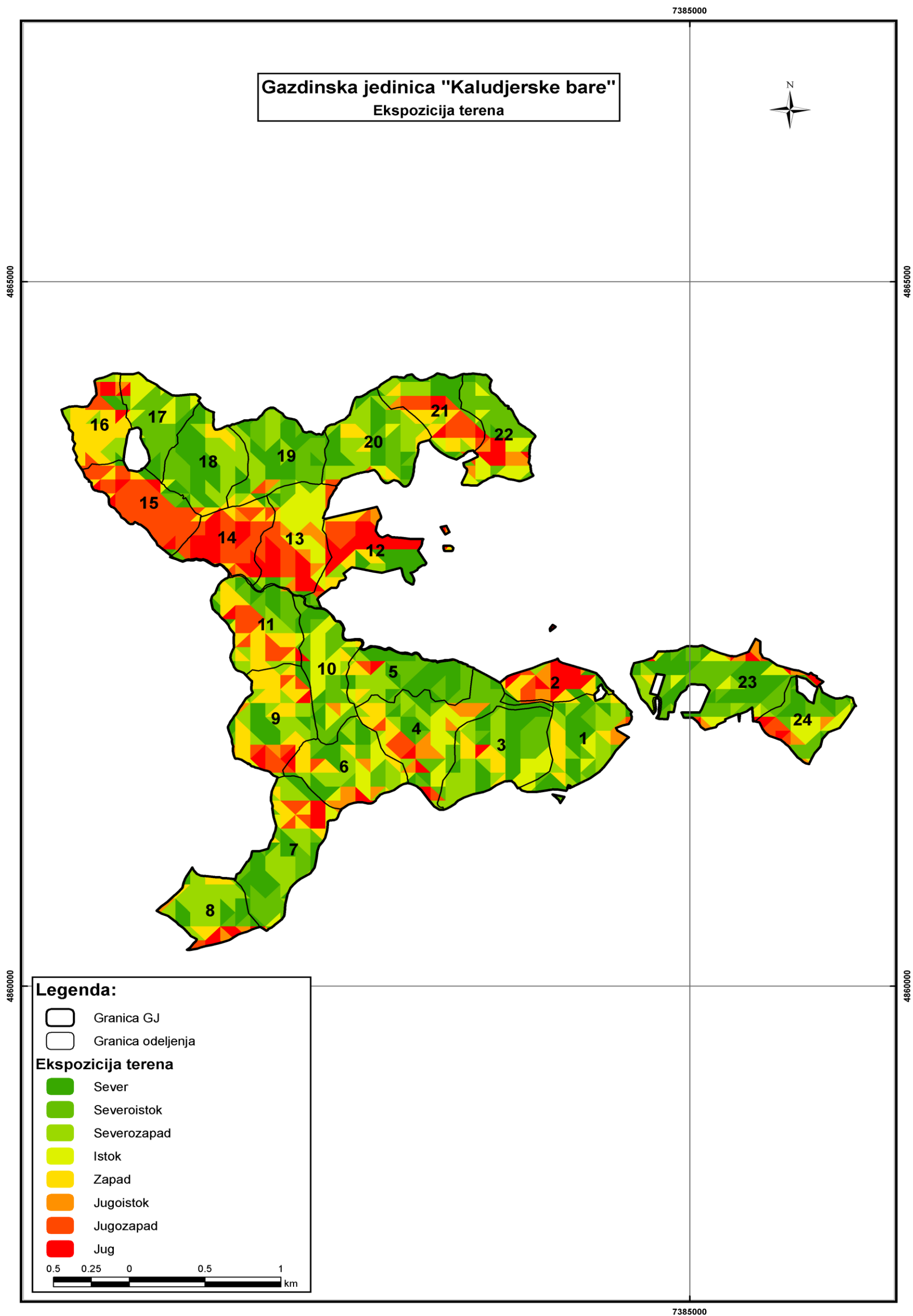
Prilog 7: Karta ekspozicije terena gazdinske jedinice „Dubočica bare”



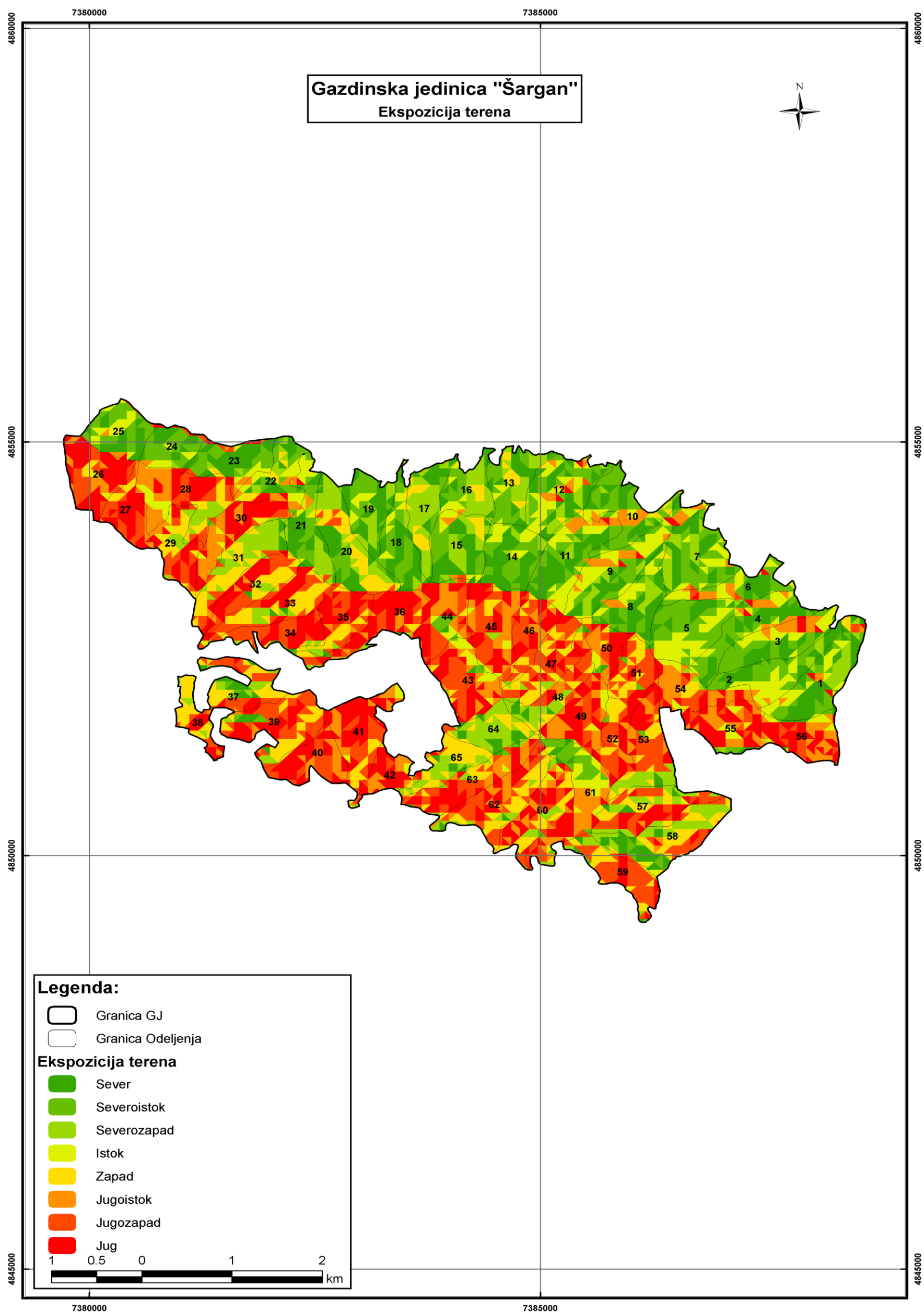
Prilog 8: Karta ekspozicije terena gazdinske jedinice „Jelensko osoje”



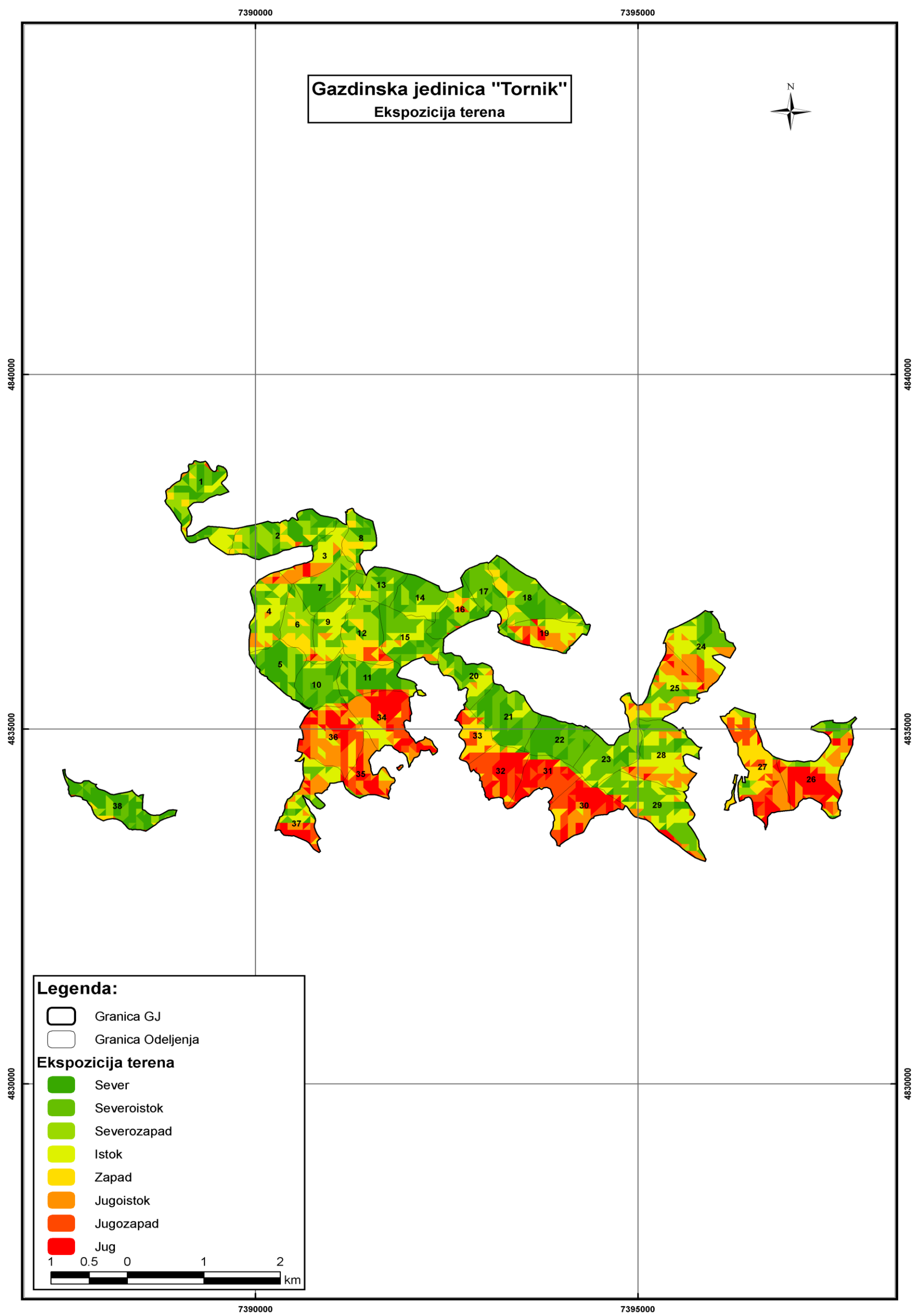
Prilog 9: Karta ekspozicije terena gazdinske jedinice „Kaludjerske bare”



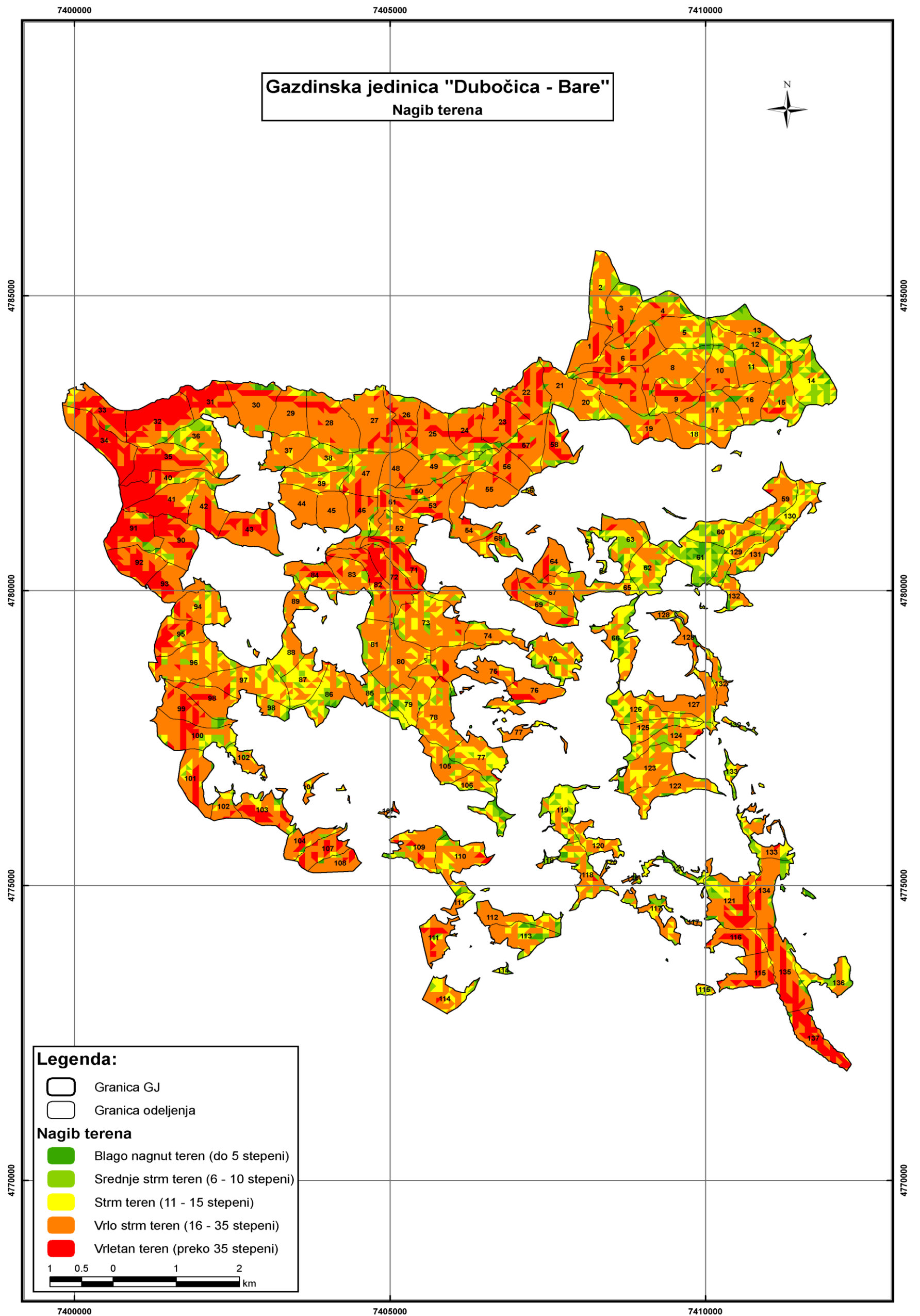
Prilog 10: Karta ekspozicije terena gazdinske jedinice „Šargan”



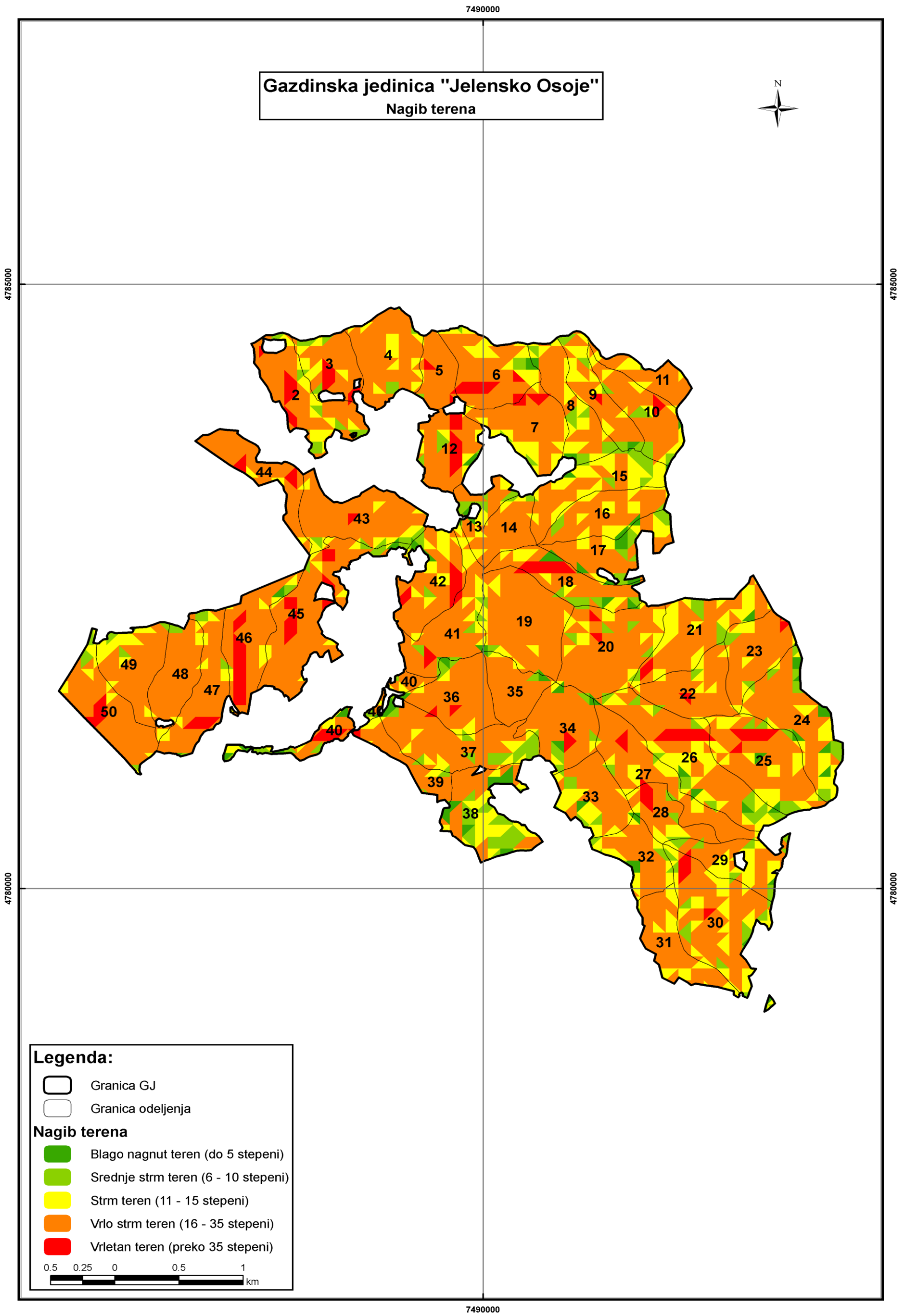
Prilog 11: Karta ekspozicije terena gazdinske jedinice „Tornik”



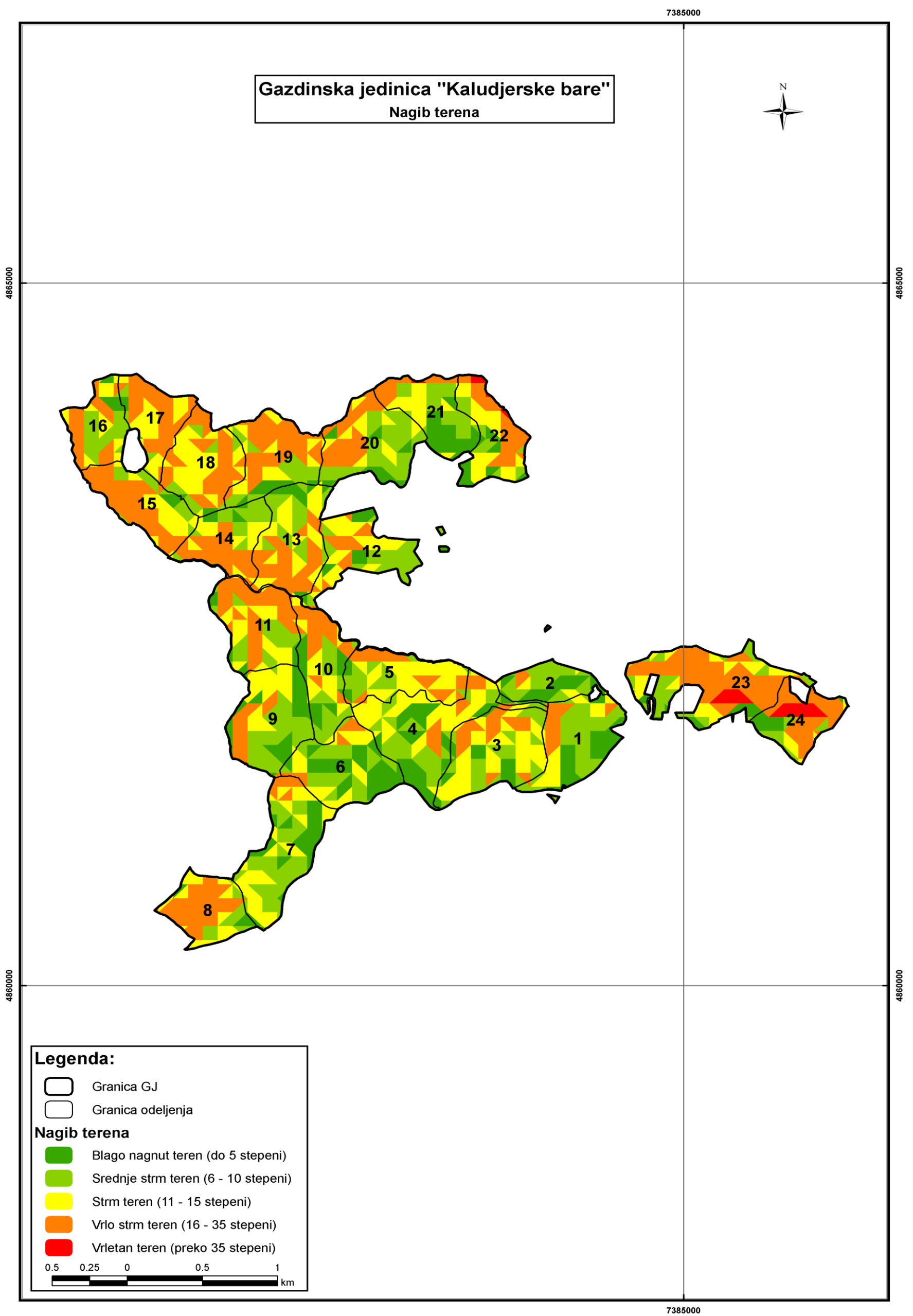
Prilog 12: Karta nagiba terena gazdinske jedinice „Dubočica bare”



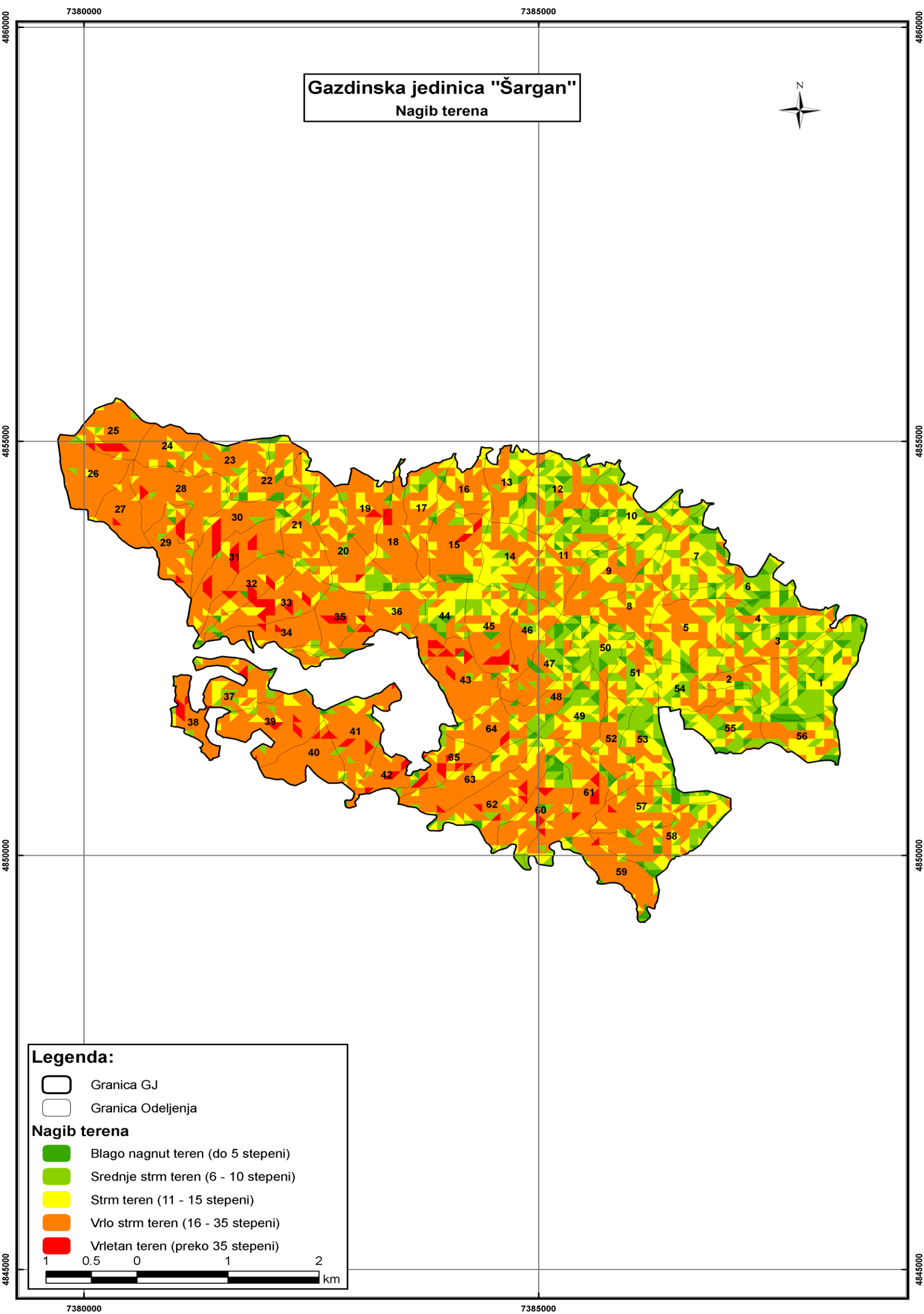
Prilog 13: Karta nagiba terena gazdinske jedinice „Jelensko osoje”



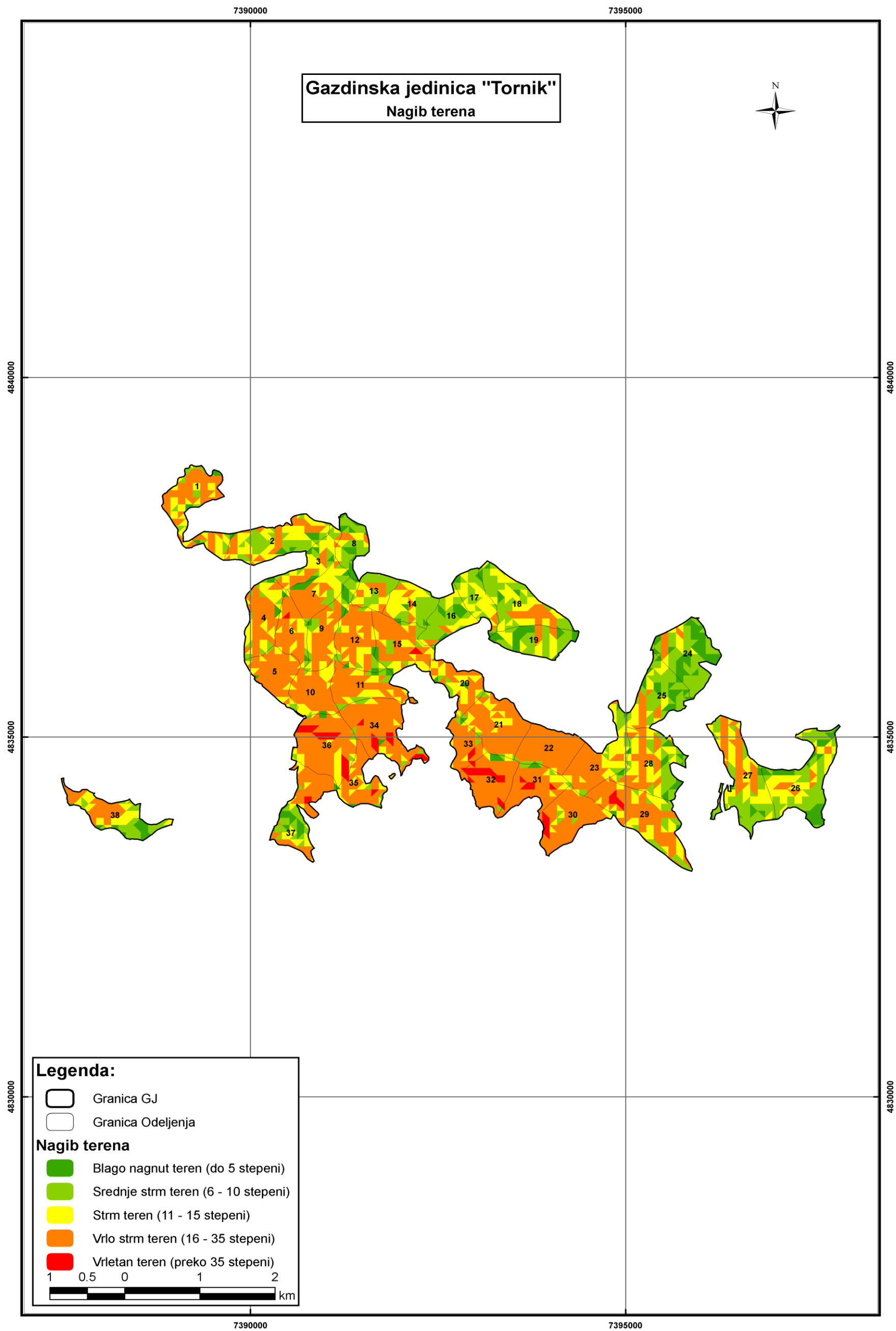
Prilog 14: Karta nagiba terena gazdinske jedinice „Kaludjerske bare”



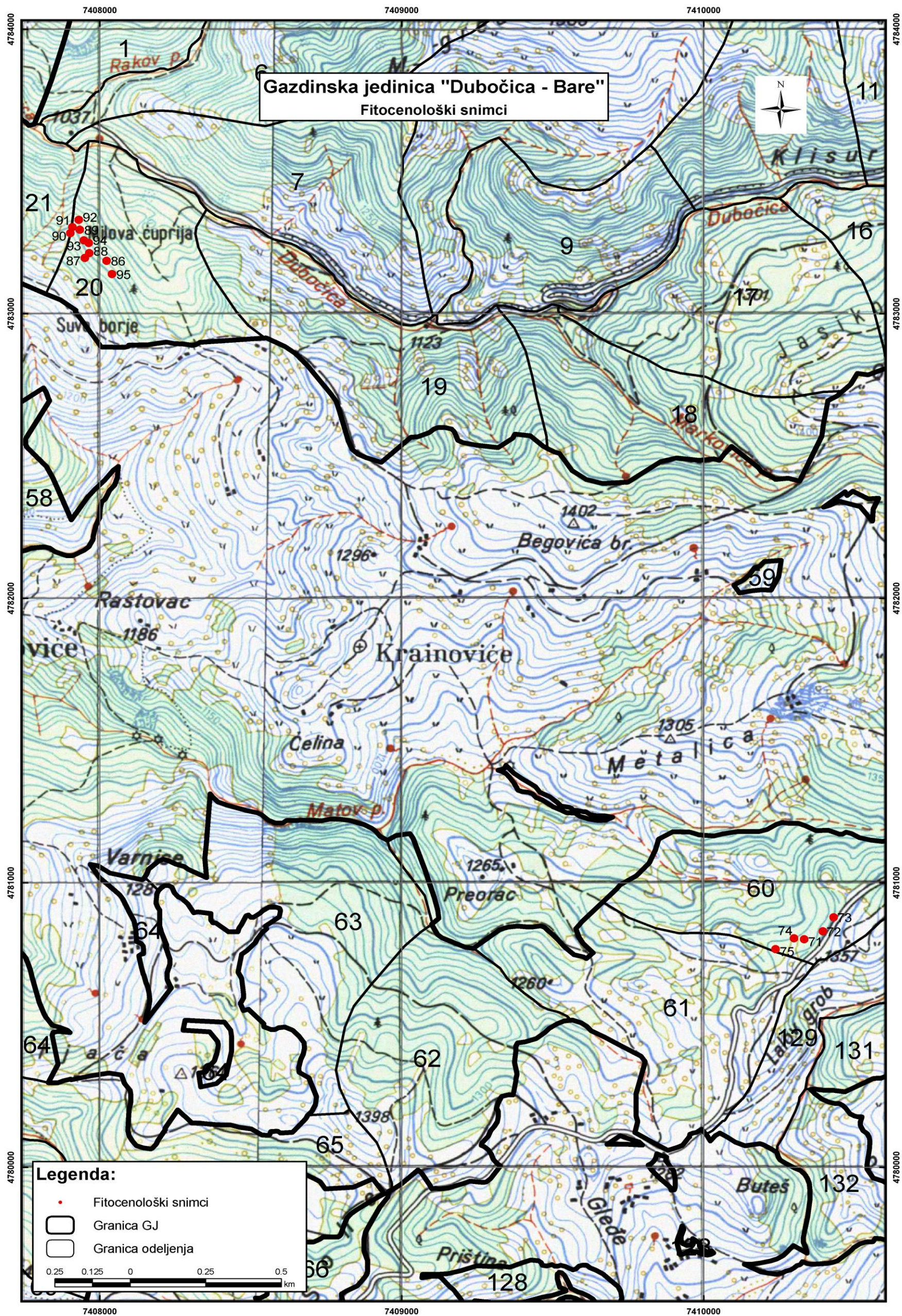
Prilog 15: Karta nagiba terena gazdinske jedinice „Šargan”



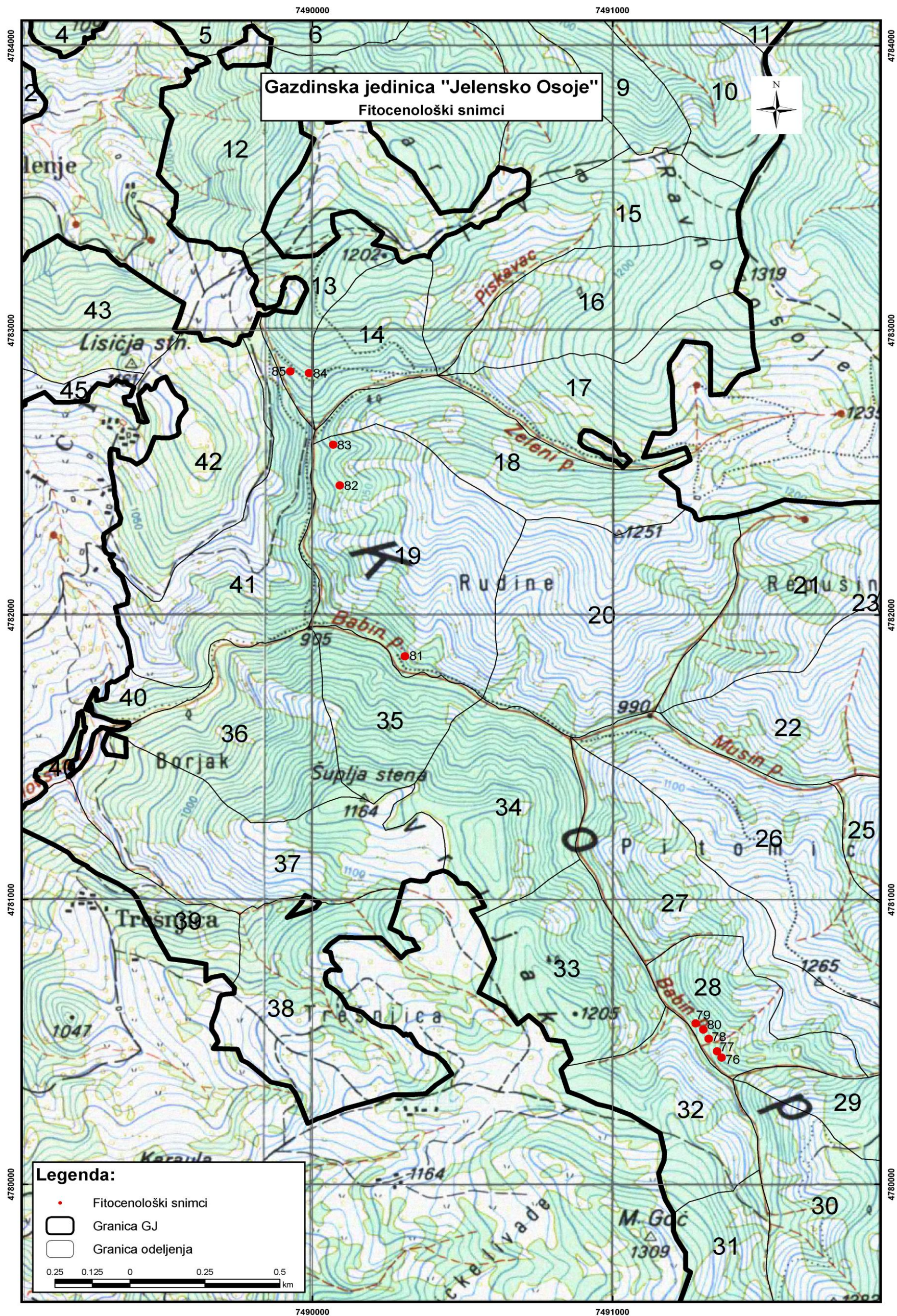
Prilog 16: Karta nagiba terena gazdinske jedinice „Tornik”



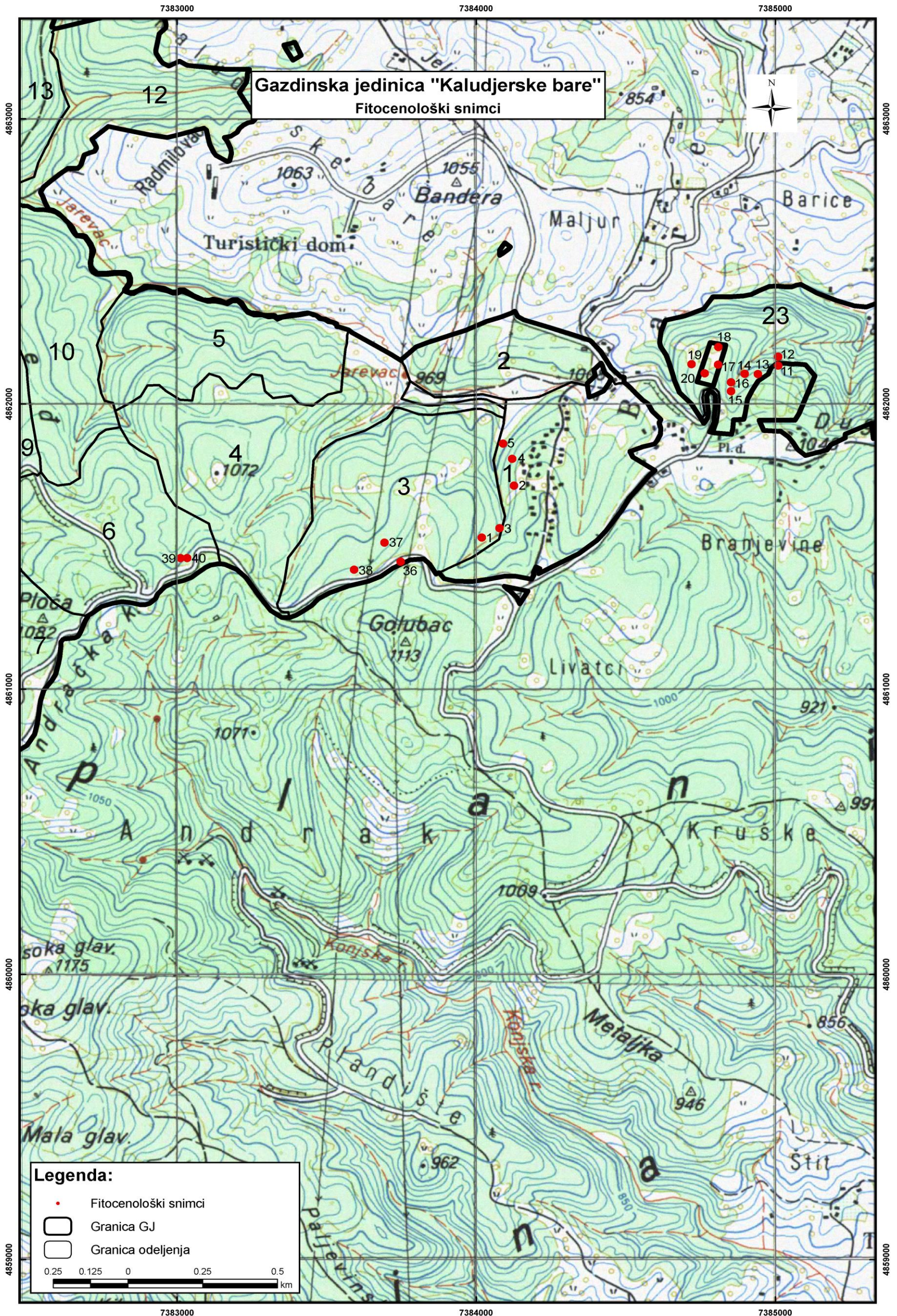
Prilog 17: Položaj fitocenoloških snimaka u gazdinskoj jedinici „Dubočica bare”



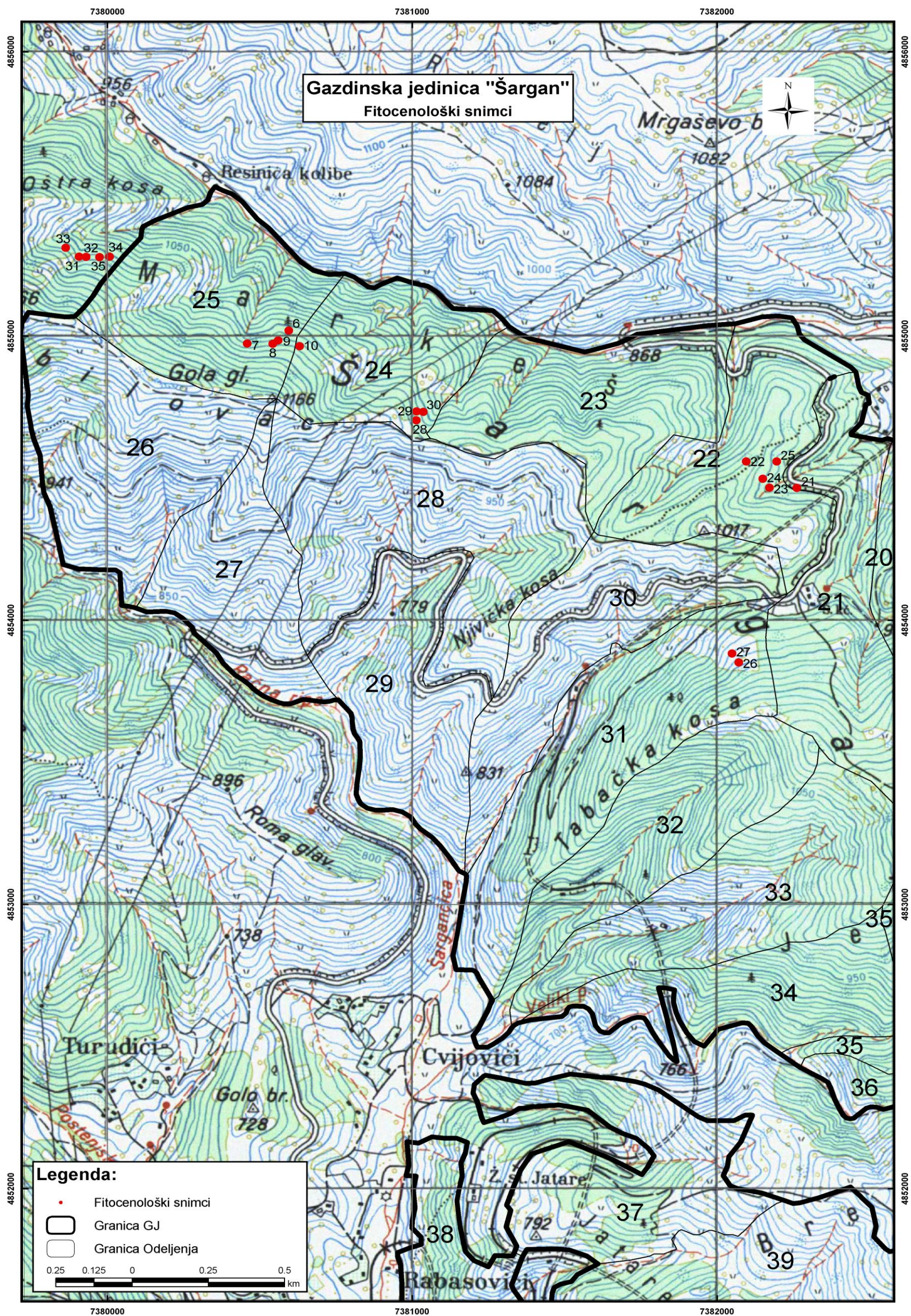
Prilog 18: Položaj fitocenoloških snimaka u gazdinskoj jedinici „Jelensko osoje”



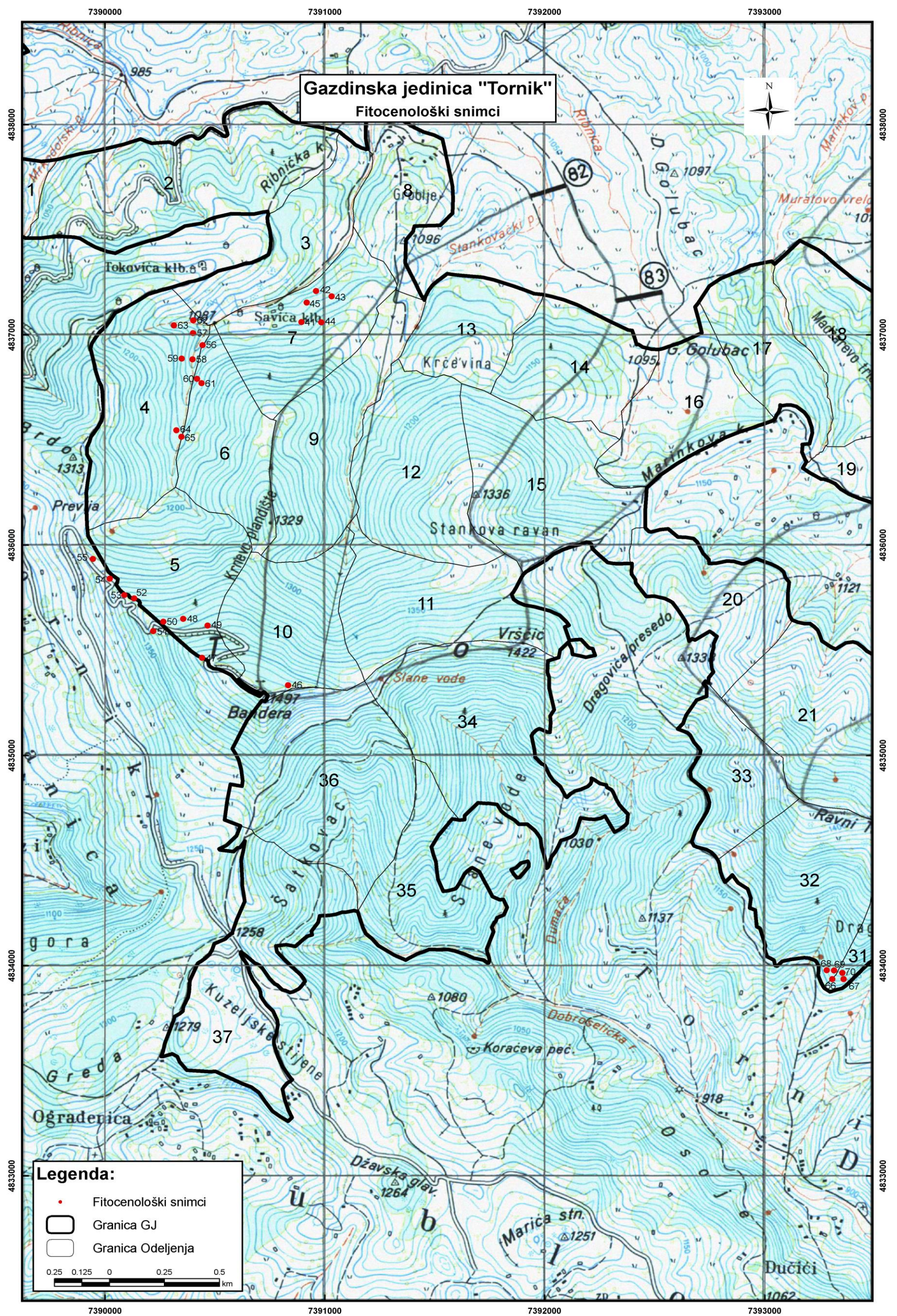
Prilog 19: Položaj fitocenoloških snimaka u gazdinskoj jedinici „Kaluđerske bare”



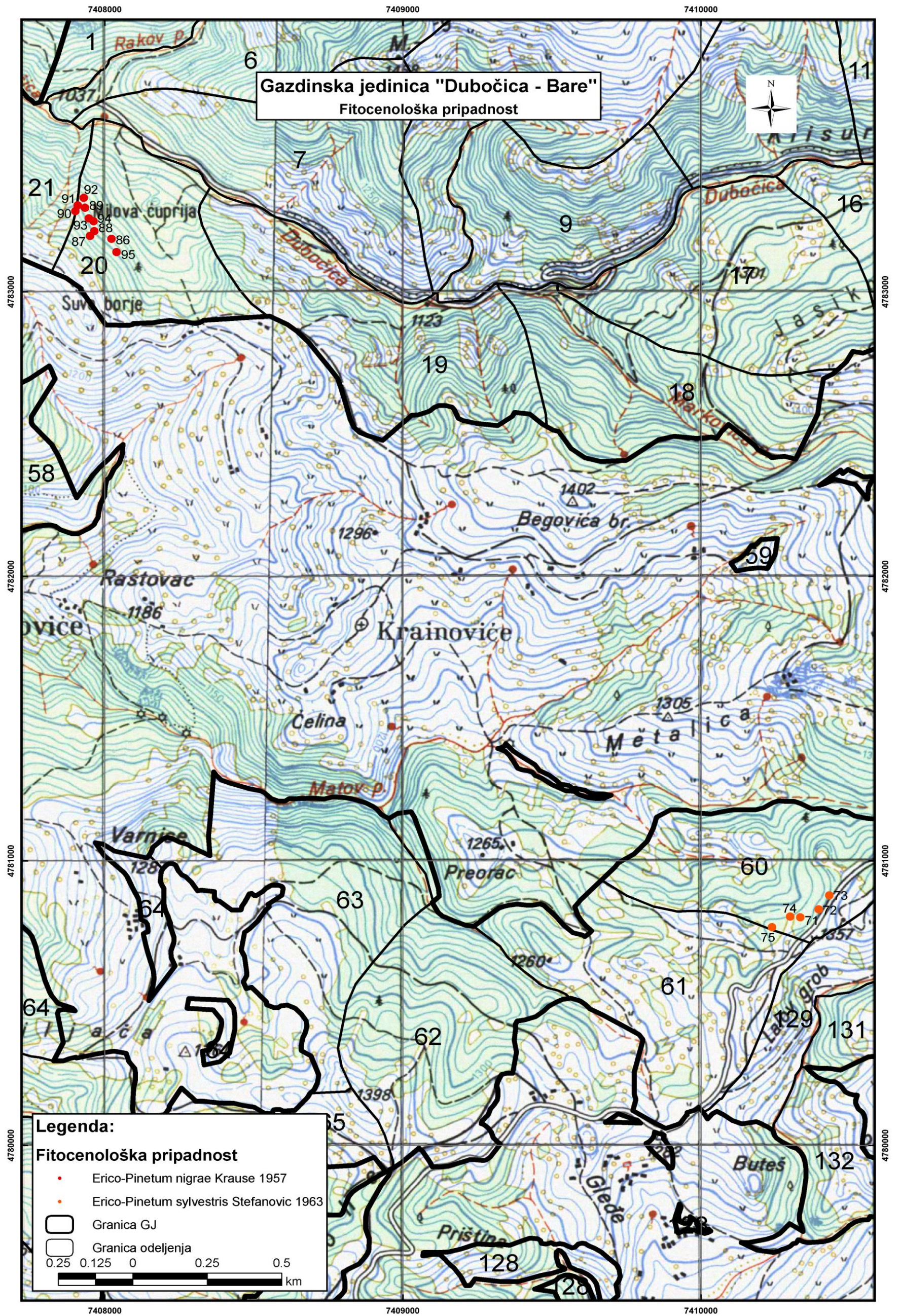
Prilog 20: Položaj fitocenoloških snimaka u gazdinskoj jedinici „Šargan”



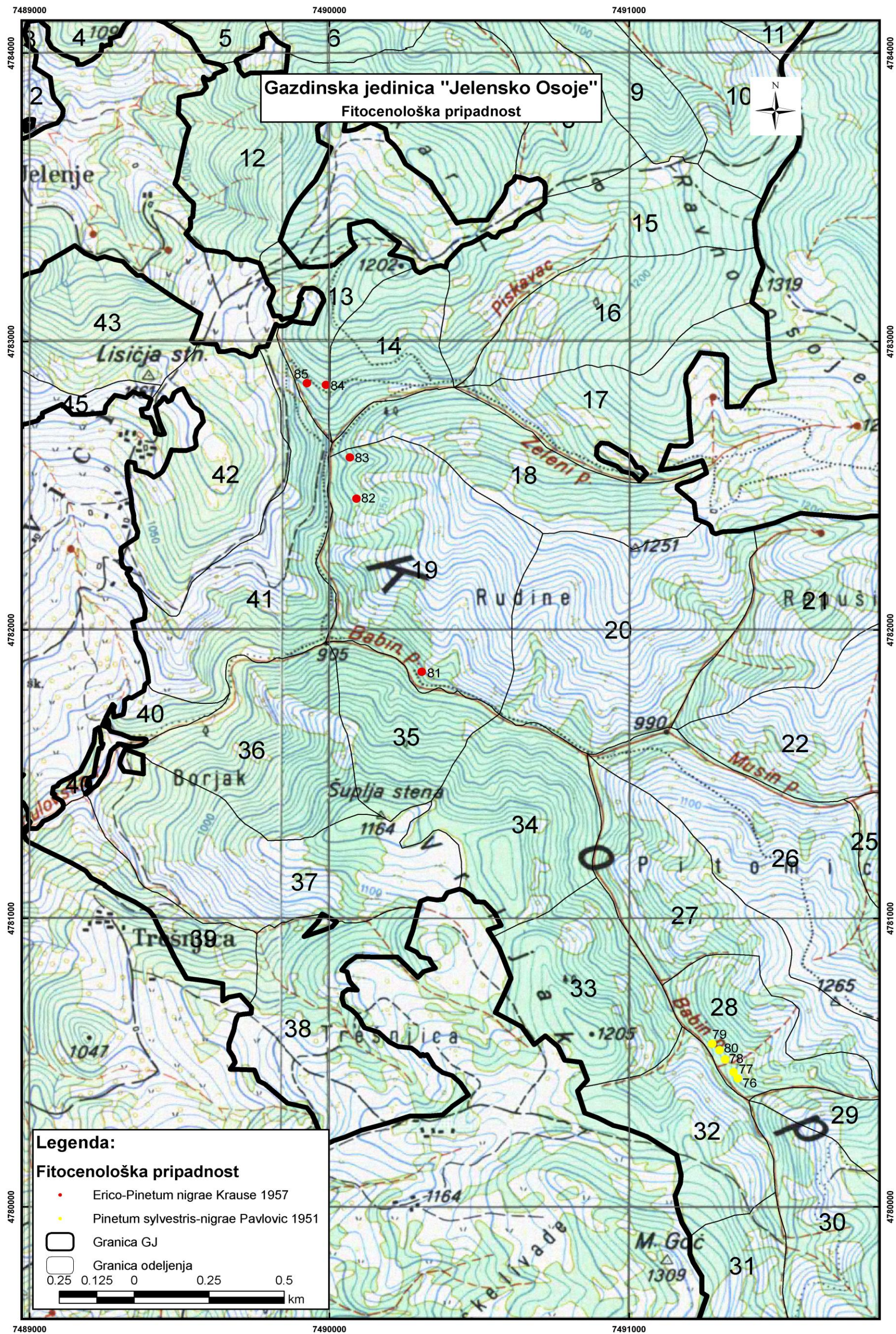
Prilog 21: Položaj fitocenoloških snimaka u gazdinskoj jedinici „Tornik”



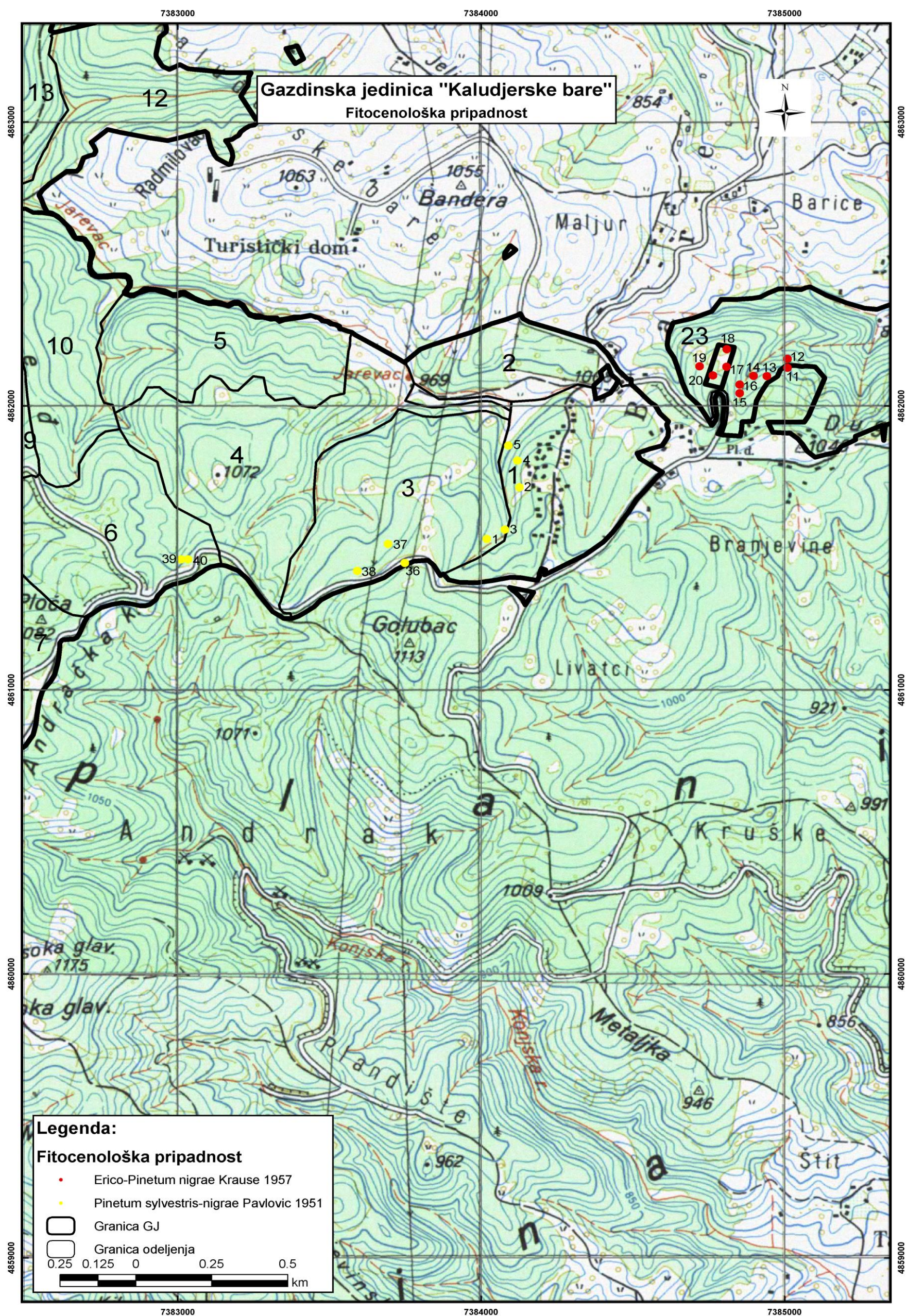
Prilog 22: Fitocenološka pripadnost istraživanih sastojina u gazdinskoj jedinici „Dubočica bare“



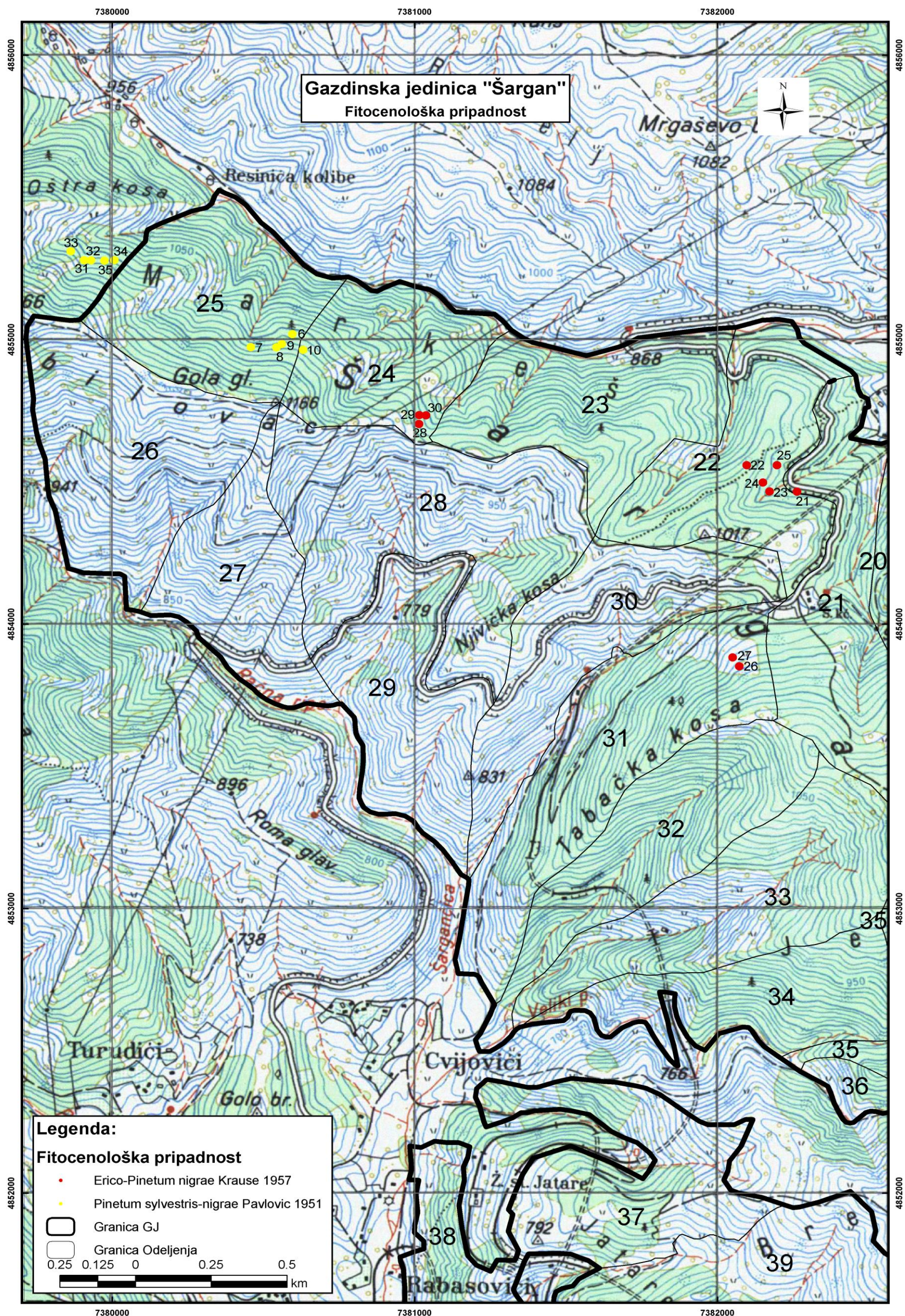
Prilog 23: Fitocenološka pripadnost istraživanih sastojina u gazdinskoj jedinici „Jelensko osoje”



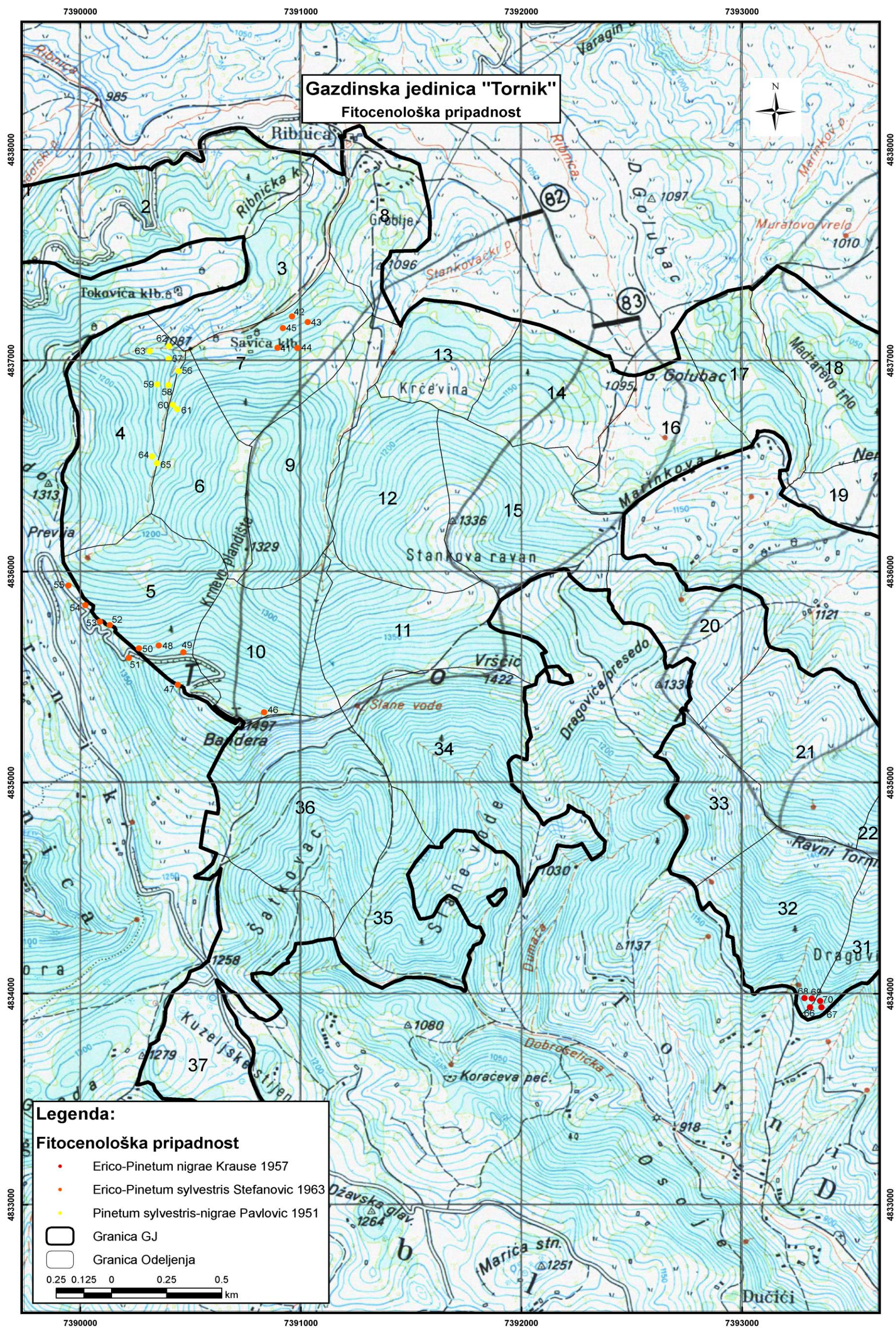
Prilog 24: Fitocenološka pripadnost istraživanih sastojina u gazdinskoj jedinici „Kaluderske bare”



Prilog 25: Fitocenološka pripadnost istraživanih sastojina u gazdinskoj jedinici „Šargan”



Prilog 26: Fitocenološka pripadnost istraživanih sastojina u gazdinskoj jedinici „Tornik”



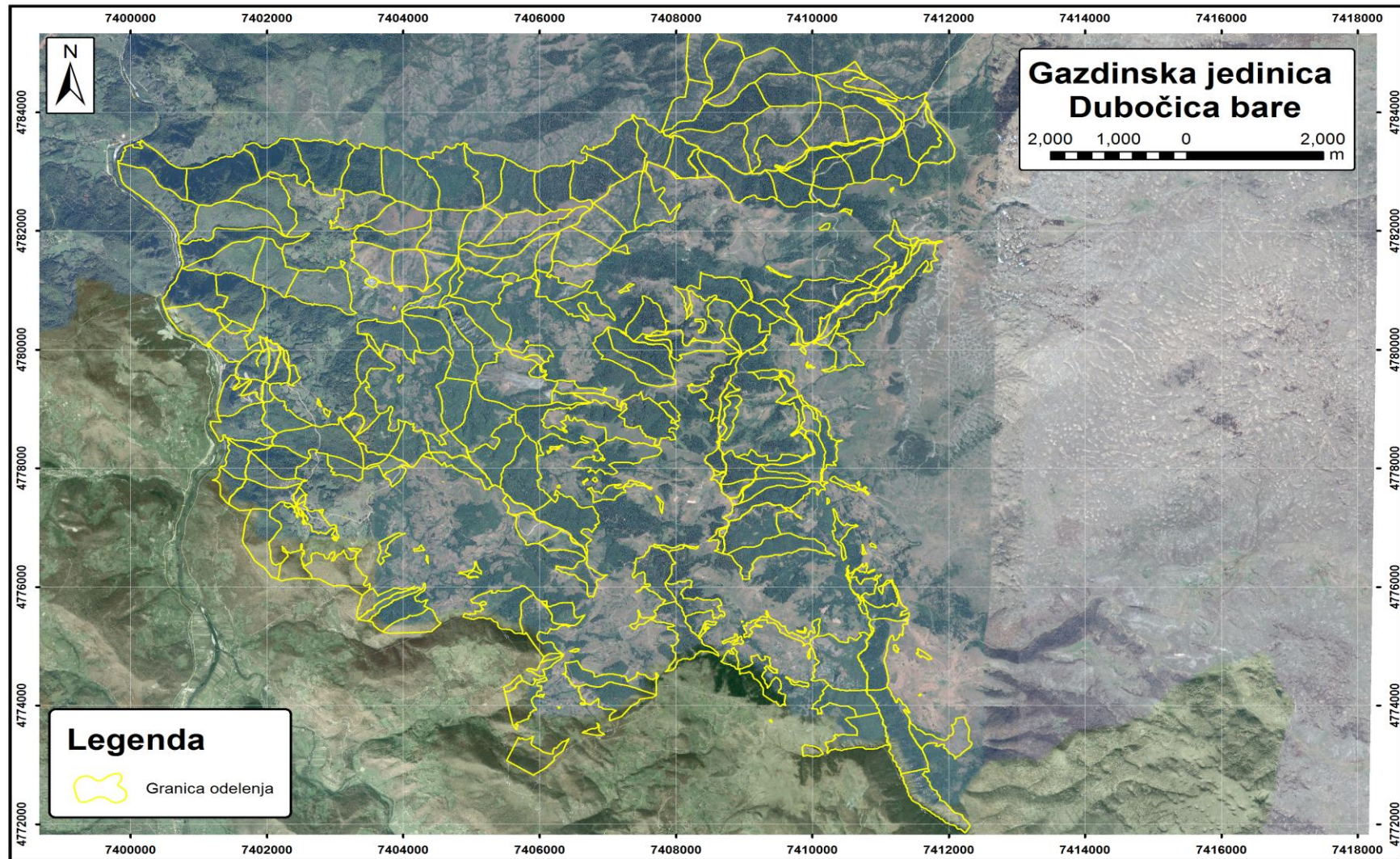
Prilog 27: Koordinate središta fitocenoloških snimaka

Broj f. snimka	Gauss-Krüger	Gauss-Krüger	Longitude WGS	Latitude WGS
	X	Y	La	Fi
1	7384020	4861532	19°33'04.065"	43°53'21.092"
2	7384127	4861714	19°33'08.715"	43°53'27.049"
3	7384079	4861565	19°33'06.682"	43°53'22.195"
4	7384121	4861808	19°33'08.373"	43°53'30.090"
5	7384091	4861861	19°33'06.987"	43°53'31.790"
6	7380596	4855020	19°30'35.960"	43°49'48.179"
7	7380459	4854974	19°30'29.867"	43°49'46.609"
8	7380543	4854973	19°30'33.627"	43°49'46.625"
9	7380561	4854985	19°30'34.422"	43°49'47.024"
10	7380631	4854965	19°30'37.571"	43°49'46.417"
11	7385011	4862135	19°33'47.984"	43°53'41.186"
12	7385011	4862166	19°33'47.960"	43°53'42.190"
13	7384943	4862105	19°33'44.961"	43°53'40.176"
14	7384899	4862106	19°33'42.989"	43°53'40.183"
15	7384853	4862045	19°33'40.976"	43°53'38.182"
16	7384853	4862076	19°33'40.952"	43°53'39.186"
17	7384810	4862138	19°33'38.978"	43°53'41.170"
18	7384811	4862200	19°33'38.974"	43°53'43.179"
19	7384721	4862140	19°33'34.989"	43°53'41.184"
20	7384765	4862108	19°33'36.985"	43°53'40.173"
21	7382263	4854466	19°31'50.992"	43°49'31.199"
22	7382197	4854559	19°31'43.491"	43°49'34.116"
23	7382173	4854467	19°31'46.965"	43°49'31.179"
24	7382151	4854498	19°31'45.956"	43°49'32.171"
25	7382197	4854559	19°31'47.965"	43°49'34.173"
26	7382073	4853852	19°31'42.980"	43°49'11.200"
27	7382051	4853883	19°31'41.971"	43°49'12.192"
28	7381015	4854704	19°30'54.963"	43°49'38.187"
29	7381016	4854735	19°30'54.982"	43°49'39.191"
30	7381038	4854734	19°30'55.968"	43°49'39.172"
31	7379908	4855280	19°30'04.964"	43°49'56.198"
32	7379931	4855279	19°30'05.994"	43°49'56.179"
33	7379864	4855311	19°30'02.970"	43°49'57.176"
34	7379908	4855280	19°30'04.964"	43°49'56.198"
35	7379975	4855278	19°30'07.964"	43°49'56.173"
36	7383749	4861447	19°32'51.994"	43°53'18.185"
37	7383694	4861514	19°32'49.478"	43°53'20.324"
38	7383592	4861419	19°32'44.984"	43°53'17.188"
39	7383012	4861460	19°32'18.973"	43°53'18.185"
40	7383034	4861460	19°32'19.959"	43°53'18.198"
41	7390894	4837062	19°38'29.949"	43°40'12.180"
42	7390960	4837210	19°38'32.787"	43°40'17.009"
43	7391031	4837184	19°38'35.975"	43°40'16.205"
44	7390984	4837061	19°38'33.967"	43°40'12.195"
45	7390918	4837155	19°38'30.953"	43°40'15.205"

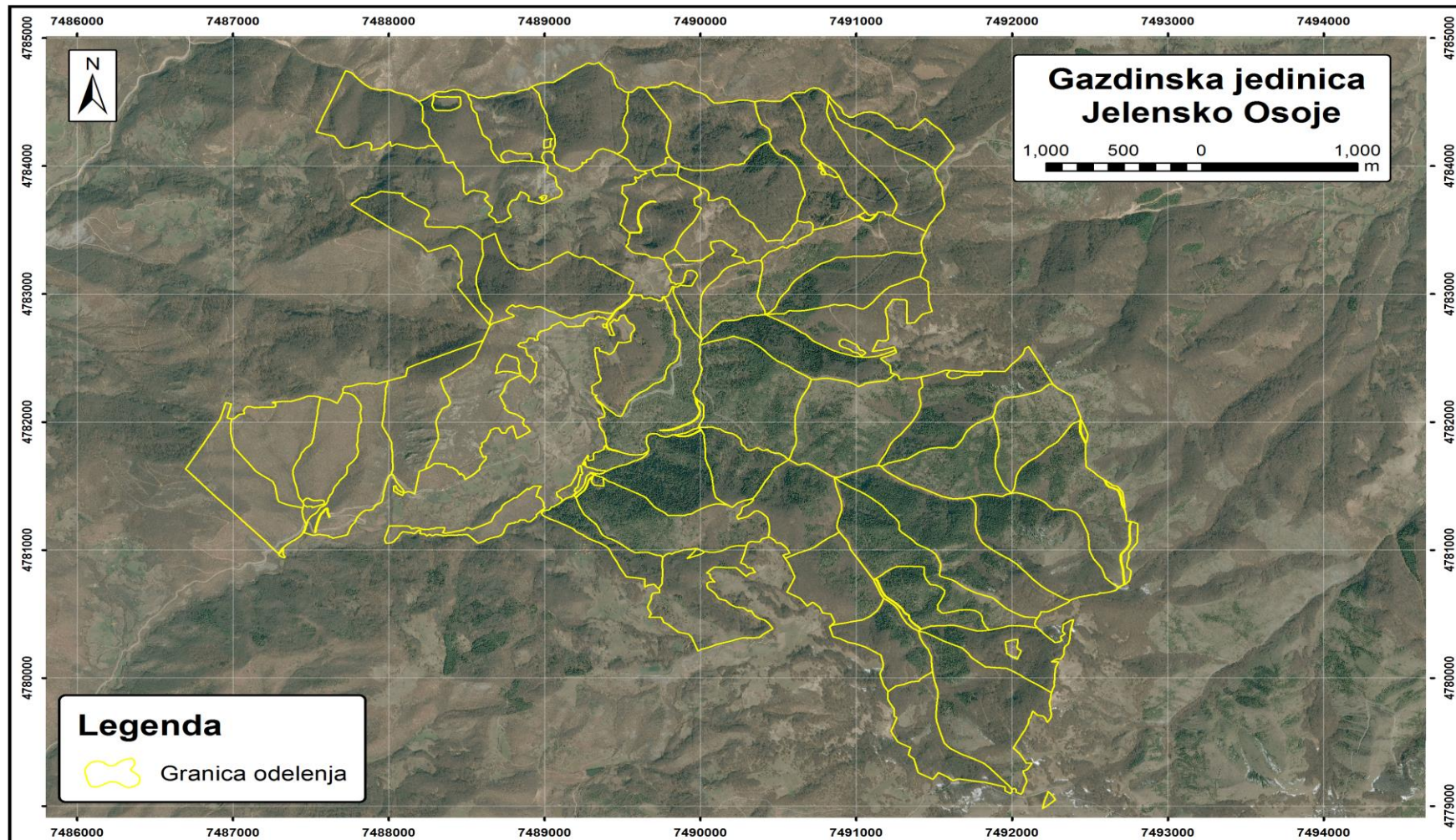
Broj f. snimka	Gauss-Krüger	Gauss-Krüger	Longitude WGS	Latitude WGS
	X	Y	La	Fi
46	7390833	4835335	19°38'28.489"	43°39'16.200"
47	7390442	4835465	19°38'10.948"	43°39'20.204"
48	7390356	4835651	19°38'06.975"	43°39'26.184"
49	7390467	4835619	19°38'11.951"	43°39'25.206"
50	7390266	4835637	19°38'02.969"	43°39'25.682"
51	7390220	4835592	19°38'00.950"	43°39'24.200"
52	7390133	4835748	19°37'56.953"	43°39'29.207"
53	7390089	4835764	19°37'54.978"	43°39'29.702"
54	7390023	4835842	19°37'51.976"	43°39'32.194"
55	7389946	4835936	19°37'48.471"	43°39'35.198"
56	7390445	4836952	19°38'09.992"	43°40'08.378"
57	7390401	4837009	19°38'07.986"	43°40'10.201"
58	7390399	4836885	19°38'07.988"	43°40'06.183"
59	7390349	4836888	19°38'05.754"	43°40'06.253"
60	7390419	4836792	19°38'08.949"	43°40'03.181"
61	7390440	4836771	19°38'09.901"	43°40'02.511"
62	7390402	4837070	19°38'07.986"	43°40'12.177"
63	7390314	4837046	19°38'04.076"	43°40'11.353"
64	7390326	4836547	19°38'04.978"	43°39'55.194"
65	7390348	4836516	19°38'05.983"	43°39'54.202"
66	7393309	4833937	19°40'19.962"	43°38'32.209"
67	7393360	4833937	19°40'22.237"	43°38'32.236"
68	7393284	4833980	19°40'18.816"	43°38'33.589"
69	7393316	4833978	19°40'20.245"	43°38'33.541"
70	7393354	4833967	19°40'21.948"	43°38'33.204"
71	7410334	4780802	19°53'30.989"	43°09'58.756"
72	7410396	4780830	19°53'33.717"	43°09'59.690"
73	7410431	4780879	19°53'35.237"	43°10'01.293"
74	7410300	4780805	19°53'29.482"	43°09'58.839"
75	7410239	4780767	19°53'26.804"	43°09'57.582"
76	7491364	4780445	20°53'18.431"	43°10'06.308"
77	7491349	4780467	20°53'17.766"	43°10'07.020"
78	7491321	4780511	20°53'16.524"	43°10'08.445"
79	7491278	4780565	20°53'14.617"	43°10'10.193"
80	7491303	4780543	20°53'15.725"	43°10'09.481"
81	7490309	4781855	20°52'31.629"	43°10'51.954"
82	7490091	4782456	20°52'21.934"	43°11'11.420"
83	7490069	4782599	20°52'20.950"	43°11'16.054"
84	7489989	4782850	20°52'17.390"	43°11'24.184"
85	7489926	4782856	20°52'14.599"	43°11'24.375"
86	7408023	4783187	19°51'47.259"	43°11'15.029"
87	7407951	4783197	19°51'44.065"	43°11'15.322"
88	7407965	4783214	19°51'44.675"	43°11'15.879"
89	7407934	4783296	19°51'43.253"	43°11'18.522"
90	7407902	4783284	19°51'41.843"	43°11'18.119"
91	7407909	4783305	19°51'42.140"	43°11'18.803"
92	7407930	4783331	19°51'43.054"	F43°11'19.654"

Broj f. snimka	Gauss-Krüger	Gauss-Krüger	Longitude WGS	Latitude WGS
	X	Y	La	Fi
93	7407947	4783259	19°51'43.851"	43°11'17.329"
94	7407963	4783249	19°51'44.565"	43°11'17.012"
95	7408040	4783140	19°51'48.040"	43°11'13.514"

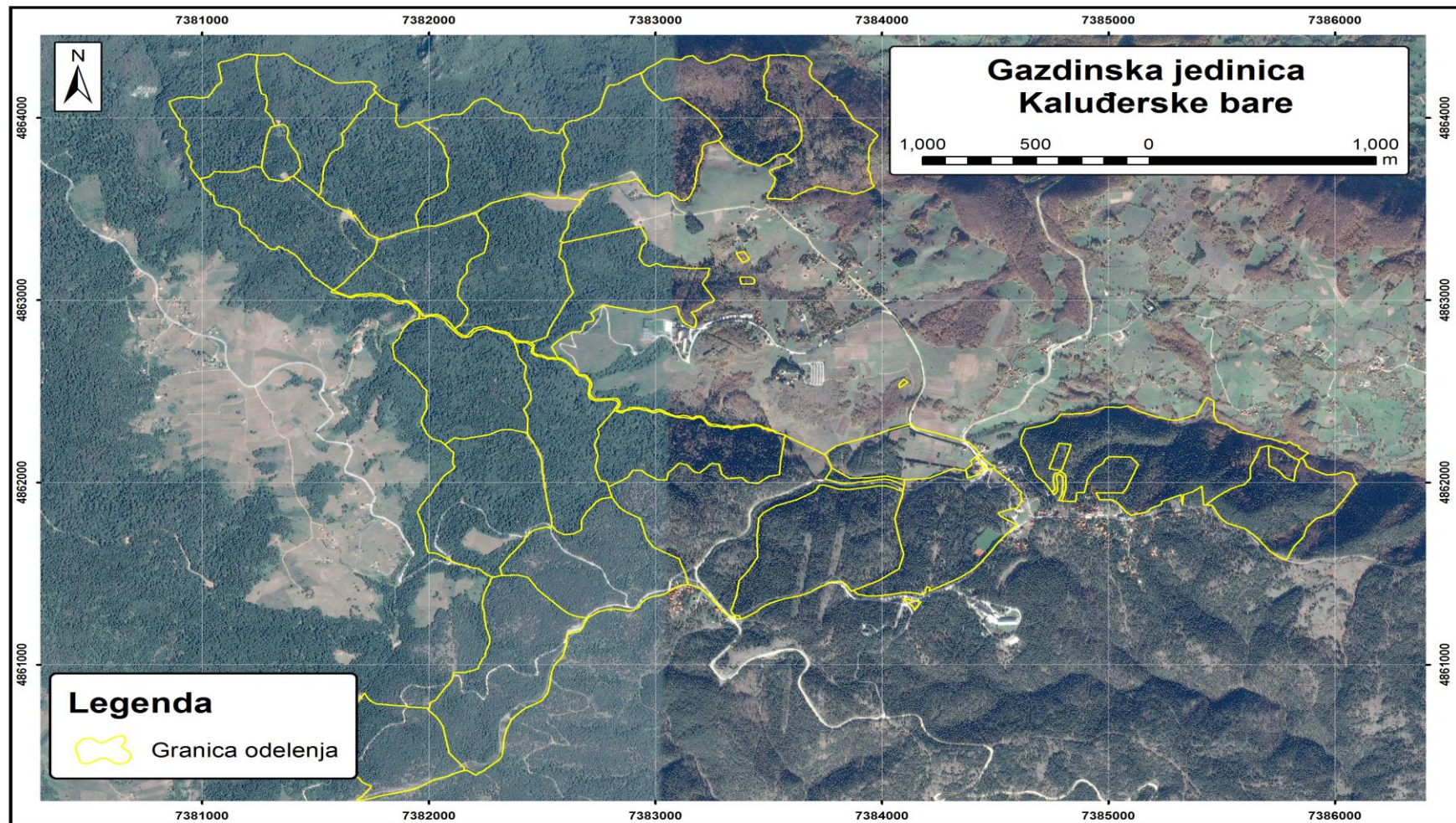
Prilog 28: Satelitski snimak gazdinske jedinice „Dubočica bare”



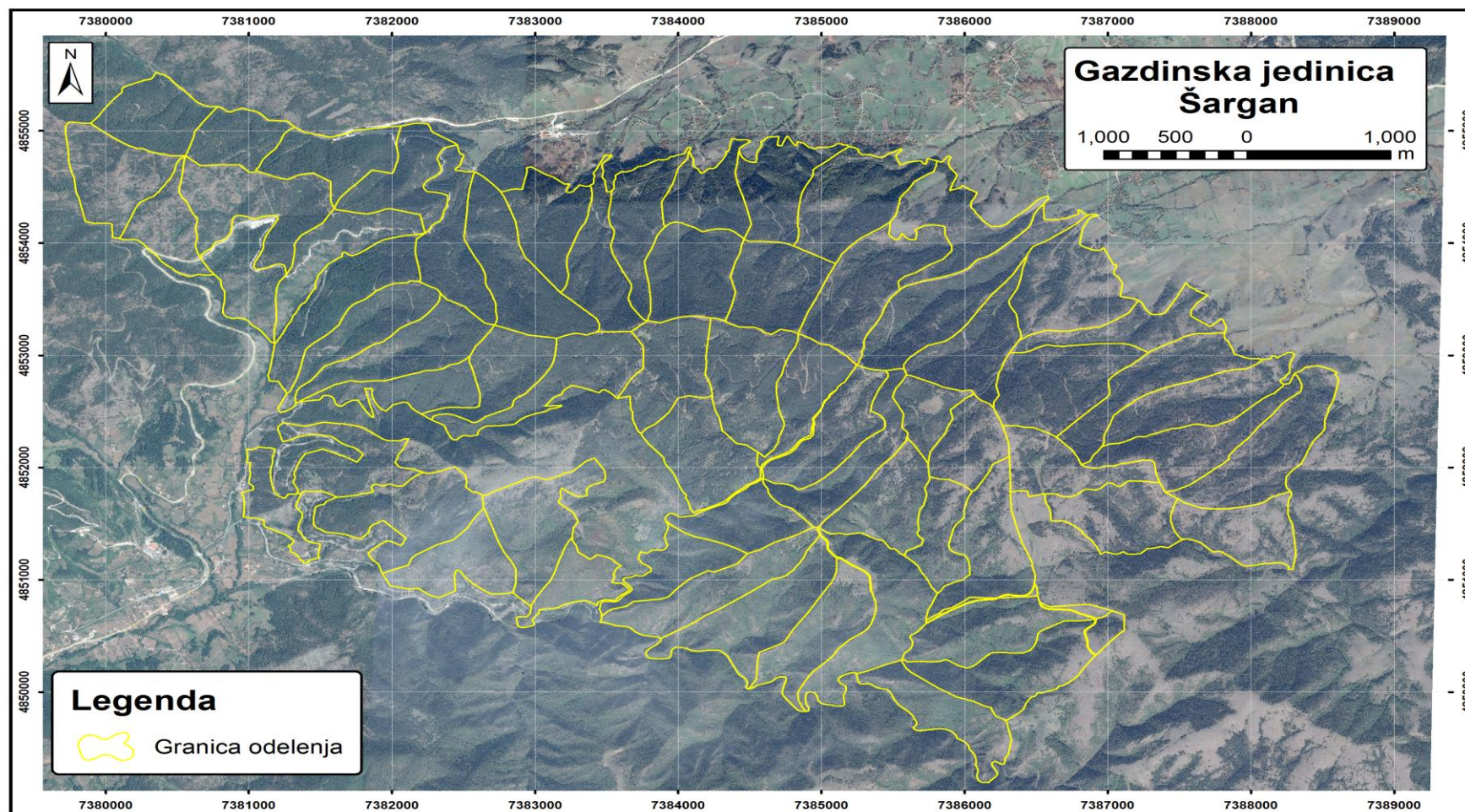
Prilog 29: Satelitski snimak gazdinske jedinice „Jelensko osoje”



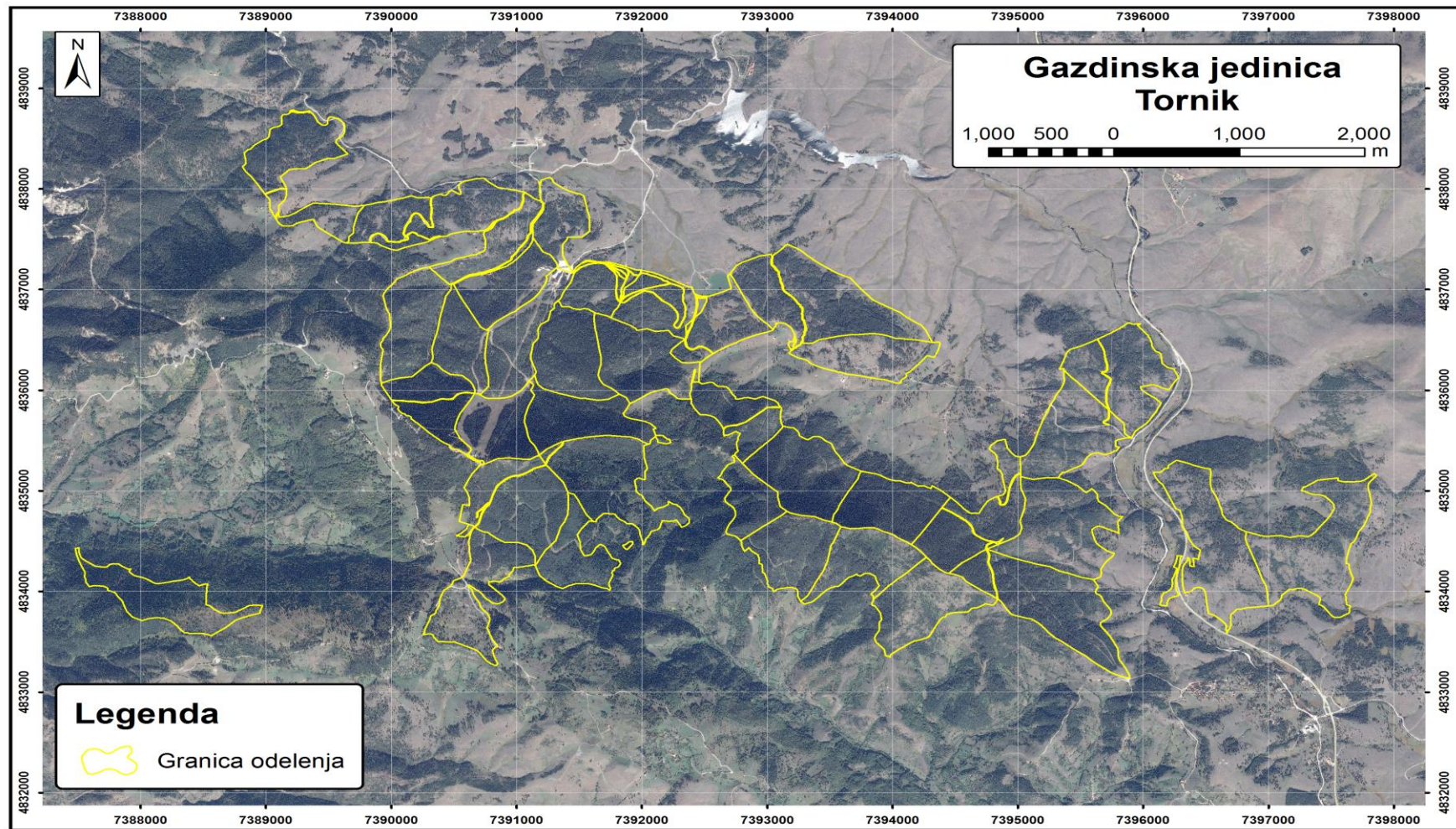
Prilog 30: Satelitski snimak gazdinske jedinice „Kaluđerske bare”



Prilog 31: Satelitski snimak gazdinske jedinice „Šargan”



Prilog 32: Satelitski snimak gazdinske jedinice „Tornik”



BIOGRAFIJA AUTORA

Marijana Novaković-Vuković je rođena 08.03.1978. godine u Priboju. Osnovnu školu i gimnaziju je završila u Priboju. Studije na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Beogradu je upisala školske 1997/98, a diplomirala 06.10.2003. godine sa prosečnom ocenom tokom studija 8.82. Dobitnik je stipendije Kraljevine Norveške za najuspešnije studente 2001. godine.

Školske 2003/2004. godine bila je angažovana u svojstvu demonstratora na izvođenju vežbi iz predmeta Dendrologija. Iste školske godine primljena je u radni odnos na osnovu odluke Izbornog veća Šumarskog fakulteta od 08.04.2004. godine, u zvanje asistenta-pripravnika za predmet Šumarska fitocenologija. Postdiplomske studije iz oblasti Ekologije šuma je upisala školske 2003/2004. godine. Magistarsku tezu pod naslovom „Šumska vegetacija Crnog vrha kod Priboja“ odbranila je 24.03.2009. godine na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. U zvanje asistenta za užu naučnu oblast Ekologija šuma izabrana je 24.09.2009.

U novembru 2006. godine je boravila na stručnom usavršavanju na Biološkom institutu Jovana Hadžija u Ljubljani. Kao autor ili koautor je objavila trideset naučnih i stručnih radova, a učestvovala je na više međunarodnih naučnih skupova. Kao istraživač bila je angažovana na većem broju naučnih projekata koje je finansiralo Ministarstvo nauke Republike Srbije. Član je Međunarodnog udruženja za proučavanje vegetacije International Association for Vegetation Science (IAVS).

Govori engleski jezik, a služi se nemačkim.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Маријана Новаковић- Вуковић

број уписа _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Флористичке карактеристике шума црног и белог бора на серпентиниту и перидотитима у западној и централној 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, _____

M. Novaković - Vučić

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Маријана Новаковић-Вуковић

Број уписа _____

Студијски програм _____

Наслов рада _ Флористичке карактеристике шума црног и белог бора на
серпентиниту и перидотитима у западној и централној Србији

Ментор __др Раде Цвјетићанин, ванредни професор Универзитета у Београду,
Шумарског факултета

Потписани __Маријана Новаковић-Вуковић

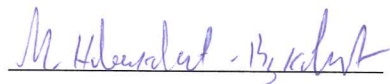
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској
верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног
репозиторијума Универзитета у Београду**.

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, _____



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Флористичке карактеристике шума црног и белог бора на серпентиниту и перидотитима у западној и централној 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).

Потпис докторанда

У Београду, _____

M. Klobučar - Brijuni