



Diverzitet dendroflora Univerzitetskog parka u Novom Sadu

Milena Lakićević^{a*}, Saša Orlović^{a,b}

^aUniverzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za voćarstvo, vinogradarstvo, hortikulturu i pejzažnu arhitekturu, Novi Sad, Srbija

^bUniverzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Srbija

*Autor za kontakt: milena.lakicevic@polj.edu.rs

SAŽETAK

U radu su analizirani indeksi alfa diverziteta dendroflora Univerzitetskog parka u Novom Sadu. Rezultati su dobijeni na osnovu terenskog rada obavljenog tokom 2021. godine i odnosili su se na popis prisutnih drvenastih biljaka i njihove brojnosti. Razmatrani su sledeći indeksi diverziteta: bogatstvo, Simsonov, Šenonov, Berger-Parkerov, Margalefov i Fišerov indeks. Navedeni indeksi mere bogatstvo i/ili ujednačenost vrsta na određenom staništu. Za proračun je korišćen R program (verzija 4.1.0), kao i R paket "vegan". Dobijeni rezultati su upoređeni sa indeksima drugih parkova u Novom Sadu (Dunavski, Futoški, Železnički, Kamenički i Limanski). Zaključak je da Univerzitetski park u Novom Sadu ima nepovoljne vrednosti indeksa alfa diverziteta dendroflora i da bi naredne rekonstrukcije parka trebalo da obezbede veće bogatstvo i bolju ujednačenost drvenastih vrsta.

Ključne reči: indeksi diverziteta, bogatstvo, ujednačenost, R program, "vegan" paket

Uvod

Biodiverzitet se odnosi na sveukupnost gena, vrsta i ekosistema na Zemlji i u tom smislu izdvajaju se: genetički, specijski i ekosistemski diverzitet (Lakićević, 2018). Specijski diverzitet se odnosi na raznolikost vrsta (biljaka, životinja, gljiva ili mikroorganizama) na različitim biotopima. Očuvanje biodiverziteta je posebno izazovno u biotopima u gradskoj sredini. Uslovi u gradskoj sredini otežavaju opstanak biljnim vrstama i one se u gradskoj sredini nalaze izvan zone ekološkog optimuma, odnosno u zoni manjeg ili većeg fiziološkog stresa (Basnou et al., 2020). Po pravilu, biljke u gradskoj sredini imaju slabiju vitalnost i kraći životni vek u odnosu na primerke iste vrste koje uspevaju na prirodnim staništima. Pored toga, smanjenje površine ili potpuni gubitak staništa u gradskim uslovima, dovode do smanjenja raznolikosti, jer se većina vrsta ne može prilagoditi nepovoljnim abiotičkim činiocima gradske sredine. Zbog svega prethodno navedenog, važno je da se neprekidno prati stanje biodiverziteta, odnosno promene vezane za prisutne biljne vrste i veličinu njihovih populacija (brojnost). Brojna istraživanja su pokazala da se nepovoljnim uslovima gradske sredine najlakše prilagođavaju invazivne vrste, dok su endemične vrste najosetljivije i njihov ostanak u gradskoj sredini je višestruko otežan (Coelho et al., 2020). U tom smislu, važno je pratiti ne samo ukupan broj vrsta koje u gradskoj sredini mogu da opstanu, već i njihov ekološki značaj, jer je za očuvanje biodiverziteta važnije prisustvo elemenata lokalne flore, nego širenje alohtonih i (potencijalno) invazivnih vrsta.

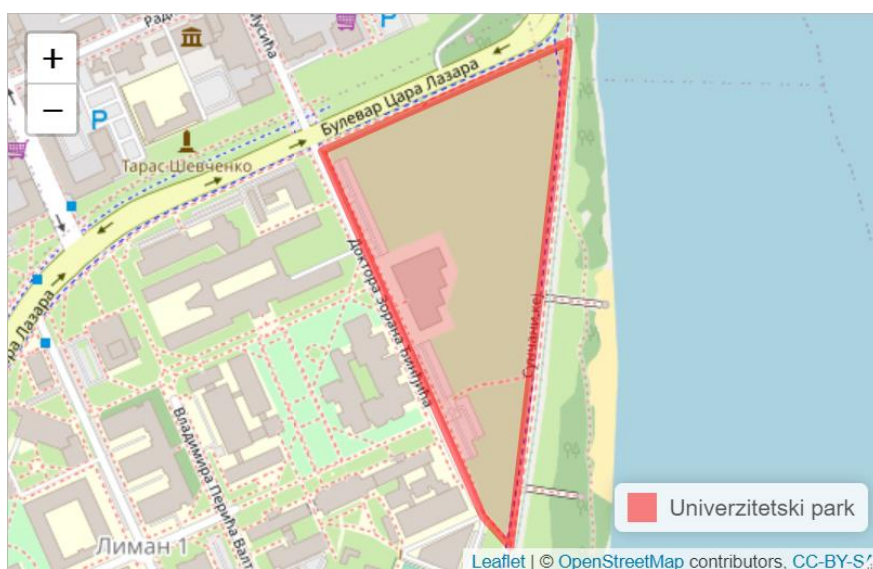
Dve komponente koje određuju diverzitet dendroflora su bogatstvo i ujednačenost, pri čemu se bogatstvo odnosi na ukupni broj vrsta, a ujednačenost na ravnomerenost raspodele njihovih individua na određenom staništu (Lakićević et al., 2020). Korišćenjem odgovarajućih indeksa, obe komponente se mogu izmeriti, odnosno kvantifikovati. Neki od najpoznatijih i najčešće korišćenih indeksa su: Šenonov, Simsonov, Berger-Parkerov, Margalefov i Fišerov indeks. Navedeni indeksi pripadaju tzv. indeksima "alfa" diverziteta koji se koriste za određivanje biodiverziteta na određenom staništu. Osim toga, u urbanoj ekologiji i ekologiji prirodnih predela, često se razmatraju i indeksi beta diverziteta koji se koriste za poređenje florističkog sastava različitih fitocenoza ili iste fitocenoze u različitim vremenskim periodima. Proračun navedenih indeksa moguće je obaviti korišćenjem različitih programa, a jedna od mogućnosti je korišćenje programske jezika R i "vegan" paketa.

U ovom radu posebno je razmatrana raznolikost drvenastih vrsta Univerzitetskog parka u Novom Sadu. Korišćenjem R programa, izračunati su indeksi alfa diverziteta, ali su urađene i dopunske analize: odnos golosemenica i skrivenosemenica, spektar familija i sl. Sve analize urađene su u cilju dobijanja što sveobuhvatnije slike o stanju dendrofonda Univerzitetskog parka u Novom Sadu.

Na osnovu dobijenih rezultata, treba planirati buduće postupke rekonstrukcije kako bi se unapredilo stanje biodiverziteta u ovom novosadskom parku.

Materijal i metode

U radu je razmatran diverzitet dendroflоре Univerzitetskog parka u Novom Sadu koji se nalazi u okviru kampusa u neposrednoj blizini Rektorata i reke Dunav. Park zauzima površinu od 5,5 ha i njegov položaj je prikazan na Slici 1.



Slika 1. Univerzitetski park u Novom sadu
Figure 1. University park in Novi Sad

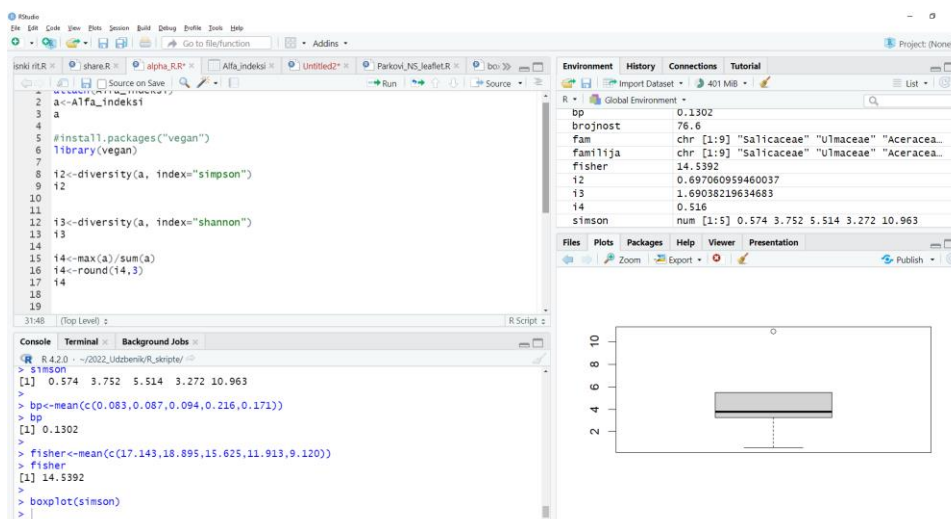
Ulazni podaci za proračun indeksa diverziteta bili su popis prisutnih drvenastih vrsta i njihove brojnosti u parku i ovi podaci su preuzeti iz literature (Mladenović i sar., 2021). Sledeći korak bio je proračun indeksa diverziteta dendroflоре i u daljem tekstu sledi kratak opis svih analiziranih indeksa.

- **Šenonov indeks** je indeks koji meri bogatstvo i ujednačenost i uobičajene vrednosti se kreću u opsegu od 1,5 do 3,5. Područja koja imaju vrednost Šenonovog indeksa veću od 4 se smatraju kao izuzetno vredna sa aspekta očuvanja biodiverziteta.
- **Simsonov indeks** meri ujednačenost i njegova vrednost varira u opsegu od 0 do 1. Vrednosti koji su bliže broju 1 govore o boljoj ujednačenosti primeraka različitih biljnih vrsta.
- **Berger-Parkerov indeks** meri zastupljenost dominantne vrste i zbog toga njegova maksimalna vrednost može biti 1 (u slučaju monokulture).
- **Margalefov indeks** je indeks koji se, za razliku od prethodnih, ne koristi često, jer je osetljiv na veličinu uzorka (populacije). Ovaj indeks meri bogatstvo i veće vrednosti svedoče o boljem biodiverzitetu.
- **Fišerov indeks** je neparametarski indeks koji meri bogatstvo i ujednačenost. Ovaj indeks nema definisane granične vrednosti, već veće vrednosti ukazuju na bolju biološku raznolikost.

Detaljne formule za svaki od navedenih indeksa se mogu naći u odgovarajućoj literaturi (Magurran, 2004; Fedor and Zvaríková, 2019). Za proračun se mogu koristiti različiti softveri, a u ovom radu korišćen je programski jezik R (verzija 4.1.0), njegov interfejs RStudio (1.2.1335) i R paket „vegan“ (verzija 2.6-2). Paket „vegan“ je razvijen i za potrebe proračuna indeksa biodiverziteta i to: Šenonovog, Simsonovog i Fišerovog indeksa (Oksanen et al., 2022). Za ostale analizirane indekse (bogatstvo, Berger-Parkerov i Margalefov indeks) proračun je jednostavniji i, u ovom radu, je obavljen pisanjem odgovarajućih kodova u R programu.

Dobijene vrednosti indeksa specijskog diverziteta za Univerzitetski park su upoređene sa prosečnim vrednostima drugih parkova u Novom Sadu (Dunavski, Futoški, Kamenički, Limanski i Železnički) na osnovu odgovarajućeg izvora literature (Lakićević et al., 2022).

U cilju dobijanja što sveobuhvatnijih podataka o stanju dendroflоре u parku, uvedene su i dodatne analize: spektar familija (taksonomske strukture), floristički sastav, učešće invazivnih vrsta i sl. Za kategorizaciju invazivnih vrsta korišćeni su odgovarajući literaturni izvori (Lazarević i sar., 2012; Stojanović i Jovanović, 2018). Za sve prikaze i proračune su takođe korišćeni program R i njegov interfejs RStudio. Prikaz izgleda RStudio okruženja dat je na Slici 2. Korišćenjem R programa moguće je obaviti različite analize u oblasti urbane ekologije i pejzažne arhitekture i osim numeričke analize moguće je kreirati mape i karte visokog kvaliteta (Lakićević, 2020; Lakićević, 2021).



Slika 2. Korisničko okruženje RStudio
Figure 2. User's interface for the RStudio

Rezultati i diskusija

Sve prisutne jedinke u Univerzitetskom parku u Novom Sadu pripadaju skrivenosemenicama, a primerci golosemenica ne postoje. Smanjen broj golosemenica u Novom Sadu se tumači kao posledica uticaja abiotičkih faktora, pre svega, niske nadmorske visine. U proseku, na teritoriji Novog Sada odnos golosemenica prema skrivenosemenicama iznosi 11% prema 89% (Lakićević et al., 2022). Na primeru Univerzitetskog parka u Novom Sadu, odusustvo golosemenica se može objasniti i kao posledica tipa zemljišta na prostoru parka, gde je nasipan refulisani pesak u cilju podizanja kote terena i odbrane od poplava. Ukoliko se analizira taksonomska struktura, zaključuje se da postoji ukupno devet familija i njihov udeo je prikazan u Tabeli 1.

Tabela 1

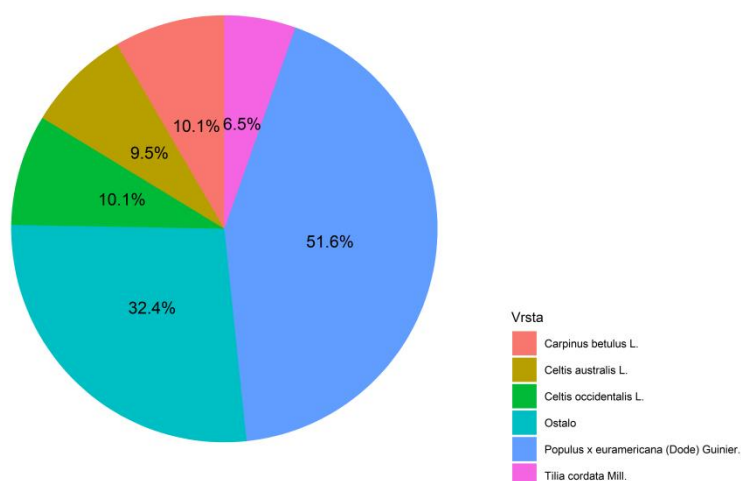
Taksonomska struktura dendroflora – Univerzitetski park u Novom Sadu

Table 1

Taxonomic structure of dendroflora – University park in Novi Sad

Naziv familije	Udeo [%]
Salicaceae	54,9
Ulmaceae	19,6
Corylaceae	10,8
Tiliaceae	6,5
Moraceae	2,9
Aceraceae	2,6
Rosaceae	1,0
Caprifoliaceae	1,0
Juglandaceae	0,7

Prema podacima prikazanim u Tabeli 1, zaključuje se da je dominantna familija Salicaceae (posledica prisustva vrsta iz rodova *Populus* i *Salix*), zatim slede familije Ulmaceae i Corylaceae sa udelom većim od 10% i Tiliaceae sa udelom koji iznosi 6,5%. Preostalih pet familija (Moraceae, Asteraceae, Rosaceae, Caprifoliaceae i Juglandaceae) imaju udeo manji od 5%. Ovi rezultati odstupaju od prosečnih vrednosti taksonomske strukture dendroflora u ostalim parkovima u Novom Sadu, u kojima je dominantna familija Rosaceae (Lakićević et al., 2022). Naredna analiza se odnosila na određivanje zastupljenosti pojedinačnih vrsta i rezultati su prikazani na Slici 2.



Slika 2. Dominantne drvenaste vrste u Univerzitetskom parku
Figure 2. The most dominant woody species in the University park

Na osnovu rezultata prikazanih na Slici 2, zaključuje se da je dominantna vrsta *Populus x euramericana* (Dode) Guinier sa udelom 51,6%, a slede je *Celtis occidentalis* L. i *Carpinus betulus* L. sa istim udelom koji iznosi 10,1%. Visoko učešće evroameričke topole se smatra kao nepovoljno, jer se u literaturi navodi da je, sa aspekta očuvanja biodiverziteta, pogodno da dominantna vrsta ne čini više od 10% u ukupnom sastavu (Konijnendijk et al., 2005), što je na primeru dendroflora Univerzitetskog parka višestruko premašeno.

U parku je registrovana jedna vrsta koja se prema literaturnim izvorima (Lazarević i sar., 2012; Stojanović i Jovanović, 2018) svrstava u invazivne i to je *Celtis occidentalis* L. Odnos brojnosti vrsta koje imaju invazivni karakter i vrsta koje ne spadaju u invazivne je 10,1% prema 89,9% i ova vrednost se smatra kao umereno nepovoljna, jer u budućnosti može uticati na dodatno narušavanje parametara specijskog diverziteta. Na osnovu podataka o prisustvu drvenastih vrsta i njihove brojnosti moguće je izračunati indekse diverziteta dendroflora na analiziranom području. Rezultati su prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2

Indeksi diverziteta dendroflora – Univerzitetski park u Novom Sadu

Table 2

Indices of dendroflora diversity – University park in Novi Sad

Naziv indeksa	Vrednost	Prosečna vrednost (parkovi u Novom Sadu)*
Bogatstvo	13	76,6
Šenonov indeks	1,690	3,415
Simsonov indeks	0,697	0,943
Berger-Parkerov indeks	0,516	0,130
Margalefov indeks	4,828	22,218
Fišerov indeks	2,754	14,539

* Podatak je preuzet iz literature (Lakićević et al., 2022) i odnosi se na Dunavski, Futoški, Kamenički, Limanski i Železnički park

U Univerzitetskom parku je popisano ukupno 13 vrsta, tako da je istovetna vrednost indeksa bogatstvo. Ukoliko se ovaj rezultat uporedi sa prosečnim vrednostima u Novom Sadu, zaključuje se da je bogatstvo dendroflora u analiziranom parku značajno (nekoliko puta) manje.

Šenonov indeks dendroflora u Univerzitetskom parku ima vrednost 1,69 što je blizu donje granice prosečnih vrednosti. U Novom Sadu, Dunavski, Futoški i Kamenički park (zaštićeni parkovi u statusu spomenika prirode) imaju vrednost Šenonovog indeksa koji premašuje vrednost 3,5.

Simsonov indeks ima vrednost 0,697 što ukazuje na umereno dobru raspodelu između primeraka različitih vrsta na istraživanom području. Ovaj indeks se često analizira zajedno sa Berger-Parkerovim

indeksom koji meri dominantnost najzastupljenije vrste. U ovom primeru, vrednost Berger-Parkerog indeksa je visoka i iznosi 0,516, što znači da dominantna vrsta čini 51,6% u ukupnom sastavu i ovako visoka dominantnost najzastupljenije vrste je uticala na lošiju raspodelu jedinki, odnosno nižu vrednost Simsonovog indeksa.

Tumačenje vrednosti Margalefovog indeksa je kako sledi: više vrednosti govore o većem značaju staništa sa aspekta bogatstva florističkog sastava i, prema podacima u Tabeli 2, jasno se zaključuje da je ova vrednost u Univerzitetskom parku (4,828) znatno nepovoljnija u poređenju sa prosečnim vrednostima istog indeksa u ostalim parkovima u Novom Sadu (22,218).

Fišerov indeks u Univerzitetskom parku ima vrednost 2,754 i to je značajno manje u odnosu na prosečnu vrednost ostalih parkova u Novom Sadu (14,539). Fišerov indeks povezuje broj vrsta i broj individua i daje podatak o očekivanom broju vrsta koje su predstavljene samo jednim primerkom. Ovaj parametar je posebno važan prilikom analize i definisanja mera zaštite retkih, endemičnih i ugroženih vrsta.

Sve sprovedene analize ukazuju da je dendrofond Univerzitetskog parka oskudan i da su obe komponente biodiverziteta (bogatstvo i ujednačenost) loše i manje od proseka za druge parkove u Novom Sadu. Ovakvi rezultati su posledica prisustva velikog broja primeraka evroameričke topole i američkog koprivića koji zajedno čine približno 62% u ukupnom sastavu dendroflоре.

Zaključak

Na prostoru Univerzitetskog parka je registrovano ukupno 13 vrsta, pri čemu dominiraju primerci evroameričke topole i američkog koprivića. Američki koprivić je kategorisan kao visoko invazivna vrsta na teritoriji Srbije i kao takva predstavlja opasnost po očuvanje biodiverziteta. Na analiziranom području zabeleženi su samo primerci skrivenosemenica, dok primerci golosemenica ne postoje. Ukupan broj biljnih familija je devet, među kojima najveću zastupljenost imaju familije Salicaceae, Ulmaceae i Corylaceae.

Osnovni zadatak rada bio je proračun indeksa biodiverziteta dendroflоре za navedeni prostor. Proračun je obavljen u programu R, korišćenjem R paketa „vegan“. Odabrani indeksi su bili: bogatstvo, Šenonov, Simsonov, Berger-Parkerov, Margalefov i Fišerov indeks. Korišćenjem navedenih indeksa, odnosno tumačenjem dobijenih rezultata, analizirane su dve osnovne komponente biodiverziteta – bogatstvo i ujednačenost. Osnovni zaključak je da je vrednost diverziteta dendroflоре niska, odnosno da je potrebno da se unapredi kako bogatstvo (ukupan broj vrsta), tako i ujednačenost (rapodela među jedinkama). U tom smislu, buduće rekonstrukcije parka treba da uključe uvođenje novih vrsta, pre svega autohtonih, a osim toga potrebno je vršiti i kontrolu širenja invazivnih vrsta (američkog koprivića) u parku. Naredna istraživanja mogu da uključe pitanja kartiranja parkova u Novom Sadu korišćenjem programa R i sprovođenje različitih analiza prostornih analiza vezanih za dendroflору.

Literatura

- Basnou, C., Baró, F., Langemeyer, J., Castell, C., Dalmases, C., Pino, J., 2020. Advancing the green infrastructure approach in the Province of Barcelona: integrating biodiversity, ecosystem functions and services into landscape planning *Urban For Urban Gree*. 55, 126797.
- Coelho, N., Gonçalves, S., Romano, A. 2020. Endemic Plant Species Conservation: Biotechnological Approaches. *Plants*. 9. 345.
- Fedor, P., Zvaríková, M., 2019. Biodiversity Indices. In: Fath, B.D. (Ed.), *Encyclopedia of Ecology*, Elsevier Science Ltd, Oxford.
- Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T., Schipperijn, J. 2005. *Urban Forests and Trees*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Lakićević, M., Povak, N., Reynolds, K.M. 2020. *Introduction to R for Terrestrial Ecology*. Springer Nature Switzerland AG.
- Lakićević, M., Reynolds, K.M., Orlović, S., Kolarov, R. 2022. Measuring dendroflорistic diversity in urban parks in Novi Sad (Serbia). *Trees, Forests and People* 8: 100239.
- Lakićević, M. 2018. Životna sredina i održivi razvoj, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Lakićević, M. 2020. Program R in mapping of protected natural assets in Serbia. *Journal for Natural Sciences Matica srpska* 139: 111-118.
- Lakićević, M. 2021. Creating maps in R (Case study: National park "Fruška gora"). *Contemp. Agric.* 70(1-2): 41-45.
- Lazarević, P., Stojanović, V., Jelić, I., Perić, R., Krsteski, V., Ajtić, R., Sekulić, N., Branković, S., Sekulić, G., Bjedov, V. 2012. Preliminarni spisak invazivnih vrsta u Republici Srbiji sa opštim merama kontrole i suzbijanja kao potpora budućim zakonskim aktima. *Nature protection* 62: 5-31.
- Magurran, A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, London.

- Mladenović, E., Orlović, S., Pavlović, L., Čukanović, J., Lakićević, M., Ljubojević, M., Hiel, K., Sentić, I., Bajić, L. 2021. Analiza stanja zelenila Univerzitetskog parka u Novom Sadu. *Ann. Agron.* 45(1): 19-25.
- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O'Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L., McGlenn, D., Ouellette, M., Ribeiro Cunha, E., Smith, T., Stier, A., Ter Braak, C., Weedon, J. 2022. *vegan: Community Ecology Package*, package version 2.6-2, <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.
- Stojanović, V., Jovanović, I., 2018. The survey of invasive and potentially invasive plant species in Serbia and neighboring countries for the purpose of determining their status at the national level. *Nature protection* 68, 41–59.

Diversity of dendroflora in the University park in Novi Sad

Milena Lakićević^a, Saša Orlovića^b

^aUniversity of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Fruit Growing, Viticulture, Horticulture and Landscape Architecture, Novi Sad, Serbia

^bUniversity of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Serbia

*Corresponding author: milena.lakicevic@polj.edu.rs

ABSTRACT

The paper analyses alpha diversity indices for dendroflora of the University park in Novi Sad. The results have been obtained based on the data collected during fieldwork in 2021, and were consisted of the inventory of the woody species present in the park, as well as of their abundance. The following indices have been discussed: richness, Simpson, Shannon, Berger-Parker, Margalef and Fisher index. These indices quantify richness and/or evenness of species within a habitat. For calculation purposes, we have used the R program, and the R package "vegan". The results have been compared with the indices for other parks in Novi Sad (Danube, Futog, Railway, Kamenica and Liman parks). To conclude, one can notice that the University park in Novi Sad has unfavourable values of alpha diversity indices, and the upcoming reconstructions of the park should provide higher richness and better evenness of woody species.

KEY WORDS: diversity indices, richness, evenness, R program, "vegan" package

PRIMLJEN: 18.10.2022.

PRIHVACEN: 21.12.2022.