

## Diverzitet epifitskih lišajeva na teritoriji grada Valjeva

---

*Tokom leta 2013. na području grada Valjeva vršeno je uzorkovanje epifitskih lišajeva. Istraživanje je obuhvatalo pet područja u užim i perifernim delovima grada: naselja Gradac, Sreten Dudić, Kolubara, Tešnjari i Novo naselje. Cilj istraživanja je utvrđivanje diverziteta lišajskih vrsta, kao i procena kvaliteta vazduha i koncentracije sumpor-dioksida na osnovu bioindikatorskih vrednosti pojedinih lišajskih vrsta. Ukupno je pronađeno 14 različitih vrsta lišajeva iz 5 familija na 35 supstrata. Za procenu biodiverziteta i sličnosti lokaliteta korišćeni su Simpsonov, Šenon-Viverov i Berger-Parkerov indeks diverziteta, kao i Sorensenov indeks sličnosti. Korespondentnom analizom nije ustanovljena veza između lišaja i biljnog supstrata, odnosno nije utvrđeno da postoji određena veza između lišaja i podloge koju naseljava. Bioindikatorske vrednosti determinisanih vrsta govore da naseljavaju mesta sa umereno zagađenim vazduhom, čime se može pretpostaviti da u Valjevu koncentracija hemijskih polutanata nije iznad graničnih vrednosti.*

---

### Uvod

Lišajevi su kosmopolitni organizmi koji predstavljaju simbiozu gljive i alge. Njihovo telo (talus) postoji u tri morfološka oblika: korasti, listasti i žbunasti (Savić 1995). U zavisnosti od razdela gljive koja ulazi u sastav lišaja dele se u dve klase: Ascolichenes i Basidiolichenes. U svetu je opisano oko 20 000 vrsta sa različitim

načinom adaptacije na geografske i klimatske karakteristike staništa.

Zbog osobine da vodu, mineralne soli, ali i zagađujuće materije (sumpor-dioksid, ugljen-dioksid, jedinjenja fluora, okside azota) apsorbuju celom površinom talusa, lišajevi su relevantni pokazatelji stepena zagađenosti, odnosno bioindikatori radioaktivnog zagađenja i kvaliteta vazduha (Savić 1995). Metoda utvrđivanja diverziteta indikatorskih organizama pogodnija je od samog ispitivanja prisustva zagađujućih materija u ekosistemu hemijskim putem, jer je njihova koncentracija promenjiva i podložna uticaju različitih biotičkih i abiotičkih faktora.

Lišajevi nisu tolerantni na povećanu koncentraciju aeropolutanata, zbog svojih fizičkih i fizioloških karakteristika. Posebno su osetljivi na prisustvo sumpor-dioksida koji prelazeći u bisulfit inhibira fotosintezu i razara hlorofil, što direktno dovodi do odumiranja talusa (Nešković *et al.* 2003).

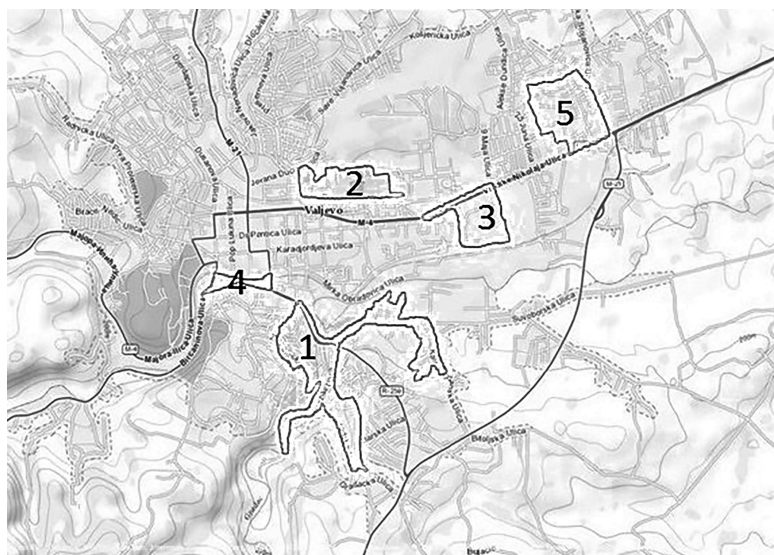
Prvi lišajevi na području Srbije registrovani su sredinom 19. veka od strane Josifa Pančića, dok je njihov diverzitet detaljnije ispitivan tek početkom 20. veka kada je zabeleženo 88 taksona. Do kraja 20. veka daje se pregled i opis svih vrsta zabeleženih na području Srbije (Murati 1992; 1993) i taj broj do danas iznosi 599 (Savić i Tibell 2006). Tek u novije vreme lišajevi počinju da se koriste kao bioindikatori zagađenja vazduha u Srbiji, posebno na jugoistoku (Stamenković 2013).

Na području grada Valjeva vlada umereno kontinentalna klima. Godišnja koncentracija sumpor-dioksida u Valjevu za 2011. godinu bila je  $25.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dok je maksimalna dozvoljena koncentracija ovog gasa u vazduhu  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine 2012), što je ispod kritičnih vred-

---

*Bojana Radojičić (1996), Bajina Bašta, 12. septembra 39, učenica 2. razreda Gimnazije „Josif Pančić” u Bajinoj Bašti*

*MENTOR: Tijana Milekić, apsolvent, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu*



Slika 1. Mapa istraživanih lokaliteta: 1 – Gradac, 2 – Sreten Dudić, 3 – Kolubara, 4 – Tešnjar, 5 – Novo Naselje

Figure 1. Map of the researched locations: 1 – Gradac, 2 – Sreten Dudić, 3 – Kolubara, 4 – Tešnjar, 5 – Novo Naselje

nosti. Izvor ovog hemijskog polutanta u vazduhu na području Valjeva mogu biti izduvni gasovi poreklom iz saobraćaja, kao i iz domaćinstava u kojima nije sprovedena toplifikacija, ali čija emisija nije dovoljno velika da ugrozi prisustvo lihenoflore u urbanom ekosistemu i dovede do pojave lišajskih pustinja.

Cilj ovog istraživanja je utvrđivanje diverziteta lišajeva na području grada Valjeva, kao i orijentaciona procena kvaliteta životne sredine na osnovu zastupljenih vrsta lišajeva.

## Materijal i metode

Ispitivanje diverziteta epifitskih lišajeva vršeno je tokom leta 2013. godine na nekoliko lokaliteta u urbanoj zoni grada Valjeva. Epifitski lišajevi uzorkovani su standardnom metodom (Murati 1992) sa kore drvenastih i žbunastih supstrata na pet područja u Valjevu: naselja Gradac, Sreten Dudić, Kolubara, Tešnjar i Novo naselje.

Gradac (44°26' SGŠ, 19°89' IGD) predstavlja naselje uz reku, u širem centru grada. Toplifikacija u stambenim objektima na teritoriji Graca nije sprovedena, što potencijalno može uticati na povećanu emisiju sumpor-dioksida kroz dogrevanje. Uzorkovanje je vršeno sa 20 drvenastih supstrata u tri različita tipa staništa, na drveću uz rečnu obalu, gradskim drvoredima i voćnjacima. Dominantne vrste na ovom lokalitetu su breza

(*Betula pendula*) i divlji kesten (*Aesculus hippocastanum*).

Sreten Dudić (44°27' SGŠ, 19°89' IGD) je naselje u centru grada. Na tom lokalitetu lišajevi su uzorkovani sa starijih drvoreda, u parku oko bloka stambenih zgrada sa sprovedenom toplifikacijom, sa 17 vrsta supstrata. Dominantne vrste u ovom naselju su srebrnasta lipa (*Tilia tomentosa*) i mleč (*Acer platanoides*).

Kolubara (44°28' SGŠ, 19°96' IGD) je naselje u gradu sa dosta zelenih površina. U okviru naselja nalazi se blok stambenih zgrada sa sprovedenom toplifikacijom. Na tom lokalitetu lišajevi su uzorkovani sa 13 vrsta supstrata koji su podjednako zastupljeni.

Tešnjar (44°26' SGŠ, 19°88' IGD) predstavlja uže jezgro grada sa ograničenim protokom saobraćaja. Lišajevi su uzorkovani sa 5 vrsta supstrata. Dominantne vrste na Tešnjaru su srebrnasta lipa (*Tilia tomentosa*) i breza (*Betula pendula*).

Novo naselje (44°28' SGŠ, 19°91' IGD) nalazi se na periferiji grada. Predstavlja pojas usko zbijenih stambenih objekata gde nije sprovedena toplifikacija. Lišajevi su uzorkovani sa 10 vrsta mladih sađenih voćaka, prvenstveno sa šljive (*Prunus domestica*) i jabuke (*Malus domestica*).

Determinacija uzoraka urađena je pomoću binokularne lupe (NovoLab: 8-32 puta uvećanje). Svi uzorkovani lišajevi determinisani su do nivoa vrste na osnovu ključeva za deter-

minaciju (Murati 1992; 1993). Drvenaste vrste sa kojih su lišajevi uzorkovani determinisani su preko ilustrativnog (Jávorka i Csapody 1991) i dihotomog ključa za determinaciju (Josifović 1970). Za procenu biodiverziteta korišćeni su Simpsonov, Šenon-Viverov i Berger-Parkerov indeks diverziteta, a za međusobno upoređivanje lokaliteta Sorensenov indeks sličnosti.

Indeksi diverziteta, kao i 95-procentni intervali poverenja izračunati su u programu PAST (Hammer *et al.* 2001). Intervali poverenja od 95%, odnosno gornje i donje granice za očekivanu brojnost vrsta i vrednosti indeksa diverziteta dobijeni su permutacionim testom na 1000 pseudoreplika. Program vrši procenu broja vrsta tako što 1000 puta slučajnim odabirom proveriti koliko bi se vrsta moglo naći na određenom lokalitetu na osnovu već utvrđene zastupljenosti po lokalitetima i dobijenih vrednosti indeksa diverziteta koje se programu zadaju kao parametri. Na taj način dobijena je očekivana brojnost vrsta 95% intervala poverenja brojnosti vrsta za svaki lokalitet (slika 2).

U programu PAST izvršeno je i upoređivanje struktura zajednica (matrica brojnosti vrsta) na istraživanom području korenspondentnom analizom. Struktura lišajskih zajednica definisana je

preko brojnosti vrsta na lokalitetu i supstratu. U test je ušla matrica brojnosti vrsta po lokalitetima, odnosno prisustvo vrsta po lokalitetima na određenom supstratu kao parametar. Originalni podaci korišćeni u korespondentnoj analizi prikazani su u prilogu 1.

## Rezultati i diskusija

Na pet istraživanih lokaliteta ukupno je konstatovano 14 različitih vrsta lišajeva iz 5 familija na 35 supstrata (vrsta biljaka). Brojnost vrsta po lokalitetima sa 95% intervalom poverenja je prikazan na slici 2. Procentualna zastupljenost vrsta prikazana je na slici 3. Spisak pronađenih vrsta, po lokalitetima, prikazan je u tabeli 1. Spisak pronađenih vrsta po lokalitetima na određenom supstratu prikazan je u prilogu 1.

Najveći broj vrsta zabeležen je na lokalitetu Kolubara, 11 vrsta. Na lokalitetu Gradac i Sreten Dudić pronađeno je po 10 vrsta. Na lokalitetu Tešnjara pronađeno je 7, a u Novom naselju 6 vrsta. Očekivane vrednosti, odnosno donje i gornje vrednosti 95-procentnog intervala poverenja za Novo naselje, mogle bi da upućuju na potencijalno prisutan veći broj vrsta, no što je prona-

Tabela 1. Prisustvo zabeleženih vrsta po lokalitetima

Familija	Vrsta	Lokalitet				
		Gradac	Sreten Dudić	Kolubara	Tešnjara	Novo naselje
Lecanoraceae	<i>Lecanora conizaeoides</i>	+	+	+	+	+
Lecanoraceae	<i>Physcia adscendens</i>	+	+	+	+	+
Parmeliaceae	<i>Xanthoria parietina</i>	+	+	+	+	+
Parmeliaceae	<i>Hypogymnia physodes</i>	+	+	+	+	+
Parmeliaceae	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	+	-	-	-	-
Parmeliaceae	<i>Parmelia sulcata</i>	+	+	+	+	-
Parmeliaceae	<i>Platismatia glauca</i>	+	+	+	-	-
Parmeliaceae	<i>Flavoparmelia caperata</i>	+	+	+	+	+
Pertusariaceae	<i>Melanelia subaurifera</i>	-	+	-	-	-
Physciaceae	<i>Pertusaria pertusa</i>	-	-	+	-	-
Physciaceae	<i>Physcia aipolia</i>	+	+	-	-	-
Physciaceae	<i>Physcia tenella</i>	+	+	+	+	+
Physciaceae	<i>Buellia punctata</i>	-	-	+	-	-
Stereocaulaceae	<i>Lepraria incana</i>	-	-	+	-	-

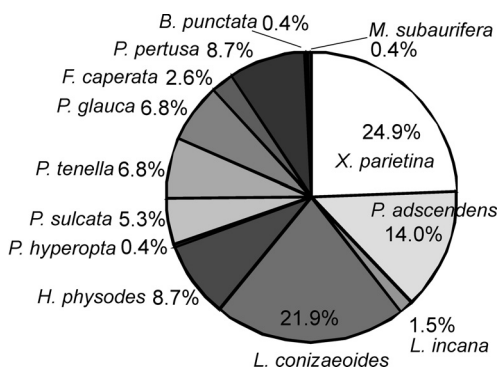


Slika 2. Konstatovana brojnost vrsta po područjima sa prikazanim 95% intervalom poverenja za očekivanu vrednost brojnosti vrsta (Gornja granica 95% intervala poverenja predstavlja maksimalan broj vrsta koje su mogle biti pronađene na lokalitetu, a donja granica predstavlja minimalan broj vrsta, što je dobijeno permutacionim testom)

Figure 2. Ascertained number of species per area with the 95% confidence interval for the expected value of the number of species (Upper limit of 95% confidence interval is the maximum limit of species that could be found in a locality, and the lower limit is the minimum number of species, obtained with the permutational test)

đeno, verovatno usled jednoobraznosti supstrata. Naime, na pomenutom lokalitetu, diverzitet biljaka-supstrata je nizak, najvećim delom su prisutne sadnice voća *M. domestica*, *P. cerasifera*, *P. domestica* i *P. communis*.

Po broju vrsta najbrojniji su predstavnici iz familije Parmeliaceae (6 predstavnika) i Physci-



Slika 3. Procentualna zastupljenost vrsta u uzorku na svim lokalitetima

Figure 3. Percentage of species in the sample at all the locations

ceae (3 predstavnika). Vrsta *Xanthoria parietina* je kvantitativno najzastupljenija vrsta u uzorcima na svim istraživanim lokalitetima, sa procentualnom zastupljenošću 25%. Vrsta *Lecanora conizaeoides* zastupljena je u uzorku sa 22 procenta. Prisustvo ove dve vrste inače je karakteristično za područja sa izuzetno zagađenim vazduhom, jer su otporne na veće koncentracije sumpor-dioksida (Vukojević 2002).

Ni na jednom od istraživanih lokaliteta nije pronađena žbunasta lišajska vrsta, koje se uglavnom javljaju u šumskim ekosistemima, sa veoma niskom koncentracijom sumpor-dioksida u vazduhu (Šerban *et al.* 2009).

Najzastupljenije vrste (*X. parietina*, *L. conizaeoides*, *P. adscendens*, *H. physodes* i *F. caperata*) na svim istraženim lokalitetima uglavnom su karakteristične za urbane ekosisteme. *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes* i *Physcia adscendens* ravnomeno su zastupljene u uzorku i pronađene su na svim lokalitetima, a inače naseljavaju područja sa umereno zagađenim vazduhom (Vukojević 2002). Sve ostale vrste u uzorku su zastupljene ispod 7%.

Primećeno je da se kod vrsta supstrata *Acer platanoides* i *Acer pseudoplatanus* ne javljaju lišajevi na starijim jedinkama, zbog prirode njihove kore koja se starenjem ljuspa.

Vrednosti Sorensenovog indeksa sličnosti prikazane su u tabeli 2. Vrednosti Šenon-Viveirovog, Simpsonovog i Berger-Parkerovog indeksa diverziteta prikazane su u tabeli 3.

Tabela 2. Vrednosti Sorensenovog indeksa sličnosti po lokalitetima

Naselje	1	2	3	4	5
Gradac					
S. Dudić	0.85				
Kolubara	0.66	0.80			
Tešnjari	0.71	0.85	0.63		
N. naselje	0.50	0.53	0.53	0.72	

Sorensenov indeks sličnosti brojčano pokazuje odnos sličnosti između dva odabrana lokaliteta. Kreće se u intervalu od 0 do 1, gde su sa vrednošću 0 lokaliteti potpuno različiti, odnosno nemaju nijednu zajedničku vrstu, dok sa vrednošću 1 lokaliteti imaju potpuno iste vrste.



Najveća vrednost Sorensenovog indeksa sličnosti dobijena je između lokaliteta Sreten Dudić i Gradac, kao i naselja Sreten Dudić i Tešnjar (0.85), dok je najmanja sličnost između lokaliteta Gradac i Novo naselje (0.50). Lokaliteti Gradac i Novo naselje su među sobom geografski najudaljeniji lokaliteti (slika 1) i sa velikom razlikom u strukturi ekosistema, što može biti razlog za javljanje različitih vrsta.

Tabela 3. Vrednosti Šenon-Viverovog, Simpsonovog i Berger-Parkerovog indeksa diverziteta

Lokalitet	Šenon-Viver	Simpson	Berger-Parker
Gradac	2.03	0.84	0.25
Sreten Dudić	2.05	0.84	0.27
Kolubara	2.14	0.86	0.21
Tešnjar	1.73	0.80	0.29
Novo naselje	1.62	0.78	0.35

Šenon-Viverov indeks diverziteta meri bogatstvo vrsta na osnovu broja taksona na određenom lokalitetu. Što je brojčano veća vrednost indeksa, veći je i diverzitet. Kreće se u rasponu od 0 do beskonačno, gde je 0 vrednost za zajednice sa samo jednim prisutnim taksonom. Prema Šenon-Viverovom indeksu diverziteta najveća raznovrsnost uočena je na lokalitetu Kolubara (2.14), a najmanja u Novom naselju (1.62).

Simpsonov indeks diverziteta meri verovatnoću da dve odabrane jedinke iz jednog lokaliteta pripadaju istoj vrsti. Vrednosti Simpsonovog indeksa kreću se u rasponu od 0 do 1. Što je indeks diverziteta veći, manja je dominantnost jedne vrste u zajednici, što znači da je diverzitet veći, odnosno lokalitet bogatiji brojem vrsta. Ovaj indeks pokazuje da je zajednica na lokalitetu Novo naselje homogena (0.78), dok je na lokalitetu Kolubara (0.86) najbolje raspoređen odnos vrsta u zajednici.

Berger-Parkerov indeks diverziteta pokazuje stepen dominantnosti najbrojnije vrste u zajednici. Što je veća vrednost ovog indeksa, zajednica je homogenija. Najveća vrednost je za lokalitet Novo naselje (0.35), što govori da postoje vrste koje su dominantne i češće se javljaju nego druge. Konkretno, u pitanju su vrste *Xan-*

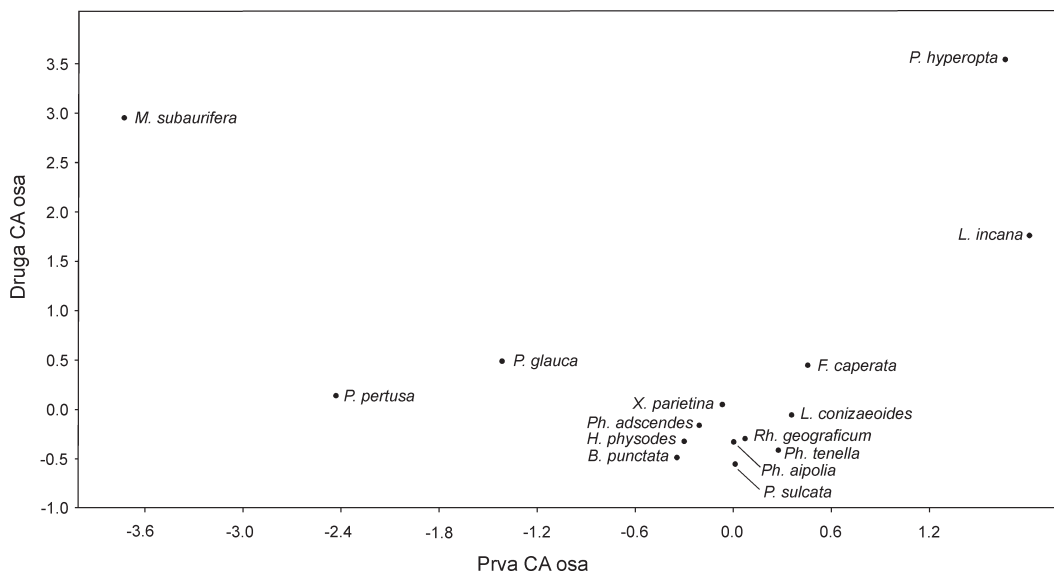
*thoria parietina* i *Flavoparmelia caperata* koje su pronađene na skoro svim vrstama drveća koje se sreću na ovom lokalitetu, a najotpornije su na povećanu koncentraciju sumpor-dioksida (Vučkojević 2002).

Na slici 4 prikazan je grafik korespondentne analize u smislu asociranosti vrsta lišajeva u zajednicama.

Grafik korespondente analize pokazuje da se vrste *L. incana*, *P. pertusa* i *M. subaurifera* ne javljaju u zajednici sa drugim lišajevima. Vrsta *Lepraria incana* pronađena je samo na naselju Kolubara, na tri vrste supstrata (*A. pseudoplatanus*, *P. euramericana* i *S. japonica*). *Lepraria incana* je vrsta koja se retko javlja u Srbiji, dok se druge determinisane vrste često javljaju u urbanim ekosistemima (Murati 1993). Vrste *Pertusaria pertusa* i *Melanelia subaurifera*, koje su na grafiku korespondentne analize izvojene od ostalih vrsta, pronađene su na samo jednom i nisu zabeležene na drugim lokalitetima. Vrsta *P. pertusa* česta je u Srbiji (Murati 1993), a *M. subaurifera* retka, ali je nalazna na području Srbije (Stamenković 2013). Druge vrste se u većoj ili manjoj meri javljaju jedne sa drugima, odnosno karakteristične su za područje u kojem se nalazi Valjevo i javljaju se na velikom broju različitih supstrata.

Povećana koncentracija sumpor-dioksida u urbanim ekosistemima u najvećoj meri je poreklom od izduvnih gasova iz saobraćaja i domaćinstava. Na lokalitetima gde nije sprovedena toplifikacija, što je potencijalni uzrok povišene koncentracije sumpor-dioksida u vazduhu, zabeležen je manji broj vrsta, veća homogenost i dominantnost određenih vrsta u odnosu na druge.

Istraživanja kvaliteta vazduha preko lišajeva kao bionindikatora rađena su u nekim mestima na području Srbije. U odnosu na Mali Zvornik i Arandjelovac, prema ranijim istraživanjima (Cvijan *et al.* 1995), postoji šest zajedničkih vrsta sa područjem Valjeva. To su *B. punctata*, *H. physodes*, *P. sulcata*, *P. aipolia*, *P. adscendens* i *X. parietina*. Prema istraživanjima u opštini Blace (Stamenković *et al.* 2012), konstatovano je sedam zajedničkih vrsta. To su vrste *F. caperata*, *H. physodes*, *L. incana*, *M. subaurifera*, *P. sulcata*, *P. adscendens* i *X. parietina*. Za Dimitrograd (Stamenković *et al.* 2010) i Valjevo zajedničke su četiri vrste (*B. punctata*, *P. sulcata*,



Slika 4. Grafik asociiranosti lišajskih vrsta u zajednicama na osnovu prisustva na određenim supstratima

Figure 4. Chart of the lichen association based on presence on a certain substrate

*P. adscendens* i *X. parietina*). Postoji 7 zajedničkih vrsta prema istraživanjima na području Vranja (Stamenković i Cvijan 2004). To su vrste *B. punctata*, *F. caperata*, *M. subaurifera*, *P. sulcata*, *P. adscendens*, *P. aipolia*, *X. parietina*. U poređenju sa lišajskom florom u Lebanu (Novković 2013), utvrđeno je 7 zajedničkih vrsta (*F. caperata*, *M. subaurifera*, *P. sulcata*, *X. parietina*, *P. adscendens*, *P. aipolia*, *H. physodes*).

## Zaključak

Na pet istraživanih areala na području grada Valjeva tokom jula 2013. godine ukupno je pronađeno 14 različitih vrsta lišajeva iz 5 familija na 35 supstrata. Na istraživanim lokalitetima nije zabeležena lišajska pustinja, tj. potpuno odsustvo lišajskih vrsta. Bioindikatorske vrednosti determinisanih lišajskih vrsta govore da naseljavaju mesta sa umereno zagađenim vazduhom, što ide u prilog podatku da u Valjevu koncentracija sumpor-dioksida nije iznad graničnih vrednosti.

Korespondentnom analizom nije ustanovljena prostorna preferencija lišaja ka određenom supstratu. Među determinisanim lišajevima nema vrsta koje su od međunarodnog značaja ili su

zakonom zastićene, jer su skoro sve često zastupljene u urbanim ekosistemima i ne predstavljaju prirodnu retkost.

U daljim istraživanjima poželjno je vršiti stalni monitoring vazduha, kao i utvrđivanje diverziteta biondikatora, jer u urbanim ekosistemima zbog povećane koncentracije hemijskih polutanata u vazduhu preči nestanak pojedinih lišajskih vrsta.

**Zahvalnost.** Zahvaljujem se Tijani Milekić i Vladimiru Jovanoviću za savete i pomoć pri pisanju rada i statističkoj obradi podataka

## Literatura

Cvijan M., Todorović B., Joksimović V. 1995. Lišajevi kao bioindikator zagađenja vazduha u Malom Zvorniku i Arandelovcu. *Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu*, **29** (1): 175.

Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4** (1): 9

Jávorka S., Csapody V. 1991. *Iconographia florae partis Austro-Orientalis Europae centralis*. Budapest: Akadémiai Kiadó

Josifović M. (ur.) 1970. *Flora SR Srbije*. Beograd: SANU

Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine. 2012. *Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2011. godinu*. Beograd: Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine

Murati M. 1992. *Flora lišajeva 1*. Priština: Univerzitet u Prištini, Viša pedagoška škola „Bajram Curri” Đakovica

Murati M. 1993. *Flora na lišajite 2*. Skoplje: Unijata na albanskata inteligencija vo Makedonija

Nešković M., Konjević R., Čulafić Lj., Ivašković S. 2003. *Fiziologija biljaka*. Beograd: NNK-International

Novković V. 2013. *Lišaji kao pokazatelji kvaliteta vazduha u Lebanu*. Niš: univerzitet u Nišu

Savić S. 1995. Diverzitet lišajeva (Lichenes) Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. U *Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja* (ur. V. Stevanović i V. Vasić). Beograd: Biološki fakultet, str. 517-554.

Savić S., Tibell L. 2006. Checklist of the lichens of Serbia. *Mycologia Balcanica*, 3: 187.

Stamenković O. 2013. *Korišćenje lišaja kao bioloških indikatora kvaliteta vazduha urbanog područja Sokobanje*. Niš: Univerzitet u Nišu

Stamenković S., Cvijan M. 2004. Using of epiphytic lichens for bioindication of air pollution in Vranje. *Archive of a Biological science*, 56 (3-4): 139.

Stamenković S., Ristić S., Đekić T. 2012. Air quality indication in Blace (Southeastern Serbia using) lichens as bioindicators. *Archive of a Biological science*, 65 (3): 893.

Stamenković S., Šerban M., Arandelović M. 2010. Lichens as bioindicators of air quality in

Dimitrovgrad (South-eastern Serbia). *Archive of a Biological science*, 62 (3): 643.

Šerban N., Cvijan M., Jančić R. 2009. *Biologija za prvi razred gimnazije i poljoprivredne škole*. Beograd: Zavod za udžbenike

Vasilev I. 2012. *Lišajska indikacija kvaliteta vazduha na ruralnom području grada Blaca*. Niš: Univerzitet u Nišu

Vukojević J. 2002. *Praktikum iz mikologije i lihenologije*. Beograd: NNK

---

Bojana Radojičić

## Diversity of Epiphytic Lichens in the City of Valjevo

Lichens are organisms that represent a symbiosis of fungi and algae. The number of described species of lichens in the world is about 20000, and in Serbia that number is 599. Epiphytic lichens use a plant as a substrate. Lichens are relevant indicators of the degree of pollution and biological indicators of air quality, because they are not tolerant to higher concentrations of sulfur dioxide in the air.

The cause of this research was to determine the diversity of lichens in the town of Valjevo, as well as the preliminary assessment of environmental quality based on the available species of lichens in that area. Studying the diversity of epiphytic lichens and collecting samples occurred during the summer of 2013 in five locations in the urban area of Valjevo: Gradac, Sreten Dudić, Kolubara, Tešnjar and Novo naselje. For the assessment of biodiversity Simpson, Shannon-Wiener and Berger-Parker index of diversity were used, and to compare the locations the Sorensen index of similarity was used. On the five locations 14 different species of lichens were found. The species *Xanthoria parietina* is quantitatively the most common species in the samples at all the researched locations (25%). The most common species (*X. parietina*, *L. conizaeoides*, *P. adscendens*, *H. physodes* and *F. caperata*) at all researched locations are gener-

ally characteristic for urban ecosystems. *P. sulcata*, *H. physodes* and *P. adscendens* were equally represented in the sample and were found at all of the researched locations. Species *P. pertusa*, *B. punctata* and *M. subaurifera* were found on a single substrate and were not observed at any other researched locations. The highest Sorensen's index of similarity was calculated between the locations Sreten Dudić and Gradac, and also the locations Sreten Dudić and Tešnja, while the lowest similarity was calculated between Gradac and Novo naselje.

The highest Shannon-Wiener index of diversity was observed at the location Kolubara, and the location with the lowest diversity was Novo naselje. Simpson's index of similarity shows that

the community at the location Novo naselje has a lower diversity in comparison to other locations. The Berger-Parker index of diversity that shows the degree of dominance was highest in the location Novo naselje. In this case, the species *X. parietina* and *F. caperata* are the most dominant. The correspondence analysis does not show a relationship between lichens and the substrate on which it develops, and that the development of lichen directly depends on the type of substrate. The species *L. incana* was found only in the location Kolubara. There was no lichens desert in all of the researched locations. The bioindicator value of the found species says that most of them inhabit places with moderate air pollution, so the concentration of air pollutants is above the limit.



## Prilog

Prisustvo vrsta po područjima na određenom supstratu

Naselje	Supstrat	Vrsta													
		<i>X. pa-</i>	<i>P. P.</i>	<i>P. P.</i>	<i>L. L.</i>	<i>L. L.</i>	<i>H. H.</i>	<i>P. P.</i>	<i>P. P.</i>	<i>P. P.</i>	<i>P. P.</i>	<i>F. F.</i>	<i>P. P.</i>	<i>B. B.</i>	
		<i>rietina</i>	<i>adsce-</i>	<i>aipolia</i>	<i>incana</i>	<i>coniza-</i>	<i>phy-</i>	<i>hype-</i>	<i>sul-</i>	<i>tenella</i>	<i>glauca</i>	<i>cape-</i>	<i>per-</i>	<i>M. sub-</i>	
		<i>ndens</i>			<i>eoides</i>	<i>dsodes</i>	<i>ropta</i>	<i>cata</i>				<i>rata</i>	<i>tusa</i>	<i>aurifera</i>	
Gradac	<i>Abies alba</i>	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Acer platanoides</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. pseudoplatanus</i>	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Aesculus hippocastanum</i>	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	<i>Alnus glutinosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	<i>Betula pendula</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Fraxinus ornus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Juglans regia</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Morus alba</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Populus euramericana</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Populus italica</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Prunus cerasifera</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Prunus domestica</i>	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Salix alba</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Salix triandra</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Sorbus domestica</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Tilia Cordata</i>	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	<i>Tilia tomentosa</i>	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-



<i>Platanus orientalis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. euramericana</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus avium</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus americana</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sophora japonica</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia tomentosa</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulmus minor</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Catalpa bignonioides</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia cordata</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia tomentosa</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer platanoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. hippocastanum</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crataegus crusgalli</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Koelreuteria paniculata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Malus domestica</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platanus hispanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. euramericana</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus cerasifera</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus domestica</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pyrus communis</i>	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia tomentosa</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-