

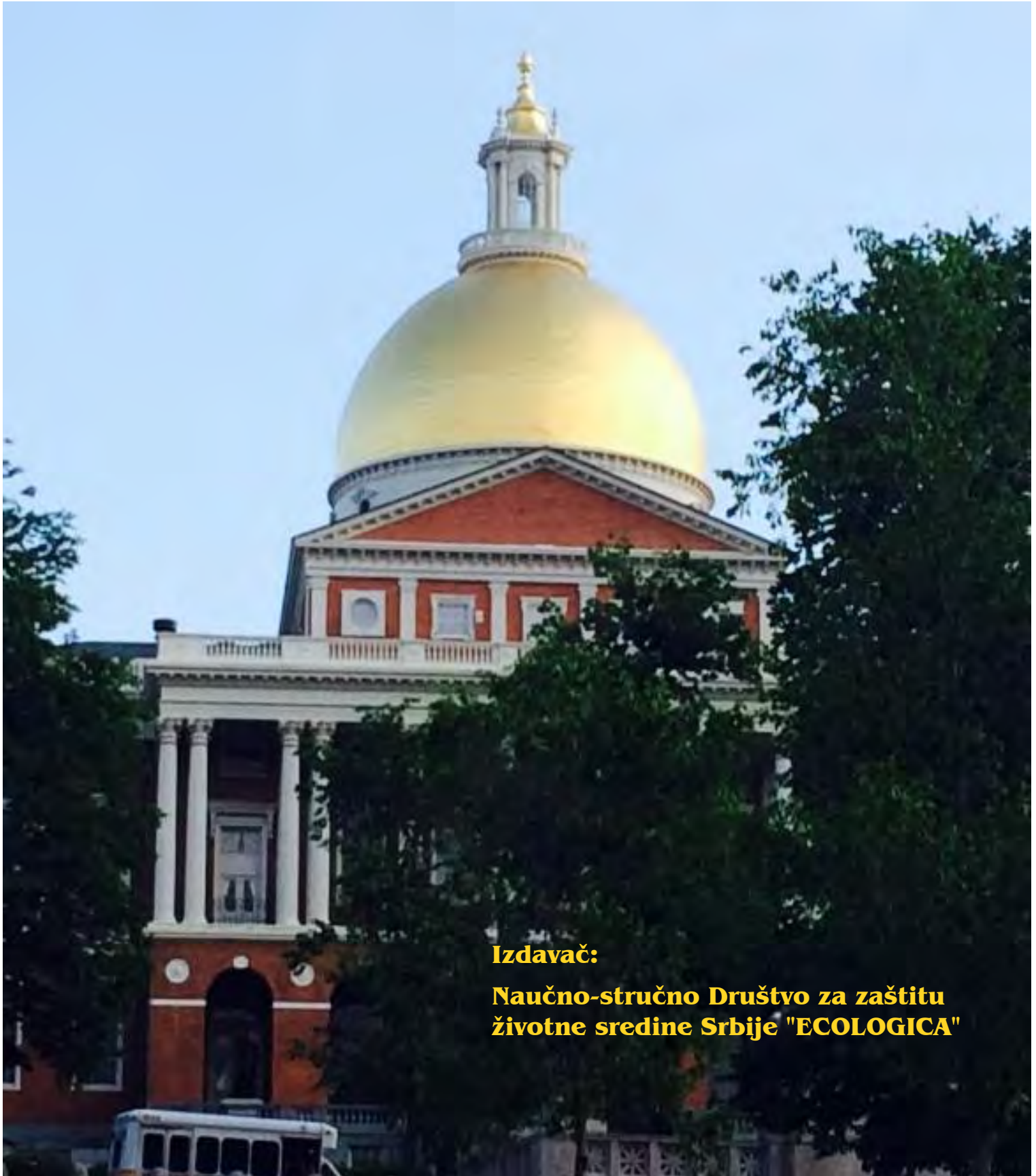
# ECOLOGICA

UDC:502.7

ISSN 0354 - 3285

No - 78 • Beograd, 2015. • Godina XXII

Samo u pretplati



**Izdavač:**

**Naučno-stručno Društvo za zaštitu  
životne sredine Srbije "ECOLOGICA"**

# ECOLOGICA

Osniva i izdava

NAU NO - STRU NO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE SRBIJE - ECOLOGICA

Publisher

SCIENTIFIC PROFESSIONAL SOCIETY FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION OF SERBIA - ECOLOGICA

Za izdava a: Prof. dr Larisa Jovanovi , predsednik Društva ECOLOGICA

Glavni urednik – Editor in chief: Prof. dr Larisa Jovanovi

## Odgovorni urednici – Associate editors

Prof. dr Vidojko Jovi , redovni lan SANU, Beograd,  
Rudarsko geološki fakultet, Beograd

Prof. dr Dragan Veselinovi , Fakultet za fizi ku hemiju  
Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Vladan Joldži , Institut za kriminološka i  
sociološka istraživanja, Beograd

Prof. dr Duško Bajin, Saobra ajni fakultet, Beograd

Prof. dr Slavko Mentus, dopisni lan SANU, Fakultet  
za fizi ku hemiju Univerziteta u Beogradu

## Me unarodni ure iva ki odbor International Editorial board

Prof. dr Vadim Ermakov, GEOHIRAN, Moskva, RF

Prof. dr Sergej Ostroumov, MGU "Lomonosov", RF

Prof. dr Vyacheslav Zaitsev, Astrakhan University, RF

Prof. dr Jaume Bech Borrás, Barcelona, Spain

Prof. dr Bekmamat Djenbajev, Institute of Biology and  
Pedology, Bishkek, Kirgizstan

Prof. dr Mihail Panin, Astana, Kazahstan

Prof. dr Fokion K. Vosniakos, B.EN.A, Greece

Assoc. prof. PhD Igor Stubelj, University of Primorska,  
Faculty of Management, Koper, Slovenia

Prof. dr Predrag Niki , Yoga association, Prag

Prof. dr Anna Nedyalkova, , Free University, Varna,  
Bulgaria

Prof. dr habil Galya Gercheva, Varna, Bulgaria

Prof. dr Petar Hristov, Free University, Varna, Bulgaria,

Assoc.prof.dr Anelija Nenova, Free University, Bulgaria

Prof. dr Hristo Beloev, University of Rousse, Bulgaria,

Prof. dr Atanas Atanasov, University of Rousse, Bulgaria

Assoc. prof. PhD Velizara Pencheva, Rousse, Bulgaria

Assoc. prof. PhD Margarita Filipova, Rousse, Bulgaria

Dr Franz Brandstätter, Naturhistorisches Museum, Wien,  
Austria

Dr Agni Vlavianos-Arvanitis, Biopolitics, Athens, Greece

Dr Svetlana Jovanovi , Mayo Center, Florida, USA

Prof. dr Valentin Vladut, Bucharest, Romania

Prof. dr Sorin Bungescu, Timisoara, Romania

Prof.dr Nataša Markovska, ICEIM-MANU, Macedonia

Prof. dr Nedim Sulji , Univerzitet u Tuzli, BiH

## Ure iva ki odbor – Editorial board

Prof. dr Gordana Ajdukovi , ECPD, Beograd

Prof. dr Života Radosavljevi , Univerzitet Union, Beograd

Dr Antonije Onjia, Institut Vin a, Beograd

Prof. dr Dejan Filipovi ; Geografski fakultet BU, Beograd

Prof. dr Boško Jovanovi , Matemati ki fakultet, BU

Prof. dr Džozefina Beke Trivunac, ALFA Univerzitet

Prof. dr Gordana or evi , ALFA Univerzitet, Beograd

Prof. dr Trajko Petrovi , ALFA Univerzitet, Beograd

Prof. dr Dragan Jovaševi , Pravni fakultet, Niš

Doc. dr or e Jovanovi , Univerzitet Union Nikola Tesla

Doc. dr Zoran ajka, Singidunum, FEFA, Beograd

Prof. dr Aleksandar Prnjat, ALFA Univerzitet, Beograd

Prof. dr Olja Munitlak Ivanovi , EDUKONS, S. Kamenica

Prof. dr Vesela Radovi , EDUKONS, S. Kamenica

Prof.dr Ljubinko Jovanovi , EDUKONS, S. Kamenica

Prof. dr Višeslav Hadži-Tanovi , Akademija SKAIN

Dr Dragoljub Martinovi , VIŠER, Beograd

Dr Ivan Pavlovi , Nau ni institut za veterinarstvo, Beograd

Dr Dušan Stojadinovi , Inst. "Jaroslav erna", Beograd

## Izdava ki savet – Publisher board

Prof. dr Dejan Eri , Institut ekonomskih nauka, Beograd

Prof. dr Radoje Ze evi , Univerzitet Union, Beograd

Prof. dr Aleksandar Andrejevi , Univerzitet Edukons  
Sremska Kamenica

Petar Raja i , predsednik Akademije inovacionih nauka

Marko Babovi , JP Elektroprivreda Srbije, Beograd

Aleksandra anak Medi , JP Elektroprivreda Srbije

Milutin Ignjatovi , gen. direktor, CIP, Beograd

**Tehni ki urednik:** Slavka Vukašinovi

**Slika na koricama:** Prole e na Harvardu

**Prevodilac:** Dr Zoran ajka

Štampanje asopisa pomažu

MINISTARSTVO PROSVETE, NAUKE I TEHNOLOŠKOG RAZVOJA REPUBLIKE SRBIJE

INŽENJERSKA KOMORA SRBIJE



Adresa: ECOLOGICA, Beograd, Kneza Miloša 7a, tel/fax (011)32 44 248; e-mail: ecologica@mts.rs,  
www.ecologica.org.rs; Tekući račun: 200 – 2718500101033 – 84 – Banka Poštanska štedionica, PIB 101600071

Štampa: Akademska izdanja, doo, Zemun

## SADRŽAJ – CONTENT

<i>Olja Munitlak Ivanovi , Larisa Jovanovi</i>	
<b>Osetljivost privrede na klimatske promene .....</b>	<b>117</b>
<i>Dejan Eri</i>	
<b>Interdisciplinarnost u ekološkom menadžmentu .....</b>	<b>123</b>
<i>Predrag Niki , Mr Vukica Jankovi , Helena Mitwallyová</i>	
<b>Ekonomске reforme u Republici Srbiji u okviru procesa integracije u EU u kontekstu primene Arhuske konvencije .....</b>	<b>128</b>
<i>Dejan T. Rizni , Mom ilo Mani , Goran S. Stojanovi</i>	
<b>Uticaj promena klimatskih uslova i društveno ekonomski sistemi .....</b>	<b>133</b>
<i>Suzana Doljanica, An elina Kuzmanovi , Goran Proli</i>	
<b>Unapređenje energetske efikasnosti zgrada sistemima ETICS kao mera ostvarenja održive gradnje i zaštite životne sredine sa posebnim osvrtom na zaštitu od požara fasada zgrada.....</b>	<b>139</b>
<i>Mališa uki , Hasan Hani , Edo Duran</i>	
<b>Economic analysis in the context of EU environmental policy .....</b>	<b>145</b>
<i>Sr an Žiki , Jane Paunkovi</i>	
<b>Održivo upravljanje obnovljivim izvorima energije u Srbiji .....</b>	<b>149</b>
<i>Veljko Radi evi , Nikola Krstanoski</i>	
<b>Istraživanje poznavanja karakteristika održive urbane mobilnosti .....</b>	<b>155</b>
<i>Nikola Milentijevi , Jovan Dragojlovi</i>	
<b>Uticaj i adaptacija na prostorno-regionalnu klimatsku specifičnost područja grada Kragujevca .....</b>	<b>161</b>
<i>ur ica Vukajlovi , Saša Stamenkovi , Ana Gavrilovi</i>	
<b>Povećanje konkurentnosti privrede kroz razvoj zelene ekonomije .....</b>	<b>165</b>
<i>Duško Vuja i , Goran Barovic, Velibor Spalevi</i>	
<b>Ekstremni vodostaji u Donjoj Zeti – uzroci i posledice .....</b>	<b>170</b>
<i>Svetlana Nikoli , Vesna Vuja i , Milka Vidovi , Ljiljana Mojovi ,Branislav Nikoli</i>	
<b>Kvalitet vode reke Veliki Lug posle Mladenovca do ušća u Kubršnicu na teritoriji opštine Smederevska Palanka .....</b>	<b>175</b>
<i>Ljiljana Taki , Aleksandar Zdravkovi , Nenad Živkovi</i>	
<b>Ekološka klasifikacija kvaliteta vode reke Ibar .....</b>	<b>179</b>
<i>Ivana Mladenovi Ranisavljevi , Dragan Stojiljkovi , Ivica Stamenkovi</i>	
<b>Ocena stanja životne sredine primenom specifičnih pokazatelja kvaliteta vode.....</b>	<b>183</b>
<i>Željko Dželetovi , Nevena Mihailovi , Iva Živanovi , Radmila Pivi , Isidora Gliši , Aleksandar Simi</i>	
<b>Fitostabilizacija odlagališta pepela termoelektrana bioenergetskim usevom <i>Miscanthus x giganteus</i> .....</b>	<b>187</b>
<i>Boris Evstatiev, Ivan Beloev, Katerina Gabrovska</i>	
<b>Probabilities for prolonged periods of low and high energy output from photovoltaic generators in Ruse .....</b>	<b>192</b>

Milorad Veselinovi , Dragica Viloti , Dragica Stankovi , Suzana Mitrovi ,  
Dušan Jokanovi , Nevena ule, or e Jovi

**Istraživanja koncentracije teških metala u asimilacionim organima biljaka  
na području RB Kolubare .....196**

Nada Štrbac, Aleksandra Mitovski, Miroslav Soki , Dragana Živkovi ,  
Dragan Manasijevi , Ljubiša Balanovi , Milan Gorgievski

**Mogućnosti primene organskog otpada kao adsorbensa teških metala .....200**

Slavka Stankovi , Antonije Onjia, Ivana Smi iklas, Marija Šljivi -Ivanovi , Mihajlo Jovi

**Bioindikatori kao sredstvo za analizu zagađenosti životne sredine .....205**

Ivana Domazet, Olivera Pant

**Reciklažna industrija kao faktor unapređenja kvaliteta životne sredine u Srbiji.....211**

An elina Mari , Ana Mihajlovi

**Vlasotinačko vinogorje - blagodet za etnologe i vinoljupce .....216**

Biljana Ili , Igor Trandafilovi , Dragan Mihajlovi

**Banjski turizam – uticaj klimatskih faktora na ponašanje potrošača  
Gamzigradske banje .....221**

Ranko Marijanovi , Larisa Jovanovi , Veselin Drljevi , Dragan Klari

**Uticaj sportskih i turističkih manifestacija na razvoj održivog turizma u Herceg Novom.....226**

Mla an Maksimovi , Snežana Uroševi , Dragan Mihajlovi

**Strateški pravci razvoja ruralnog turizma Stare planine .....233**

Zoran ajka, Larisa Jovanovi , Vladan Babi

**The importance of sustainable marketing management for the  
consumer awareness of eco-friendly products .....239**

Jonel Subi , Marko Jelo nik, Jovan Zubovi

**Primena navodnjavanja kao agrotehničke mere - analiza marže pokrića  
u proizvodnji kukuruza .....245**

Nikica Radovi , Nikola Mini , Višnja Vuškovi

**Ecological responsibility in Serbian hotel industry.....252**

Jelena Pavli evi , Bojana Ikoni , Zoltan Zavargo, Oskar Bera, Milena Galetin, Aleksandar Joki

**Modelovanje globalnog zagrevanja.....257**

Jovana Adži , Andrea Kati , Jelena Viktorova

**Uticaj klimatskih promena na strateško planiranje u turističkom sektoru.....261**

Ivan Beloev

**Structure and algorithm of a system for cost-benefit analysis of investments  
in renewable energy sources at gas stations.....266**

Marko M. Vuji , Bogdan Stojanovi , Jasmina Madžgalj

**Fuzija – novo poglavlje u odnosu ekologizma i nuklearne energije?.....274**

Igor Trandafilovi , Saša Živkovi

**Istraživanje stavova studentske populacije o organskoj hrani .....279**

Olgica Miloševi , Jasmina Madžgalj, Sr an Novakovi

**Značaj „mekog prava” za razvoj zaštite životne sredine .....285**

Jovan Rudež, Dejan T. Rizni , Boško Vojnovi

**Ekološka misija i zelena ekonomija u preduzetništvu.....289**

Milan Martinovi

**Dobra uprava kao prvi stepen odbrane od prirodnih nepogoda .....294**

<i>Ljiljana Ke a, Milica Mar eta, Sreten Jeli</i>	
<b>Commercialisation of non-wood forest products in District of Rasina .....</b>	<b>297</b>
<i>Vladimir M. Cvetkovi , Jasmina Ga i , Davor Petrovi</i>	
<b>Spremnost studenata Kriminalističko-policijske akademije za reagovanje na prirodnu katastrofu izazvanu poplavom u Republici Srbiji .....</b>	<b>302</b>
<i>Njegoš Dragovi , Milovan Vukovi , Nada Štrbac</i>	
<b>Značaj primene geotermalne energije kao adaptibilnog resursa za klimatske promene .....</b>	<b>309</b>
<i>eodor Kyuchukov</i>	
<b>A methodology for assessing and managing light pollution in light design .....</b>	<b>315</b>
<i>or e Jovanovi , Olivera Mihailovi , Larisa Jovanovi</i>	
<b>Kvalitet i zaštita životne sredine u sektoru zdravstva .....</b>	<b>321</b>
<i>Vladan Ivanovi , Marko Gaši , Jelena Plavanski, Jasmina Madžgalj</i>	
<b>Priroda kao osnov zelene ekonomije .....</b>	<b>329</b>
<i>Marija D. Mi ovi , Dragan M. Cvetkovi</i>	
<b>Ugrožavanje infrastrukturnog sistema prirodnim katastrofama usled klimatskih promena .....</b>	<b>333</b>
<i>Severin Šikanja</i>	
<b>Ekološke karakteristike kulture crnog bora na području Šumadije.....</b>	<b>337</b>

**Napomena: Autori radova snose punu odgovornost za originalnost i sadržaj sopstvenih radova. Radovi objavljeni u asopisu ECOLOGICA proveravaju se na plagijarizam.**

CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

502.7

ECOLOGICA / glavni urednik Larisa Jovanovi , God. 1, broj 1 (1994) – Beograd (Kneza Miloša 7a) : Nau no-stru no društvo za zaštitu životne sredine Srbije – Ecologica, 1994 – (Zemun : Akademska izdanja ) - 28 cm

Tromese no

ISSN 0354 – 3285 = Ecologica

COBISS.SR – ID 80263175

---

**Posebnu zahvalnost Upravni odbor Nau no-stru nog društva «Ecologica» izražava Savezu inženjera i tehni ara Srbije, organima, rukovodstvu i Stru noj službi za pomo u realizaciji Programa rada Društva «Ecologica»**

---

## Istraživanja koncentracije teških metala u asimilacionim organima biljaka na području RB Kolubare

Milorad Veselinović<sup>1</sup>, Dragica Vilotić<sup>2</sup>, Dragica Stanković<sup>2</sup>, Suzana Mitrović<sup>1</sup>, Dušan Jakanović<sup>2</sup>, Nevena Čule<sup>1</sup>, Đorđe Jović<sup>1</sup>

Originalni naučni rad  
UDC:504.453:531.453

### UVOD

Biljke mogu usvojiti teške metale iz vazduha ali isto tako mogu ih usvojiti i iz zemljišta. Nakupljanje teških metala kao i onih sa pretežno toksičnim dejstvom za biljke u zemljištu, može da bude posledica prirodnih litogenih i pedogenih procesa [1], i antropogenih činilaca čiji je rezultat zagađenje spoljašnje sredine [2]. Analiza uticaja aerozagađenja na biljke je značajna i zato što se samo ti zagađivači apsorbuju u živu biljnu ćeliju preko stoma i preko kutikule i vrše direktan efekat na metabolizam [3].

RB Kolubara je antropogeno vrlo opterećeno područje, zbog prisustva dve elektrane (TE „Nikola Tesla“ i TE „Kolubara“), drobilane, sušare, većeg broja industrijskih pogona, transporta uglja i pepela, saobraćaja i drugih zagađivača vazduha. Da bi se utvrdilo koliko ovi polutanti zagađuju atmosferu, vršena su mnogobrojna istraživanja sadržaja gasovitih i čvrstih polutanata i njihova prostorna distribucija na ovom području, a u cilju rešavanja problema zagađivanja. Istraživanja su vršena za najveće zagađivače – termoelektrane i ona su pokazala da samo u TE „Nikola Tesla“ u Obrenovcu, kada radi punim kapacitetom, dnevno sagori 90.000 t uglja. Sagorevanjem uglja nastaju dimni gasovi koji sadrže CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i čestice letećeg pepela. Godišnje se emituje 180.000 t SO<sub>2</sub>, oko 40.000 t NO<sub>x</sub>, oko 16.000 t CO i oko 31000 t čestica letećeg pepela [4].

Prema istraživanjima na svim blokovima emisija SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, veća je od granične vrednosti imisije (GVI) (150 mg/m<sup>3</sup>), ali izmereni nivo ovih zagađivača radi određivanja njihovog uticaja na kvalitet vazduha, u prizemnom sloju do 1,5 m, najčešće je

bio u okviru GVI. To može da se objasni visinom dimnjaka i povoljnom ružom vetrova. Takođe količine taložnih materija u odnosu na GVI (450 mg/m<sup>3</sup>) uvek su bile veće za 32–66%.

Tereni na kojima su izdvojene ogledne površine su tipični za terene nastale odlaganjem otkrivke, sa severozapadnom ekspozicijom na nadmorskim visinama od 145 do 190 m. Na oglednim poljima teren je ravan, ujednačenog nagiba i nije ugrožen erozijom. Ceo teren karakteriše izloženost dominantnom izvoru zagađenja TE „Kolubara“ u Velikim Crljenima.

Područje Jelove gore se nalazi između planinske grupacije Užičke Crne Gore na istoku i severoistoku i prostranog masiva planine Tare na zapadu. Po konfiguraciji terena i uslovima reljefa predstavlja izolovan masiv. Nedaleko od najviše kote izdvojeno je kontrolno ogledno polje Jelova gora K IV u kulturi *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco na nadmorskoj visini od 950 m. Teren je zaravan, jugoistočne ekspozicije, ujednačenog nagiba i nije ugrožen od erozije. Matični supstrat su škriljci i škriljavi peščari.

Planina Juhor je po geološkom sastavu škriljac i predstavlja najveću partiju škriljaca u slivu Velike Morave. Gazdinska jedinica „Juhor I“ nalazi se na zapadnim i severozapadnim padinama planine. Ogledno polje Juhor K V se nalazi na nadmorskoj visini od 580 m sa zapadnom ekspozicijom. Teren je ravan, ujednačenog nagiba i nije ugrožen od erozije.

### 1. MATERIJAL I METODE RADA

Osnovna istraživanja su se odvijala u kulturi *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, podignutim u toku rekultivacije pošumljavanjem u kolubarskom ugljenom i energetskom basenu. Na mehanički oštećenom zemljištu površinskom eksploatacijom lignita izvršena je rekultivacija pošumljavanjem na više od 900 ha sa različitim šumskim vrstama lišćarskog i četinarskog drveća. Na ovom području u Gazdinskoj jedinici RB Kolubara (REIK) u šumskim kulturama vrsta *Pseudotsuga menziesii*

Adresa autora: <sup>1</sup>Institut za šumarstvo-Beograd Kneza Visislava 3, Beograd, Srbija, <sup>2</sup>Šumarski fakultet, Univerziteta u Beogradu, Kneza Visislava 1, Beograd, Srbija

Rad primljen: 24. 04. 2015.

Rad prihvaćen: 12. 05. 2015.

(Mirb.) Franco starosti preko 15 godina izdvojene su tri ogledne površine sa po 30 stabala, na kojima se ispitivao uticaj aerozagađivanja:

- REIK I, odeljenje 42, odsek „e”, na nadmorskoj visini od 190 m i kordinatom u stepenima Gaus-Kriggerove projekcije  $\phi N 44.25.10$ ,  $\lambda EGr 20.22.55$ ;
- REIK II, odeljenje 54, odsek „h”, na nadmorskoj visini 145 m i kordinatom u stepenima Gaus-Kriggerove projekcije  $\phi N 44.25.30$ ,  $\lambda EGr 20.24.15$ ;
- REIK III, odeljenje 54, osek „j”, na nadmorskoj visini 140 m i kordinatom u stepenima Gaus-Kriggerove projekcije  $\phi N 44.25.30$ ,  $\lambda EGr 20.24.20$ .

Kao kontrola, van uticaja aerozagađivanja, izdvojeno je po jedno ogledno polje sa po 30 stabala u kulturama vrste *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco na Jelovoj gori kod Užica kontrola K IV, gazdinska jedinica „Jelova gora” Šumska uprava Užice i na Juhoru kontrola K V, gazdinska jedinica „Juhor I” Šumske uprave Jagodina (Slika 1).

Kontrola K IV, odeljenje 3, odsek „c”, na nadmorskoj visini od 950 m i kordinatom u stepenima Gaus-Kriggerove projekcije  $\phi N 43.55.15$ ,  $\lambda EGr 19.47.30$ ;

Kontrola K V, odeljenje 55, odsek „m”, na nadmorskoj visini od 580 m i kordinatom u stepenima Gaus-Kriggerove projekcije  $\phi N 43.49.10$ ,  $\lambda EGr 21.15.50$ .

Za prikupljene uzorke četina izvršena je analiza sadržaja teških metala (Pb, Cu, Cd, Zn, Mn i Fe), a određena je metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije na aparatu „Varian AA-10”. Analize su izvršene u laboratoriji Šumarskog fakulteta u Beogradu.

Tabela 1 - Klase niskog (1), srednjeg (2) i visokog (3) ( $mg/g^1$ ) sadržaja teških metala (Zn, Mn, Fe, Cu), Pb i Cd, Rademacher (2001) u pojedinim vrstama drveća

Vrsta	klasa	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd
Smrča	1	<20	<20	<2	<20	≤2	≤0,1
	2	20-200	20-2000	2-7	20-60	2-4	0,1-1
	3	>200	>2000	>7	>60	>4	>1
Bukva	1	<60	<60	<5	<20	≤2	≤0,1
	2	60-200	60-2500	5-10	20-50	2-10	0,1-3
	3	>200	>2500	>10	>50	>10	>3
Bor	1	≤20	≤20	≤2	≤20	≤2	≤0,1
	2	20-200	20-800	2-10	20-70	2-4	0,1-1
	3	>200	>800	>10	>70	>4	>1
Hrast	1	≤60	≤60	≤5	≤15	≤5	≤0,1
	2	60-300	60-2500	5-10	15-50	5-30	0,1-1
	3	>300	>2500	>10	>50	>30	>1

Sadržaj teških metala Cu i Fe, u jednogodišnjim i dvogodišnjim četinama duglazije prikazan u tabeli 2, na svim oglednim poljima je ujednačen i u granicama je srednjeg optimalnog sadržaja – klasa 2.



Slika 1 - Lokaliteti na kojima su izdvojena ogledna polja

## 2. REZULTATI

U ovim istraživanjima uradjena je i analiza sadržaja teških metala i njihovih graničnih vrednosti u četinama duglazije na navedenim oglednim površinama. Analiza teških metala izvršena je prema podeli (EC-UN/ECE) na tri klase: niska – klasa 1 – deficit, srednja – klasa 2 – optimum i visoka – klasa 3 – višak (suficit), i to prema tabeli 1, koju navodi [5] prema citatu [6] za smrču, bukvu, bor i hrast.

Sadržaj Mn i Pb je optimalan i spada u srednju klasu 2. Izuzetak je sadržaj Mn u dvogodišnjim četinama na oglednom polju REIK (III) i sadržaj Pb u dvogodišnjim četinama na oglednom polju REIK (II) kod kojih je sadržaj ovih metala u višku – klasa 3.

Sadržaj kadmijuma (Cd) je u višku u jednogodišnjim i dvogodišnjim četinama na oglednim poljima REIK (I i II), dvogodišnjim četinama na Jelovoj gori (K IV) i jednogodišnjim na Juhoru (K V).

Cink (Zn) je u deficitu u četinama na sva tri ogledna polja REIK-a, dok je na kontrolnim površinama na Jelovoj gori i Juhoru sadržaj ovog elementa optimalan – klasa 2.

Tabela 2 - Sadržaj teških metala u jednogodišnjim i dvogodišnjim četinama duglazije u mg/kg

Ogledno polje	Starost četina	Elementi mg/kg											
		Zn	Kl	Cu	kl	Mn	kl	Pb	Kl	Cd	kl	Fe	Kl
REIK I)	1	15,28	1	4,44	2	273,57	2	2,46	2	0,72	2	124,22	2
	2	19,15	1	4,53	2	483,20	2	4,03	3	0,92	2	157,20	2
REIK II	1	20,88	2	5,69	2	1676,71	2	1,42	2	1,04	3	90,14	2
	2	15,53	1	2,91	2	2442,23	3	3,40	2	1,06	3	128,64	2
REIK III	1	18,87	1	4,47	2	771,06	2	1,99	2	1,26	3	110,72	2
	2	16,09	1	2,22	2	1335,29	2	2,21	2	1,21	3	108,73	2
Jelova gora K IV	1	30,81	2	3,47	2	1605,69	2	2,17	2	0,95	2	76,38	2
	2	24,28	2	2,43	2	1710,22	2	1,94	2	1,04	3	67,03	2
Juhor K V	1	27,89	2	4,89	2	1057,89	2	2,45	2	1,07	3	62,63	2
	2	24,74	2	3,09	2	1789,93	2	2,58	2	0,94	2	69,06	2

Nepovoljni sadržaji mikroelemenata, bilo da su u deficitu (cink, Zn) ili suficitu (mangan, Mn, olovo Pb i posebno kadmijum Cd), evidentirani na oglednim poljima u RB Kolubari (zagađena zona). Na kontrolnim površinama Jelova gora i Juhor, višak je zabeležen samo kod kadmijuma (Cd), dok je sadržaj ostalih elemenata optimalan i u granicama klase 2. Na osnovu literaturnih podataka, u zemljištu nije evidentiran toksičan sadržaj teških metala pa se može smatrati da je njihov povećan sadržaj u četinama na oglednim poljima RB Kolubara rezultat uticaja vazdušnih polutanata. Akumulacijom teških metala u četinama drveće se ponaša kao aerosolni filter. Zadržavanjem polutanata na lisnoj površini počinje njihova transformacija i prodor u tkiva asimilacionih organa gde dolazi do destruktivnih procesa i u tom pravcu treba nastaviti istraživanja.

### 3. DISKUSIJA

Istraživanja iz oblasti fiziologije biljaka, kako navode [7, 8], za sada su utvrdila postojanje grupe od 17 elemenata bez kojih biljke ne mogu da žive.

Štetni efekti, obračunati godišnje, svih teških metala, prevazilaze ukupnu štetnost radioaktivnog i organskog otpada koji se stvori svake godine, ističu u svojim radovima [9, 10].

Biljke se javljaju kao specifični receptori preko kojih teški metali iz zemljišta, a delimično i iz atmosfere, dospevaju u čoveka i životinje [7, 11].

Autori [12, 13] ističu da teški metali zbog svog negativnog dejstva na biosferu privlače sve veću pažnju istraživača, naročito zbog štetnog dejstva na život i zdravlje ljudi, koje se pojačava usled dugotrajne izloženosti i kumulativnog efekta.

Akumulacija teških metala u tkivu biljaka ukazuje na važnu ulogu određenih biljnih vrsta kao (bio)indikatora zagađenja životne sredine [14-17].

Potencijalno, svaka biljna vrsta može biti upotrebljena kao bioindikator stanja životne sredine. Neophodan preduslov za to je poznavanje kako biologije, tako i ekologije (idioekologije) svake pojedinačne vrste koja se koristi kao bioindikator. Potrebno je takođe poznavati i širinu ekološke valence vrste za svaki pojedinačan faktor spoljašnje sredine (temperaturu, vlažnost, svetlost, pH zemljišta, itd.). Ekološka valenca svake organske vrste za bilo koji faktor spoljašnje sredine može biti uža ili šira. Taj princip se može primeniti i za koncentraciju zagađujućih materija u životnoj sredini [17].

### ZAKLJUČAK

U četinama u zagađenoj sredini RB Kolubara, sadržaj teških metala (Mn, Pb, Cd) je u suficitu. S obzirom da nije konstatovan povećan sadržaj teških metala u zemljištu smatramo da je njihov povećan sadržaj posledica aerorozagađenja. Analizirani uzorci pokazuju razlike u sadržaju teških metala u odnosu na stepen zagađenja životne sredine odabranih lokaliteta pa se četine duglazije mogu koristiti kao bioindikator zagađenja vazduha.

### Zahvalnost

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu-praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (43007) i „Šumski zasadi u funkciji povećanja pošumljenosti Srbije“ (31041) koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru programa tehnološki razvoj za period 2011-2015. godine.

### LITERATURA

- [1] Woolhouse, H.W. (1983): Toxicity and tolerance in the response of plants to metals. IN: Encyclopedia of Plant Physiol., New Series, Vol. 12 C, Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 246-289.



- [2] Piperski, J., Radišić, A. (2003): Kvalitet ambijentalnog vazduha: Zakonska regulativa EU i R. Srbije. Eko konferencija 2003, 24-27 septembra, Novi Sad 251-255.
- [3] Winner, W. (1994): Mechanistic analysis of plant responses to air pollution. Ecological applications, Vol 4(4), Ecological Society of America, p. 651-661.
- [4] Simović, B., Kisić, D., Cvjetičanin, N. (2000): Evaluacija raspoloživih podataka o kvalitetu vazduha u Obrenovcu i okolini TENT-a. Rukopis - izveštaj.
- [5] Rademacher, P. (2001). Atmospheric Heavy Metals and Forest Ecosystems, Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), CLRTAP.
- [6] Kadović, R., Knežević, M. (2002): Teški metali u šumskim ekosistemima Srbije. Beograd, str. 1-279.
- [7] Krstić, B. Oljača, R., & Stanković, D., 2011: Physiology of woody plants. University of Banja Luka, Faculty of Forestry (Fiziologija drvenastih biljaka. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet), Banja Luka, p. 352
- [8] Nešković, M., Konjević, R., Čulafić, L.J. (2003) Fiziologija biljaka. Beograd, str. 1-586.
- [9] Nriagu, J.O. (1979): Global inventory of natural and anthropogenic emissions of trace metals to the atmosphere. Nature 279, str.409-411
- [10] Pacyna, J., Munch, J. (1989): "European Inventory of Trace Metal Emissions to the Atmosphere", Heavy metal emissions, Vol.1, Prague 24-26.10.1989.
- [11] Krstić, B., Stanković, D., Nikolić, N. 2008: Effect of traffic on the concentration of PAHs IN NP "Fruška Gora" Journal of " Biotechnology & Biotechnological Equipment. Sofia, Bulgaria.
- [12] Kurfurst, J. ECE Project (1989): "Heavy Metals Emissions", Heavy metal emissions, Vol.1, Prague 24-26.10.
- [13] Guthner, G. (1989): "Remarks on Control of Heavy Metal Emissions in the Federal Republik of Germany", Heavy metal emissions, Prague 24-26.10.1989.
- [14] Meseldžija S., Đolić M., Jankovuč-Mandić Lj., Jović M., Marković J., Onjia A. (2014): Bioakumulacija <sup>137</sup>Cs u borovim iglicama. Ecologica Vol. 21, No 75, 407-410.
- [15] Stanković, D., Krstić, B., Igić, R., Trivan, G., Petrović, N. & Jović, Dj., 2011. Concentration of pollutants in the air, soil and plants in the area of National Park "Fruska gora" – Serbia. Fresenius Environmental Bulletin, Psp.Germany.- Psp. 20, 1, 44-50.
- [16] Stanković D., Medarević M., Krstić B., Bjelanović I., Šljukić B., Karić D., Janić M. (2013): Concentration of heavy metals and stand state of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) On Avala mountain (Serbia) Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, August 2013, Vol. 8, No. 3, p. 59-66.
- [17] Stanković D., Božović S., Zečević R. 2014: Biljke kao bioindikator stanja životne sredine, Ecologica, Vol. 21, No 74, pp 135-141. Beograd.

## IZVOD

### ISTRAŽIVANJA KONCENTRACIJE TEŠKIH METALA U ASIMILACIONIM ORGANIMA BILJAKA NA PODRUČJU RB KOLUBARE

*Akumulacija teških metala u tkivu biljaka ukazuje na važnu ulogu određenih biljnih vrsta kao (bio)indikatora zagađenja životne sredine. U cilju ispitivanja mogućnosti akumulacije teških metala, izvršili smo folijarnu analizu jednogodišnjih i dvogodišnjih četina duglazije na području RB Kolubara, Jelove gore i Juhora. Rezultati istraživanja nedvosmisleno ukazuju da su koncentracije teških metala bilo u smislu deficita (cink - Zn) ili suficita (mangan - Mn, olovo - Pb i posebno kadmijum - Cd), evidentirani na oglednim poljima u RB Kolubara. Na osnovu literaturnih podataka, u zemljištu nije evidentiran toksičan sadržaj teških metala pa se može smatrati da je povećan sadržaj toksičnih materija u četinama na oglednim poljima RB Kolubara rezultat uticaja vazdušnih polutanata.*

**Ključne reči:** teški metali, asimilacioni organi, biljke, RB Kolubara.

## ABSTRACT

### RESEARCH OF HEAVY METALS CONCENTRATION IN ASIMILATIVE PLANT ORGANS AT RB KOLUBARA AREA

*Accumulation of heavy metals in plant tissues emphasizes an important role of some plant species as bioindicators of environmental pollution. In order to determine possibilities of heavy metals accumulation, there was performed foliar analyze of one-year old and two-years old needles of *Pseudotsuga menziesii* at RB Kolubara, Jelova gora and Juhor area. Results of research confirm presence of heavy metals concentration, and some of them show high concentrations (Mn, Pb and especially Cd), while on the other hand, some of them are present in low concentrations (Zn). These results are related to RB Kolubara area. On the base of available references, there is no toxic content of heavy metals in the ground, so it can be deduced that increased quantity of toxic substances in needles at RB Kolubara area introduces result of air pollutants action.*

**Keywords:** heavy metals, asimilative organs, plants, RB Kolubara area.