TOPOLA

POPLAR

2015 (MMXV) **NOVI SAD** **N° 195/196**

ISSN 0563-9034

Izdavač

INSTITUT ZA NIZIJSKO ŠUMARSTVO I ŽIVOTNU SREDINU

Redakcioni odbor

Prof. dr Saša Orlović, Dr Zoran Galić, Dr Branislav Kovačević, Dr Vladislava Galović, Dr Siniša Andrašev, Dr Saša Pekeč, Dr Verica Vasić, Dr Milan Drekić, Dr Predrag Pap, Dr Andrej Pilipović, Dr Miroslav Marković, Dr Bratislav Matović, Dr Mirjana Stevanov, Dr Srđan Stojnić, Dr Marina Katanić, Dr Dejan Stojanović, Dr Leopold Poljaković-Pajnik, Dr Marko Kebert

Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

Dr Sc. Hojka Kraigher - Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, Slovenia

Assoc. Prof. Dr. Iantcho Naidenov - Forest Protection Station, Sofia, Bulgaria

Dr. Károly Rédei - Forest Research Institute (ERTI), Budapest, Hungary

Glavni i odgovorni urednik

Prof. dr Saša Orlović

Glavni urednik

Dr Branislav Kovačević

Tehnički urednik

Dr Leopold Poljaković-Pajnik

UDK klasifikacija

Radmila Kevrešan

Štampa

Štamparija "Old commerce" – Novi Sad

Uredništvo i administracija: Novi Sad, Antona Čehova 13, telefon: +381 21 540 383, +381 21 540 384, Fax +381 21 540 385, Tekući račun: NLB banka a.d. 310-15276-72.

Časopis izlazi dva puta godišnje

SADRŽAJ
CONTENT

Zoran Galić, Radenko Ponjarac, Alen Kiš, Zoran Novčić
KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA U GJ RISTOVAČA
Zoran Galić, Radenko Ponjarac, Alen Kiš, Zoran Novčić
SOIL PROPERTIES IN MU RISTOVAČA
5

Zoran Galić
MONITORING TEMPERATURNIH USLOVA U SASTOJINI CRNOG ORAHA
Zoran Galić
MONITORING OF AIR TEMPERATURE CONDITIONS IN BLACK WALNUT FOREST
15

Dejan Stojanović, Tom Levanič, Bratislav Matović
KORELACIJA RAZLIČITIH KLIMATSKIH ELEMENATA I INDEKSA SA ŠIRINOM GODOVA CERA (*Quercus cerris* L.)
Dejan Stojanović, Tom Levanič, Bratislav Matović
CORRELATION BETWEEN DIFFERENT CLIMATE VARIABLES AND INDICES AND GROWTH OF TURKEY OAK (QUERCUS CERRIS L.)
23

Srđan Stojnić, Saša Orlović, Saša Pekeč, Branislav Trudić, Marko Stojanović
ISPITIVANJE ODNOSA NADMORSKE VISINE I SUVE MASE LISTA PO JEDINICI LISNE POVRŠINE KOD PROVENIJENCIJA BUKVE
Srđan Stojnić, Saša Orlović, Saša Pekeč, Branislav Trudić, Marko Stojanović
RELATIONSHIP BETWEEN ALTITUDE AND LEAF DRY MASS PER UNIT AREA IN EUROPEAN BEECH PROVENANCES
31

Siniša Andrašev, Martin Bobinac, Andrijana Bauer-Živković
ELEMENTI RASTA I STRUKTURA SREDNJEDOBNIH MEŠOVITIH KULTURA EUROAMERIČKE TOPOLE I BAGREMA NA FLUVISOLU RAZLIČITOG BONITETA
Siniša Andrašev, Martin Bobinac, Andrijana Bauer-Živković
ELEMENTS OF GROWTH AND STRUCTURE OF MIDDLE AGED MIXED CULTURES OF EURO-AMERICAN POPLAR AND BLACK LOCUST ON FLUVISOL AT DIFFERENT SITE CLASSES
41

Branislav Trudić, Saša Orlović, Srđan Stojnić, Andrej Pilipović, Bratislav Matović, Zoran Novčić
ŠUMSKE EKOSISTEMSKE USLUGE U KONTEKSTU KLIMATSKIH PROMENA-NOVI KONCEPT ZA ŠUMARSTVO U REPUBLICI SRBIJI?
Branislav Trudić, Saša Orlović, Srđan Stojnić, Andrej Pilipović, Bratislav Matović, Zoran Novčić
FOREST ECOSYSTEM SERVICES IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE – A NEW CONCEPT FOR FORESTRY IN THE REPUBLIC OF SERBIA
55

Jernej Jevšenak, Tom Levanič
DENDROCHRONOLOGICAL AND WOOD-ANATOMICAL FEATURES OF DIFFERENTLY VITAL PEDUNCULATE OAKS (*QUERCUS ROBUR* L.) AND THEIR RESPONSE TO CLIMATE

Jernej Jevšenak, Tom Levanič
DENDROHRONOLOŠKA I ANATOMSKA SVOJSTVA SASTOJINA LUŽNJAKA (QUERCUS ROBUR L.) RAZLIČITIH VITALNOSTI I NJIHOVA REAKCIJA NA KLIMU
85

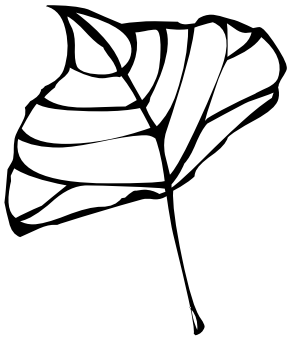
Andrej Pilipović, Saša Orlović, Miglena Zhiyanski, Vlatko Andonovski, Zoran Galić
SOIL RESPIRATION MEASUREMENT IN BEECH FOREST DURING TWO VEGETATION PERIODS AT STARA PLANINA
Andrej Pilipović, Saša Orlović, Miglena Zhiyanski, Vlatko Andonovski, Zoran Galić
DISANJE ZEMLJIŠTA U SASTOJINI BUKVE NA STAROJ PLANINI U TOKU DVE VEGETACIJE
97

Мирослав Марковић, Предраг Пап, Милан Дрекић, Леополд Пољаковић-Пајник, Саша Пекеч, Андреј Пилиповић
ФЕРМЕНТСКА АКТИВНОСТ ГЉИВЕ *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt.
Miroslav Marković, Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Saša Pekeč, Andrej Pilipović
FERMENT ACTIVITY OF DAEDALEOPSIS CONFRAGOSA (BOLT.: FR.) J. SCHRÖT FUNGUS
107

Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Miroslav Marković, Verica Vasić
MONITORING ZDRAVSTVENOG STANJA ŠUMA NA TERITORIJI VOJVODINE U 2015. GODINI
Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Miroslav Marković, Verica Vasić
FOREST HEALTH MONITORING IN VOJVODINA IN 2015
117

Branislav Kovačević, Marina Katanić, Saša Orlovića, Verica Vasić, Vid Rađević
EFEKAT BENZALKONIJUM HLORIDA, Ca-PROHEKSADIONA I KOBALT HLORIDA NA KLIJANJE ŽIRA HRASTA LUŽNJAKA
Branislav Kovačević, Marina Katanić, Saša Orlovića, Verica Vasić, Vid Rađević
EFFECT OF BENZALKONIUM CHLORIDE, Ca-PROHEXADION AND COBALT CHLORIDE ON PEDUNCULATE OAK ACORN GERMINATION
135

Mirjana Stevanov, Sonja Trifunov, Max Krott
OCENA I ANALIZA ŠUMARSKO-POLITIČKIH INSTRUMENATA U KONTEKSTU ADAPTIVNOG PRISTUPA POLITIČKIM PROCESIMA: ELEMENTI ZNAČAJNI ZA KREIRANJE ANALITIČKOG OKVIRA
Mirjana Stevanov, Sonja Trifunov, Max Krott
ASSESSMENT AND ANALYSIS OF FOREST-POLICY INSTRUMENTS IN THE CONTEXT OF ADAPTIVE APPROACHES TO POLITICAL PROCESSES: ELEMENTS OF RELEVANCE FOR THE ANALITICAL FRAMEWORK
145



UDK: 631.442(497.113)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA U GJ RISTOVAČA

Zoran Galić[1], Radenko Ponjarac[2], Alen Kiš[3], Zoran Novčić[1]

Izvod: U radu je izvršeno determinisanje edafskih uslova u GJ Ristovača u aluvijalnoj ravni reke Dunav. Dominatna sistematska jedinica zemljišta je bio černozem oglejani (livadska crnica) sa učešćem od 54%. Osim navedene sistematske jedinice zemljišta determinisane su i livadska crnica solonjecasta (17%), kao i solonjec soloď (20%). Nepovoljne fizičke osobine se ogledaju u nepovoljnom teksturnom sastavu koji se kretao od peskovito glinovite ilovače do glinovite ilovače. Determinisana zemljišta su izrazito karbonatna i slabo humozna. Zaslanjenost je determinisana na 46% površine gazdinske jedinice Ristovača. Najveći sadržaj lakopristupačne vode i ugljenika je zabeležen na livadskoj crnici.

Ključne reči: Ristovača,edafski uslovi, livadska crnica

SOIL PROPERTIES IN MU RISTOVAČA

Abstract: *The article was carried out determine the edaphic conditions on the surfaces of the protection forest in the alluvial plain of the Danube River. The dominant systematic units of soil was black meadow soil with a share of 54%. Solonetz covered more than 20% of area. The dominant physical characteristics are reflected in an unfavorable texture composition. Texture class ranged from sandy clay loam to clay loam. Determined soil are highly carbonated and with a low content of humus. Salinization are determined at 46 % of the*

[1] Dr Zoran Galić, naučni svetnik; master Zoran Novčić, stručni saradnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, Novi Sad
[2] Master Radenko Pokrajac, Javno preduzeće "Vojvodinašume", Preradovićeva 2, Petrovaradin
[3] Dipl.ing. Alen Kiš, stručni saradnik, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Radnička 20a, Novi Sad

management unit Ristovača . The highest content of available water and carbon was detected on the black meadow soil.

Key words: *Ristovača, site condition, meadow black soil*

UVOD

Stanišni uslovi se generalno odnose na kapacitet za rast drveća, tačnije to je procena produktivnosti šumskih ekosistema (Splechtna, 2001). Na automorfnom redu zemljišta primarna je zaštitna funkcija, a mestimično su podizane veštačke sastojine cera i lužnjaka. Sa druge strane halomorfna zemljišta u celini karakterišu vrlo niskom produktivnošću, usled niza nepovoljnih svojstava, koje određuju mogućnost, nivo i karakter njihovog korišćenja u šumarstvu (Galić et al. 2006; Galić et al., 2008; Galić et al., 2009). Na osnovu do sada izvršenih istraživanja je utvrđeno da odlučujući uticaj pokazuje kvalitativni sastav, stepen i dubina zaslanjivanja, tj. dubina na kojoj se nalaze najštetnije soli u koncentracijama koje imaju toksično dejstvo ili vidno usporavaju razvoj šumskih vrsta (Magyar, 1960; Ivanišević et al., 2003; Galić et al., 2006; Galić et al., 2008; Galić et al., 2009).

Cilj rada je bio da se determinišu edafski uslovi u GJ Ristovača.

MATERIJAL I METOD

Istraživanje su obavljena u branjenom delu aluvijalne ravni Dunava pored mesta Plavna u GJ Ristovača (Ivanišević i Galić, 2007). Prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić et al., 1985) na objektima istraživanja su determinisani: černozem oglejani na peskovitom lesu, černozem oglejani solonjecasti i solonjec – plitki. Otvoreno je više pedoloških profila, a zbog sličnosti prikazuju se samo tipični za čitavu gazdinsku jedinicu. Prema svetskoj bazi zemljišta

(WRB, 2006) solonjec se svrstava u solonetz, dok se černozem može svrstati u chernozem. Međutim, u svetskoj bazi zemljišta nije moguće dalje dijagnosticiranje zemljišta, a koji se obrađuju u ovom rada.

U delu rezultata istraživanja prikazane su morfološke građe profila istraživanih tala, utvrđena je sistematska pripadnost zemljišta i ispitane su osnovne fizičke i hemijske osobine. Morfološka građa profila zemljišta je prikazana iz razloga što je nedovoljno navesti da se radi o kiselim ili bazičnim zemljištima, a što je veoma česta pojava u savremenim radovima.

Proučene fizičke i hemijske osobine su određene po standardnim metodama opisanim u priručnicima Bošnjak et al., 1997 i Hadžić et al., 2004 i to: granulometrijski sastav (%) po međunarodnoj B-pipet metodi sa pripremom u natrijum pirofosfatu; za razvrstavanje čestica granulometrijskog sastava korišćena je klasifikacija Atteberga; humus (%) po Tjurinu u modifikaciji Simakova 1957; $CaCO_3$ (%) volumetrijski Scheibler-ovim kalcimetrom; ukupne soli su određene metodom merenja električnog konduktiviteta u saturisanoj zemljišnoj kaši.

REZULTATI I DISKUSIJA

Morfološke karakteristike profila ukazuju na fizološki aktivnu dubinu profila od 18 do 70 cm. Limitirajući činilac je B_{tna} ili C_{ca} horizont, sa svojim nepovoljnim osobinama. Detaljniji morfološki opisi i slike profila su dati u nastavku teksta (Ivanišević i Galić, 2007).

Sistematska jedinica zemljišta: Černozem oglejani na peskovitom lesu

Morfološka građa: A_{mo}-C_{Ca}-CG i morfološkog opisa profila:

A_{mo} (0 - 70 cm): smeđa peskovito glinovita ilovača, bestrukturna, slabo karbonatna, humozna, u donjem delu počinje ogajnjačavanje (B), ovde glavna masa i dubina prodiranja korenovog sistema biljka- fiziološki aktivna dubina profila, postepeno prelazi u

C_{Ca} (70 - 100 cm): žućkasti les, ilovasti pesak, zona akumulacije karbonata sa karakterističnim konkrecijama, oštro prelazi u,

CG (100-150 cm i dublje): mrko žuti peskoviti les, sa dubinom se javljaju sivo rđaste fleke usled uticaja podzemnih voda.

Sistematska jedinica zemljišta: oglejani černozem - solonjecasti

Morfološka građa: $A_{oh}E_g$- B_{tg}-CG, morfološkog opisa profila:

$A_{oh}E_g$ (0 - 35 cm): sivorđasta glinovita ilovača sa brojnim znacima oksidoredukcionih procesa, površinsko oglejavanje, postepeno prelazi u

B_{tNa} (35 - 60 cm): ugasito siva glinovita ilovača, prorasla korenovim sistemom biljaka, postepeno prelazi u

CG (60 cm i dublje): žuti les, po teksturnom sastavu praškasta ilovača, sa nakupinama karbonata, sa dubinom raste udeo rđastih fleka zbog uticaja podzemnih voda.

Sistematska jedinica zemljišta: solonjec - plitki

Morfološka građa: $A_{oh}E_g$- B_{tNa}-CG, morfološkog opisa profila:

$A_{oh}E_g$ (0 - 18 cm): siva peskovita glina, sa oštrim prelazom

B_{tNa} (18 - 60 cm.): siva glina, stubaste strukture

CG (60 – 110 cm): prljavožuti les sa karbonatima

A_{mo}-C_{Ca}-CG
Oglejani černozem na peskovitom lesu

$A_{oh}E_g$-B_{tNa}-CG
Oglejani černozem –solonjecasti

$A_{oh}E_g$-B_{tNa}-CG
Solonjec

Slika 1. Izgled sistematskih jedinica zemljišta *

Figure 1. *The investigated soil systematic units **

* Izvor: Ivanišević i Galić (2007) *Source: Ivanišević and Galić (2007)*

Najveća razlika između istraživanih profila je utvrđena u osnovnim fizičkim osobinama zemljišta, tako da se u tabeli 1 prikazuju granulometrijski i teksturni sastav zemljišta.

Tabela 1. Granulometrijski sastav i teksturni sastav zemljišta*

Table 1. *Granulometric composition and textural class**

Horizont *Horizon*	Dubina *Depth*	Granulometrijski sastav % *Granulometric composition*						Teksturna klasa *Textural class*
		Krupan pesak *Coarse sand*	Sitan pesak *Fine Sand*	Prah *Silt*	Koloidna glina *Clay*	Ukupan pesak *Total sand*	Ukupna glina *Total clay*	
		> 0.2	0.2 – 0.02	0.02 – 0.002	< 0.002	> 0.02	< 0.02	
	cm	mm	Mm	mm	mm	mm	mm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oglejani černozem na peskovitom lesu - *Chernozem gleyic on sandy loess*								
Amo	0-70	2,6	49,9	20,9	26,6	52,5	47,5	Pesk. glin. ilovača *Sandy clayed loam*
Cca	70-100	5,1	82,8	6,9	5,2	87,9	12,1	Ilovasti pesak *Loamy sand*
Oglejani černozem – solonjecasti - *Chernozem gleyic – solonentz*								
$A_{oh}E$	0-35	8,6	24,8	36,6	30,0	33,4	66,6	Glinovita ilovača *Clayed loam*
B_{tNa}	35-60	4,2	23,2	34,7	37,7	27,6	72,4	Glinovita ilovača *Clayed loam*
CG	> 60	4,3	17,8	49,4	28,5	22,1	77,8	Praškasta ilovača *Silty loam*
Solonjec – *Solonetz*								
$A_{oh}E_g$	0-18	10,5	41,9	29,0	18,6	52,4	47,8	Peskovita ilovača *Sandy loam*
B_{tg}	18-60	2,7	27,0	28,3	42,0	29,7	70,3	Glina *Clay*
CG	60-110	8,8	51,2	23,4	16,6	60,0	40,0	Peskovita ilovača *Sandy loam*

* Izvor: Ivanišević i Galić (2007) *Source: Ivanišević and Galić (2007)*

Profil solonjeca se karakteriše izraženom razlikom u teksturnom sastavu i to od peskovite ilovače do gline. Raspored teksturnih klasa po dubini profila je izrazito nepovoljan zbog nepovoljnih vodnovadušnih osobina B_{tna} horizonta. Preovlađujuća frakcija u ovom horizontu je koloidna glina. Ispod navedenog horizonta se pojavljuje les po teksturnom sastavu peskovita ilovača.

Teksturni sastav u profilu ćernozema oglejanog - solonjecasti se kretao od praškaste do glinovite ilovače odnosno utvrđena su mnogo uravnoteženija vodnovazdušne osobine u odnosu na profil solonjeca. Osim navedenog, zaslanjenost je izražena u oglejanom černozemu - solonjecasti i solonjecu (tabela 2).

Tabela 2. Najvažnije hemijske osobine istraživanih zemljišta*

Table 2. *The most important chemical properties of examined soils**

Horizont *Horizon*	Dubina (cm) *Depth*	pH u H_2O *pH(w)*	Humus (%)	$CaCO_3$ (%)	Ukupne soli (%) *Total salt*
Oglejani černozem na peskovitom lesu - *Chernozem gleyic on sandy loess*					
Amo	0-70	7,35	1,79	4,12	
C_{ca}	70-100	7,85	0,45	22,81	
Oglejani černozem solonjecasti - *Chernozem gleyic – solonentz*					
$A_{oh}E$	0-35	6,49	1,05	1,23	0.08
B_{tna}	35-60	7,79	1,15	0,41	0.08
CG	> 60	8,33	0,43	30,65	0.25
Solonjec – *Solonetz*					
$A_{oh}E_g$	0-45	6,15	1,49	2,05	0.07
B_{tg}	45-75	6,55	1,11	2,46	< 0.03
CG	75-125	8,28	0,45	14,30	0.09

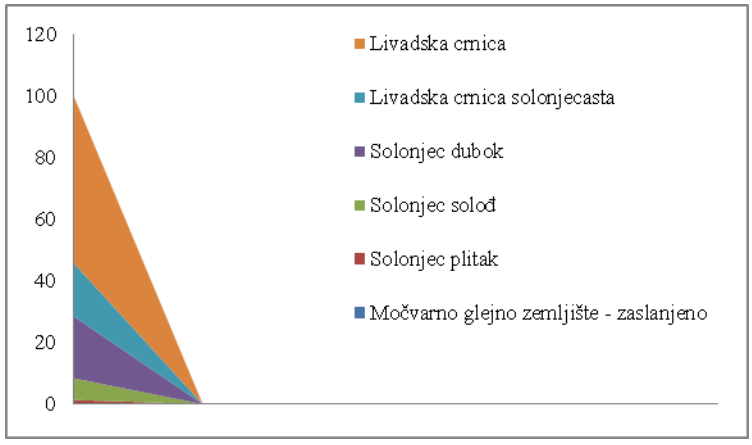
* Izvor: Ivanišević i Galić (2007) *Source: Ivanišević and Galić (2007)*

U površinskom humusnoakumulativnom horizontu je utvrđena kisela reakcija zemljišnog rastvora. Jako bazna reakcija zemljišnog rastvora je utvrđena na dubini većoj od 60 cm. Kao i za reakciju zemljišnog rastvora izrazita karbonatnost je utvrđena na dubini većoj od 60 cm.

U GJ Ristovača je najzastupljnija livadska crnica sa 54% (grafikon 1.)

Grafikon 1. Učešće sistematskih jedinica zemljišta u GJ Ristovača

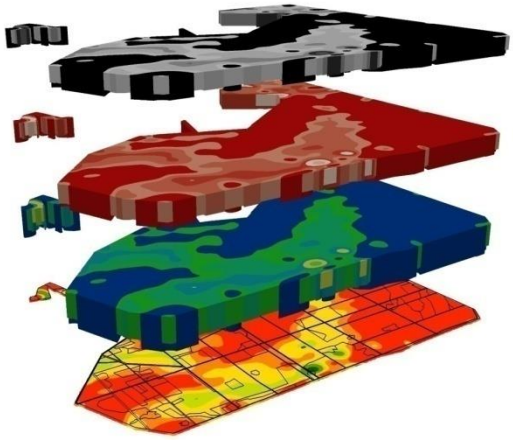
Graph 1. Participatition of soil type in MU Ristovača



U livadskoj crnici je ustanovljen najveći sadržaj lakopristupačne vode (grafikon 2.).

Grafikon 2. Sadržaj lakopristupačne vode i ugljenika u zemljištima

Graph 2. Content of available water and carbon in soil



Najmanji sadržaj lakopristupačne vode je zabeležen u sistematskim jedinicama solonjec plitki i solonjec duboki, što je i u skladu sa dosadašnjim istraživanjima (Magyar, 1960; Ivanišević et al., 2003). Navedena osobina je i jedan od glavnih razloga što je vidno usporen razvoj šumskih vrsta (Magyar, 1960; Ivanišević et al., 2003; Galić et al., 2006; Galić et al., 2008; Galić et al., 2009). U zemljištima u GJ "Ristovača" najveći sadržaj ugljenika, kao i lakopristupačne vode, je utvrđen u livadskoj crnici.

ZAKLJUČCI

U GJ "Ristovača" je determinisano više sistematskih jedinica zemljišta, a dominatan je černozem oglejani (livadska crnica) - učešće od 54%. Livadska crnica solonjecasta pokriva 17%, a solonjec solođ 20% ukupne površine.

Nepovoljne fizičke osobine se ogledaju u nepovoljnom teksturnom sastavu koji se kretao od peskovito glinovite ilovače do glinovite ilovače.

Determinisana zemljišta su izrazito karbonatna i slabo humozna.

Zaslanjenost je determinisana na 46% površine gazdinske jedinice Ristovača.

Najmanji sadržaj lakopristupačne vode je zabeležen u sistematskim jedinicama solonjec plitki i solonjec duboki

Najveći sadržaj ugljenika, kao i lakopristupačne vode, je utvrđen u livadskoj crnici.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo istraživanja vezanih za projekat „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III 43007) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2015. godine.

LITERATURA

Bošnjak, Đ.; Hadžić, V.; Babović, D.; Kostić, N.; Burlica, Č.; Đorović, M.; Pejković, M.; Mihajlović, T.D.; Stojanović, S.; Vasić, G.; Stričević, Ružica; Gajić, B.; Popović, V.; Šekularac, Gordana; Nešić, Ljiljana; Belić, M.; Đorđević, A.; Pejić, B.; Maksimović, Livija; Karagić, Đ.; Lalić Branislava; Arsenić, I. (1997): Metode istraživanja i određivanja svojstava zemljišta. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta Komisija za fiziku zemljišta, str. 278, Novi Sad.

Galić, Z.; Orlović, S.; Ivanišević, P.; Pekeč, S.; Vasić, V. (2006): Mogućnost pošumljavanja halomorfnih zemljišta u Vojvodini. Radovi Institut za šumarstvo Jatrebarsko Vol 41 broj 1-2: 45-50.

Galic, Z.; Orlovic, S.; Ivanisevic, P.; Pekec, S.; Vasic, V.; Pilipovic, A.; Markovic, M. (2008): Selection of tree species for the afforestation of halomorphic soils in Vojvodina. EUROSOIL 2008 Book of abstracts: 358.

Galic, Z.; Orlovic, S.; Galovic, V.; Poljakovic-Pajnik, L.; Pap, P.; Vasic, V. (2009): Challenges of land use change and land protection in Vojvodina. African Journal of Agricultural Research vol. 4: 1566-1573

Hadžić, V.; Belić, M.; Nešić, Lj. (2004): Praktikum iz pedologije. Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, str. 80.

Ivanišević, P.; Galić, Z. (2007): Gazdovanje šumama lužnjaka i jasena u edafskim uslovima na području G.J. "Ristovača" - Š.U. Plavna, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, str. 1-8

Ivanišević, P.; Galić, Z.; Orlović, S.; Rončević, S. (2003): Pedološka studija za podizanje proizvodno eksperimentalnog zasada drveća na lokalitetu Crni rit. Poljoprivredni fakultet IRC Institut za topolarstvo Novi Sad: 1-7.

Magyar, P. (1960): Alföldfásitás (Pošumljavanje Alfelda). Akademiai kiadó, Budapest

Splechtna, B.E. (2001): Height growth and site index models for pacific silver fir in southwestern British Columbia. B C J Ecosyst Manage 1(1):1–14

Tomić, Z. (1992): Šumske fitocenoze Srbije, Šumarski fakultet, Beograd, p. 132

Food and agriculture organization of the United Nations (2006): World reference base for soil resources, Rome

Summary

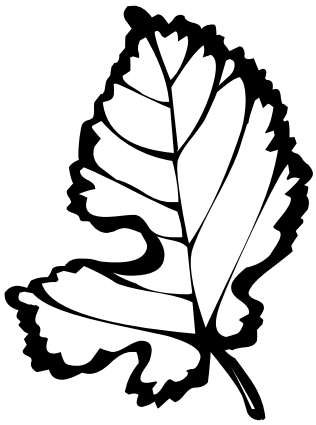
SOIL PROPERTIES IN MU RISTOVAČA

by

Galić Zoran[1], Ponjarac Radenko[2], Kiš Alen[3], Novčić Zoran[1]

[1]University of Novi Sad Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13, Novi Sad
[2]PE Vojvodinašume, Preradovićeva 2, Petrovaradin
[3]Institute for nature conservation of Vojvodina Province, Radnička 20a, Novi Sad

The article was carried out determine the edaphic conditions on the surfaces of the protection forest in the alluvial plain of the Danube River. The dominant systematic units of soil was black meadow soil with a share of 54%. Solonetz covered more then 20% of area. The dominant physical characteristics are reflected in an unfavorable texture composition. Texture class ranged from sandy clay loam to clay loam. Determined soil are highly carbonated and with a low content of humus. Salinization are determined at 46 % of the management unit Ristovača . The highest content of available water and carbon was detected on the black meadow soil.



UDK: 630*111

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

MONITORING TEMPERATURNIH USLOVA U SASTOJINI CRNOG ORAHA

Zoran Galić[1]

Izvod: U radu je prikazan temperaturni režim u sastojini crnog oraha na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu u periodu od 2010 do 2014. godine. Poređenje srednjih mesečnih temperatura je izvršeno u odnosu na period 1961-1990. Na osnovu podataka RHMZ utvrđena je razlika između istraživanih godina u klimatološkom pogledu. Analizirane su i srednje dnevne temperature vazduha i dnevnog kolebanja temperature vazduha u sastojini crnog oraha.

Ključne reči: temperatura vazduha, crni orah

MONITORING OF AIR TEMPERATURE CONDITIONS IN BLACK WALNUT FOREST

Abstract: *In paper we shown a air temperature conditions in the black walnut forest for time period from 2010 to 2014. Research was carried out in the years with higher mean annual air temperature in relation to normal for the period 1961-1990. The differences between studied years are reflected in daily fluctuation of air temperature. The highest value of daily fluctuation was recorded in July and August 2012, and in September 2011.*

Key words: *air temperature, black walnut*

UVOD

Klimatološki podaci u šumskim ekosistemima su značajni za objašnjavanje fizioloških procesa u istim (Xia, 1999). Podaci o mikroklimatskim uslovima su slabo zastupljeni u literaturi, a za definisanje procesa se koriste podaci sa obližnjih meteoroloških stanica. Sa druge strane se uočava osetljivost šumskih ekosistema na klimatske promene (Lindner et al., 2010). Proučavanja mikroklimatskih uslova se sprovode zbog uticaja na produktivnost, mineralizaciju, dekompoziciju listinca, kao i zbog rasprostranjenosti bolesti, insekata i mogućnost pojave prirodnih nepogoda su vezana za mikroklimatske uslove (Chen et al., 1999; Wang et al., 2010).

[1] Dr Zoran Galić, naučni svetnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, Novi Sad

Praćenjem temperature vazduha u tri vremenska okvira (mesečna, dnevna i po satu) može se dobiti prostorna varijabilnost mikroklimatskih uslova (Vanwalleghem i Meentemeyer, 2009).

U radu je prikazan temperaturni režim u sastojini crnog oraha na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu u periodu od 2010 do 2014. godine.

MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja su obavljena u sastojini crnog oraha na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu, a merena su senzorom Thermo Track za temperaturu vazduha u periodu od 2010 do 2014.

Prikazivanje klimatskih prilika područja je vezano za podatke meteoroloških merenja osnovnih klimatskih elemenata (srednje godišnje i srednje mesečne vrednosti temperature) na klimatološkoj stanici Rimski Šančevi za period 1960-1991, te za period od 2010 do 2014. godine (podaci preuzeti iz godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda (2010, 2011, 2012, 2013, 2014)).

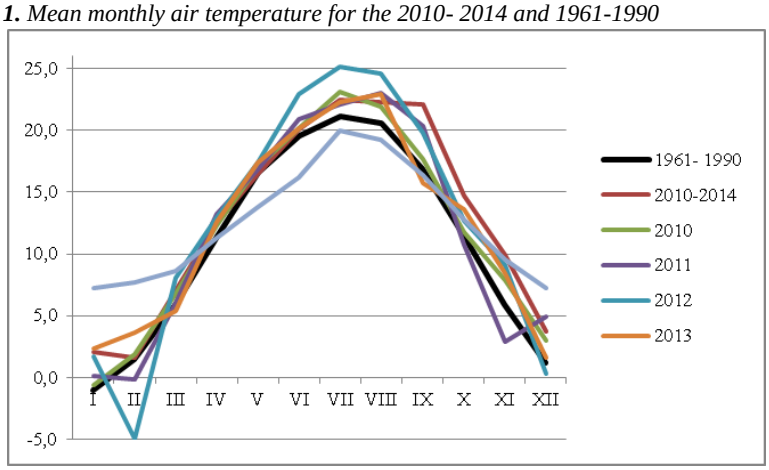
FAI indeks je utvrđen na osnovu istraživanja Führer et al., (2011). U daljem tekstu su opisane klimatske karakteristike i to zbog objašnjenja izbora godina za prikaz mikroklimatskih pokazatelja u sastojini crnog oraha.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Srednja godišnja temperatura vazduha je u godinama istraživanja bila veća za od 0,6 do 1,6°C u odnosu na normalu (grafikon 1).

Grafikon 1. Srednje mesečne vrednosti temperature vazduha u periodu od 2010 do 2014. godine u odnosu na normalu za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

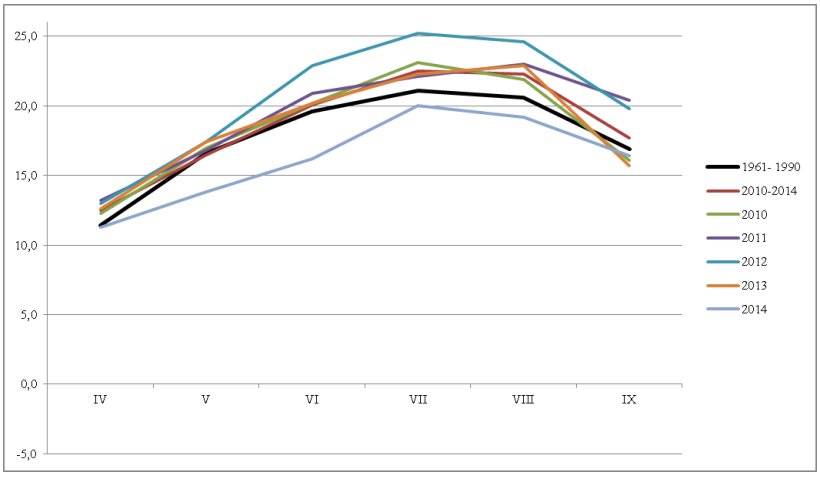
Graph 1. *Mean monthly air temperature for the 2010- 2014 and 1961-1990*



U vegetacionom periodu je srednja temperatura vazduha bila veća od 0,4 do 1,4°C (grafikon 2). Izuzetak čini 2014 godina, kada je u vegetacionom periodu zabeležena 0,8°C niža temperatura u odnosu na normalu.

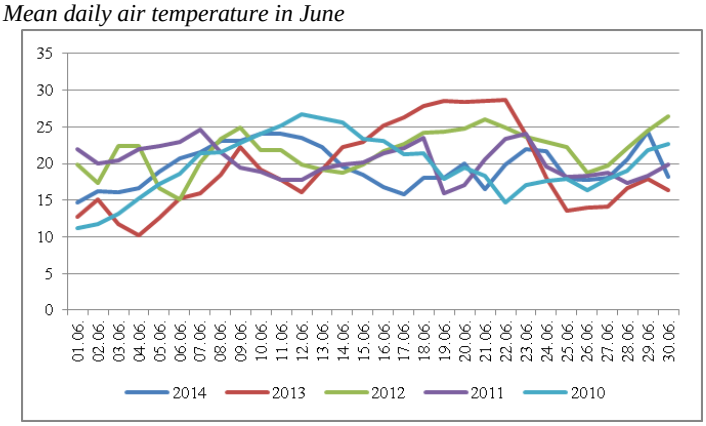
Grafikon 2. Srednje mesečne vrednosti temperature vazduha u vegetacionom periodu od 2010 do 2014. godine u odnosu na normalu za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Graph 2. *Mean monthly air temperature in growing season for the period 2010-2014 and 1961-1990*



Grafikon 3. Srednje dnevne vrednosti temperature vazduha u mesecu junu

Graph 3. *Mean daily air temperature in June*



Na navedenu anomaliju upućuje i FAI indeks gde je za 2014. godinu utvrđena najmanja vrednost (tabela 1).

Tabela 1. FAI indeks za period od 2010 do 2014. godine u odnosu na period 1961-1990

Table 1. *FAI index for period 2010 - 2014 related to the period 1961 - 1990*

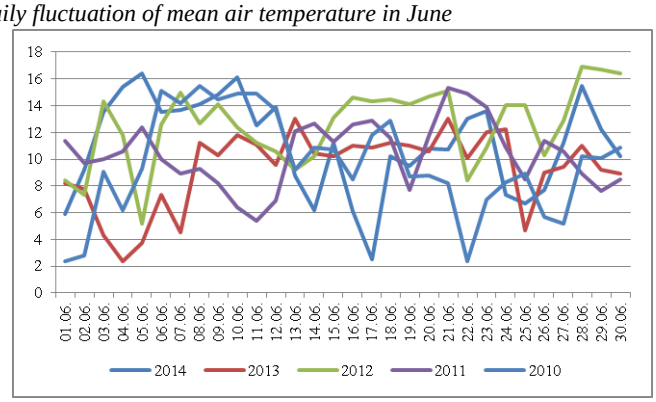
1961-1990	2014	2013	2012	2011	2010
5.74	3.26	6.67	13.94	10.05	3.45

U mesecu junu (grafikon 3) je srednja dnevna temperatura vazduha bila najviša u 2013. godini, a potom u 2012. godini.

Dnevno kolebanje temperatura vazduha je iznosilo i do 16,9°C (grafikon 4).

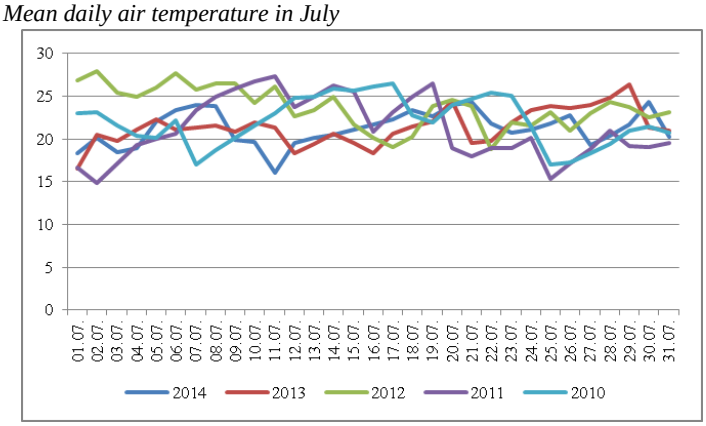
Grafikon 4. Dnevno kolebanje temperatura vazduha u junu

Graph 4. *Daily fluctuation of mean air temperature in June*



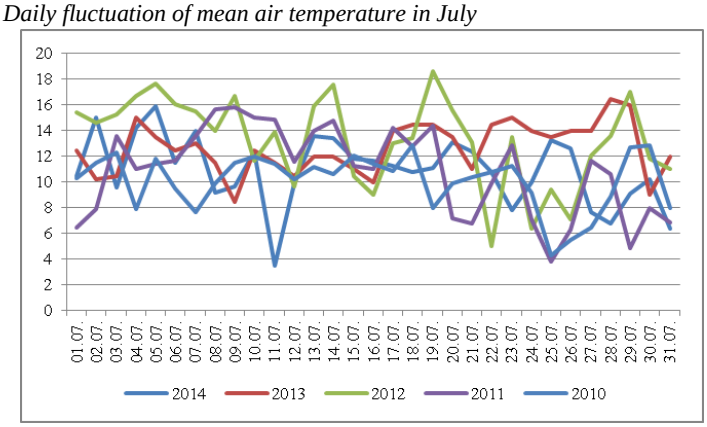
Grafikon 5. Srednje dnevne vrednosti temperature vazduha u julu

Graph 5. *Mean daily air temperature in July*

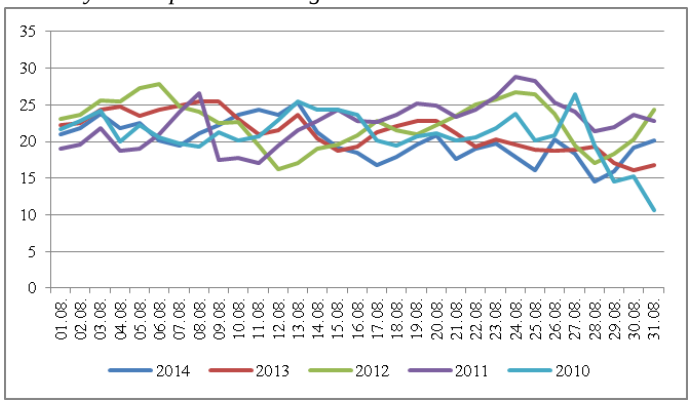


Najviše srednje temperature vazduha u julu su zabeležene u 2012. godini (grafikon 5), a kolebanje srednjih temperatura vazduha je iznosilo i do 18°C (grafikon 6.).

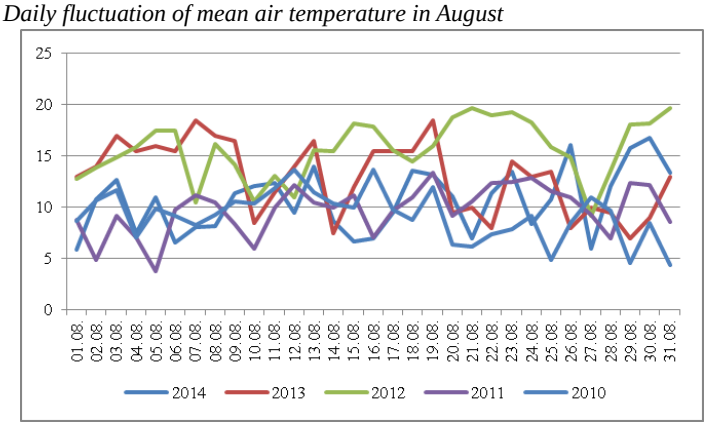
Grafikon 6. Dnevno kolebanje temperatura vazduha u julu
Graph 6. *Daily fluctuation of mean air temperature in July*



Grafikon 7. Srednje dnevne vrednosti temperature vazduha u mesecu avgustu
Graph 7. *Mean daily air temperature in August*

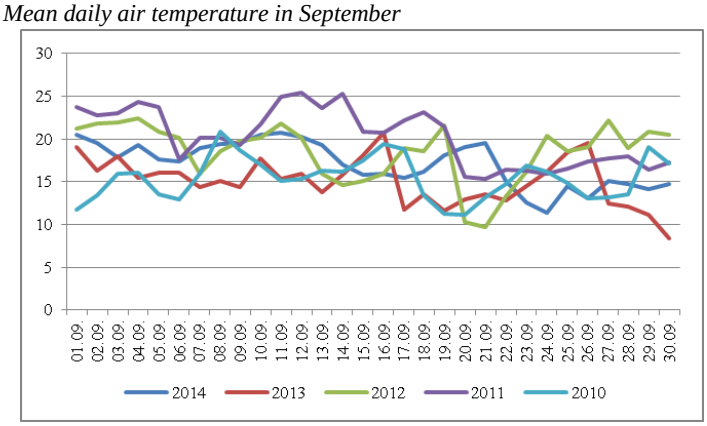


Grafikon 8. Dnevno kolebanje srednjih temperatura vazduha u avgustu
Graph 8. *Daily fluctuation of mean air temperature in August*

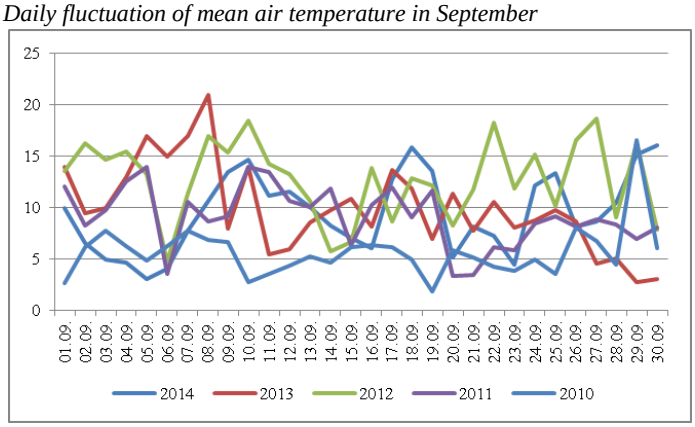


Izrazito kolebanje dnevnih temperatura vazduha je zabeležno u mesecu avgustu u 2012 i 2013. godini (grafikon 8).

Grafikon 9. Srednje dnevne vrednosti temperature vazduha u septembru
Graph 9. *Mean daily air temperature in September*



Grafikon 10. Dnevno kolebanje srednjih temperatura vazduha u septembru
Graph 10. *Daily fluctuation of mean air temperature in September*



DISKUSIJA

U prikazu rezultata istraživanja je već navedeno da su sve godine bile toplije od normale. Razlika između istraživanih godina se ogleda u srednjoj temperaturi vazduha tokom vegetacionog perioda, gde je samo u 2014. godini utvrđena manja temperatura u odnosu na normalu. Niža temperatura u vegetacionom periodu je uticao da FAI indeks u 2014. godini bude najniži u odnosu na istraživani period.

Analiza temperaturnog režima u vegetacionom periodu je obuhvatila analizu temperature, kao i kolebanje dnevne temperature vazduha tokom juna, jula, avgusta i septembra meseca.

Analiza srednje dnevne temperature vazduha i kolebanje dnevnih temperatura vazduha ukazuje na razliku u mikroklimi u sastojini crnog oraha u periodu istraživanja. Najveća kolebanja temperature vazduha u sastojini crnog oraha u julu i avgustu je zabeležno je u ekstremnoj 2012 i 2013. godini. U 2013. godini je prema FAI indeksu zabeležena vrednost 6,67, što odgovara klimi šumostepe. Prema FAI indeksu 2011 i 2012. godine su bile nepovoljnije s obzirom da su zabeležene vrednosti preko 10. Na navedene podatke bi u najvećoj meri mogle ukazivati najveća kolebanja u sastojini crnog oraha u julu i avgustu 2012. godine, kao i anomalija zabeležena u septembru 2011. godine. Ovakvim kolebanjima mogu se očekivati negativne posledice na šumske ekosisteme zbog dugovečnosti drvenastih vrsta (Hemery, 2007; Lindner, 2010).

ZAKLJUČCI

U radu je izvršena analiza temperaturnog režima u sastojini crnog oraha u hidrološki različitim godinama. Najveća kolebanja temperature vazduha u sastojini crnog oraha u julu i avgustu je zabeležno je u ekstremnoj 2012 i 2013. godini. Prema FAI indeksu je klima šumostepe zabeležena u 2011, 2012 i 2013. godini. U periodu istraživanja su najnepovoljnije za rast šume su bile 2011 i 2012. godine s obzirom da su zabeležene vrednosti indeksa FAI preko 10. Posle ovakvih kolebanja mogu se očekivati negativne posledice na šumske ekosisteme.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja vezanih za projekat „Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano uprvljanje ekosistemima“ (III 43002) finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2015.

LITERATURA

Chen, J.; Saunders, S.; Crow, T.; Naiman, R.; Brosofske, K.; Mroz, G.; Brookshire, B.; Franklin J. (1999): Microclimate in forest ecosystems and landscape ecology. BioScience, 49(4): 288-297.

Führer, E.; Horváth, L.; Jagodics, A.; Machon, A.; Szabados, I. (2011): Application of new aridity index in Hungarian forestry practice. Id˝ojárás, 115(3), 205–216.

Hemery, G. (2007): Short-Term Scientific Mission report for Working Group 1, COST Action E42, 73p.

IPCC Fourth Assessment Report (2007): Climate Change

Lindner, M.; Maroschek, M.; Netherer, S.; Kremer, A.; Barbati, A.; Garcia-Gonzalo, J.; Seidl, R.; Delzon, S.; Corona, P.; Kolstrom, M.; Lexer, M.; Marchetti, M. (2010): Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. Forest Ecology and Management, 259: 698-709.

Republički hidrometeorološki zavod (2010, 2011, 2012, 2013, 2014): Meteorološki godišnjak 1- Klimatološki podaci

Vanwalleghem, T.; Meentemeyer, R. (2009): Predicting forest microclimate in heterogeneous landscapes. Ecosystems, 12: 1158-1172.

Wang, S.; Ruan, H.; Han Y. (2010): Effects of microcliamte, litter type, and mesh size on leaf litter decomposition along an elevation gradient in the Wuyi Mountains, China. Ecol Res, 25: 1113–1120.

Xia, Y.; Fabian, P.; Stohl, A.; Winterhalter, M. (1999): Forest climatology: reconstruction of mean climatological data for Bavaria, Germany. Agricultural and Forest Meteorology, 96: 117-129.

Summary

MONITORING OF AIR TEMPERATURE CONDITIONS IN BLACK WALNUT FOREST

by

Zoran Galić

University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13, Novi Sad

In paper we shown a air temperature conditions in the black walnut forest for time period from 2010 to 2014. Research was carried out in the years with higher mean annual air temperature in relation to normal for the period 1961-1990.

The differences between studied years are reflected in daily fluctuation of air temperature. The highest value of daily fluctuation was recorded in July and August 2012, and in September 2011.

UDK: 633.2:630*111

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

KORELACIJA RAZLIČITIH KLIMATSKIH ELEMENATA I INDEKSA SA ŠIRINOM GODOVA CERA (*Quercus cerris* L.)

Dejan Stojanović[1], Tom Levanič[2], Bratislav Matović[1]

Izvod: Postizanje ranije zacrtanih ciljeva u šumarstvu neće biti jednostavno u svetlu globalnih klimatskih promena. Očekivani uticaj promene klime na šume u Srbiji je već uočen u dendrohronološkim istraživanjima različitih vrsta hrasta. U radu je vršeno proučavanje uticaja 15 klimatskih elemenata uzetih iz CARPATCLIM baze podataka na hrast cer iz sastojine 8 i (GJ Branjevina, ŠG Sombor, JP Vojvodinašume) pomoću dendrohronolških metoda. Analize pomoću proste Pirsonove korelacije su pokazale veću povezanost između prirasta cera i indeksa SPEI (*Standardized Precipitation Evapotranspiration Index*), RDI (*Reconnaissance Drought Index*) i PDSI (*Palmer Drought Severity Index*) u vegatacionom periodu u odnosu na osnovne promeljive kao što su srednje mesečne temperature ili mesečne sume padavina. Do danas, indeksi SPEI i RDI nisu korišćeni u većoj meri u dendrohronološkim istraživanjima. Imajući u vidu njihove karakteristike da se koriste za monitoring suše, a da su među 15 klimatskih promenljivih pokazali korelacije za sve mesece tokom vegataciong perioda, treba ozbiljno računati na njih u budućim istraživanjima i razumevanju uticaja suše na šume.

Ključne reči: dendrohronologija, klimatske promene, prirast, korelacije

CORRELATION BETWEEN DIFFERENT CLIMATE VARIABLES AND INDICES AND GROWTH OF TURKEY OAK (QUERCUS CERRIS L.)

Abstract: *Achieving the earlier set goals in forestry will not be easy in the light of global and climate change. The expected impact of climate change on forests in Serbia is already recorded in the studies of oak. This research was focused on the study of the impact of 15 climate variables from CARPATCLIM database over the Turkey oak from stand 8i (Management Unit Branjevina, Forest Division Sombor, Public Enterprise Vojvodinašume) using dendrochronological methods. Analyses using a simple Pearson's correlation showed the higher correlation between oak growth and SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), RDI (Reconnaissance Drought Index) and PDSI (Palmer Drought Severity Index) in the growing season in comparison to simple variables such as mean mothly temperature of monthly sum of precipitation. To date, indices SPEI and RDI are not used to a greater extent in dendrochronological studies. Given their characteristics that they are used for monitoring of drought, and that among the 15 climate variables provide significant correlations for the main months (April to August) during growing season, they should be seriously considered in the future understanding of the impact of drought on forests.*

[1] Dr Dejan Stojanović, naučni saradnik (dejan.stojanovic@uns.ac.rs), dr Bratislav Matović, naučni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet u Novom Sadu, Antona Čehova 13d, Novi Sad

[2] Prof. dr Tom Levanič, Gazdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana, Slovenija

Key words: *dendrochronology, climate change, growth, correlations*

UVOD

Projekcije govore da se pojave toplotnih talasa na globalnom nivou mogu udvostručiti do 2020. godine, a učetvorostručiti do 2040., što će imati uticaj i na šume, kako na njihove fiziološle procese, tako i na njihovu distribuciju u daljoj perspektivi (Teskei et al., 2014).

Kako na globalnom nivou, očekivani je i uticaj klimatskih promena na šume u Srbiji u kojima je zabeležena promena klimatskih uslova (Stojanović et al., 2012) i smanjenje vitalnosti hrasta lužnjaka (Stojanović et al., 2013a, Stojanović et al., 2015). Postizanje ranije zacrtanih ciljeva u šumarstvu Republike Srbije neće biti lako u svetlu globalnih i klimatskih promena (Orlović et al., 2014). Istraživanja uticaja klime na bukvu i ostalih značajnih vrsta u šumarstvu Srbije pokazale su da klimatske promene mogu imati veliki uticaj na bukvu, od planinskih, i na hrast lužnjak, od nizijskih vrsta (Stojanović et al., 2013b, 2014b).

Proučavanje uticaja klime na šume pomoću dendrohronoloških metoda je prikazano u više radova u našoj zemlji. Vršeno je istraživanje odgovora hrasta kitnjaka na klimatske uslove u Nacionalnom parku „Fruška gora“, gde se pokazalo da padavine imaju značajniju ulogu od temperaturu na širinu godova (Stajić et al., 2014, Stajić et al., 2014). Dendrohronološkim metodama razmatrani su i uzroci sušenja hrasta lužnjaka u Sremu i uticaj izgradnje nasipa na rast i vitalnost stabala (Stojanović et al., 2013a). Dendrohronološka istraživanja vezana za hrast cer su izuzetno retka. U referentnoj literaturi je zabeležen pozitivan uticaj padavina na prirast cera u Albaniji (Stafasani i Toromani, 2015).

Projekti CARPATCLIM (www.carpatclim-eu.org) ili ENSEMBLES (ensembles-eu.metoffice.com) su omogućili da se u dendrohronološke evaluacije uključe i neki drugi klimatski parametri, osim srednjih mesečnih temperatura i padavina za Karpatski region ili Evropu.

Cilj ovog rada je bila da pokaže mogućnost primene većeg broja klimatskih elemenata (promenljivih), koje je moguće preuzeti iz otvorenih baza podataka i savremenim robusnim alatima, kao što je R, porediti sa širinom godova na uzetom uzorku stabala cera.

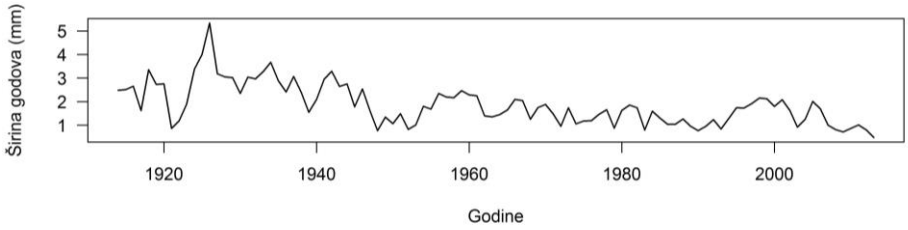
MATERIJAL I METODE

Za istraživanje je uzet uzorak stabala cera u sastojini GJ Branjevina, odeljenju 8, odseku i (ŠG Sombor, JP Vojvodinašume, 45° 28' N, 19° 10' E). Reč je o mešovitoj sastojini cera i lužnjaka starosti 120 godina u kojoj je zabeleženo masovno sušenje 2013. godine. Prilikom sanitarne seče je odabrano 10 kolutova cera dominantnih stabala na visini od 8 m (1/5 od 40 m kolilo je iznosila visina stabala cera; 1/5 visine je optimalna visina za uzorkovanje na osnovu dobre dendrohronološke prakse u uslovima kada je to moguće jer se računa da tu postoji najbolji balans između vode i ugljenika koji dolaze iz različitih smerova). Uzorci su kasnije osušeni, isečeni u letvice i izbrušeni. Skeniranje uzoraka je vršeno pomoću ATRICS sistema (Levanič, 2007). Merenje širina godova je izvršeno pomoću WinDENDRO softvera preciznošću 0,01 mm. Vizuelno i statističko unakrsno datiranje je sprovedno PAST-5™ softverom. Prikazane su vremenske serije prirasta cera i izvršene korelacione analize pomoću *bootRes* paketa (Zang, 2010) u R statističkom okruženju.

Promenljive koje su korišćene u analizama su: SPEI3 (tromesečni *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index*), indeks aridnosti, PDSI **(***Palmer Drought Severity Index***)**, indeks vlažnosti, RDI3 (tromesečni *Reconnaissance Drought Index*), oblačnost, maksimalna temperatura, minimalna temperatura, srednja temperatura, relativna vlažnost, globalna radijacija, vazdušni pritisak, padavine, procenat vlažnih dana (<20mm) i potencijalna evapotranspiracija, preuzete iz CARPATCLIM baze podataka (Szalai et al., 2013). Indeksi SPEI3 (Beguería et al., 2013) i RDI3 (Tsakiris et al., 2007, Zarch et al. 2011) su indeksi razvijeni u protekloj deceniji, koji pored kumulativnih vrednosti padavaina (u ovom radu uzete su tromesečne vrednosti, ali mogu biti i šestomesečne, devetomesečne, dvanaestomesečne, itd.) koriste i potencijalnu evapotranspiraciju. Indeks PDSI (Alley, 1984) je indeks razvijen šezdesetih godina prošlog veka. Za njegovu kalkulaciju potrebne su mesečne temperature, padavine i karakteristike zemljišta.

REZULTATI I DISKUSIJA

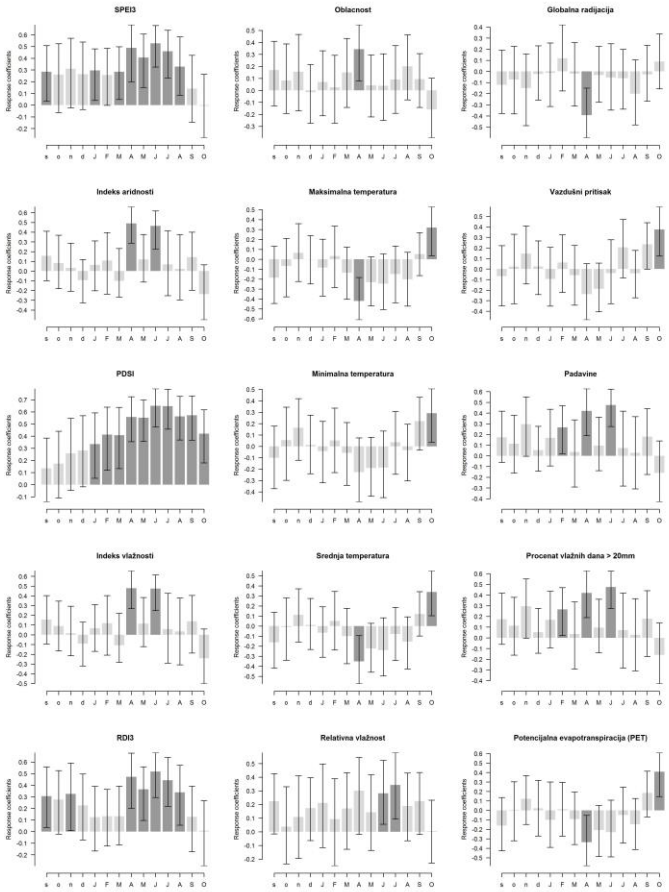
Najznačajniju povezanost sa prirastom (Slika 1.) su u periodu 1961-2010 pokazali indeksi SPEI3, RDI3 i PDSI (Slika 2.).



Slika 1. Hronologija prosečne širine godova 10 stabala cera (*Quercus cerris* L.) u sastojini u GJ Branjevina, odeljenju 8, odseku i.
Figure 1 *Chronology of tree-ring widths of Turkey oak (Quercus cerris L.) from 8i stand*

Pored navedenih indeksa koji su značajno korelirali sa prirastom tokom glavnih meseci vegetacionog perioda, od aprila do avgusta, sve ostale promenljive su pokazale statistički značajne korelacije (tamniji stubići, Slika 2.) u određenim mesecima. Indeks aridnosti i indeks vlažnosti u aprilu i junu su korelirali sa godišnjim prirstom. Oblačnost, maksimalna, minimalna temperatura i evapotranspiraciju u aprilu su korelirali sa prirastom, dok je za minimalnu temperaturu to bio oktobar, što se ne može lako objasniti, pošto je u oktobru mesecu već završen rast. Relativna vlažnost u junu i julu je bila povezana sa prirastom, dok su padavine u februaru, aprilu i junu bile značajne za prirast. Značajne povezanost sa februarskim vrednostima sume padavina se možda može objasniti procesom natapanja zamljišta pred početak vegetacionog perioda koje će kasnije doprineti boljem prirastu.

Statistička povezanost između npr. globalne radijacije u martu ili vazdušnog pritiska u oktobru ne znači i vezu između pojava. Za donešenje zaključka da li su sve klimatske promeljive i njihove korelacije sa prirastom prikazanim na slici 2. stvarno u vezi potrebna je dublja analiza i razmatranje procesa. Npr. indeks vlažnosti u aprilu i junu, kao i padavine u istim mesecima mogu biti u realnoj vezi s obzirom da se radi o bitnom delu vegetacionog perioda.



Slika 2. Prosta Pirsonova korelacija između prirasta (residualnih hronologija širine godova) hrasta cera sastojine 8i (GJ Branjevina, ŠG Sombor, JP Vojvodinašume) i SPEI3 indeks, indeks aridnosti, PDSI indeks, indeks vlažnosti, RDI3 indeks, oblačnost, maksimalna temperatura, minimalna temperatura, srednja temperatura, relativna vlažnost, globalna radijacija, vazdušni pritisak, padavine, procenat vlažnih dana (<20mm) i potencijalna evapotranspiracija. Tamnijom bojom su predstavljene značajne korelacije (p<0,05, n=50 godina) za period 1961-2010

Figure 2*. Simple Pearson's correlation between the growth (residual chronologies of tree-ring widths)of Turkey oak from stand 8i (Management Unit Branjevina, Forest Division Sombor, Public Enterprise Vojvodinašume) and SPEI3, aridity index, PDSI, humidity index, RDI3, cloudiness, maximum temperature, minimum temperature, average temperature, relative humidity, global radiation, air pressure, precipitation, the percentage of wet days (<20 mm) and potential evapotranspiration. Darker colour represents significant correlations (p<0.05, n=50 years) for the period 1961-2010*

PDSI indeks je i ranije korišćen u evaluaciji uticaja suše na šume, konkretno bukve u Italiji (Piovesan et al., 2008), gde je dovedeno u vezu smanjenje prirsta i povećanje aridnosti računato na osnovu PDSI. SPEI indeks je korišćen u evaluaciji sušenja četinarskih šuma gde je uočena značajna korelacija između ovog indeksa i sibirskog bora (Kharuk et al., 2015). Radova koji pominju korišćenje RDI indeks u dendrohronologiji nismo našli, tako da se ovo može smatrati prvom upotrebom indeksa u evaluaciji uticaja klimatskih faktora na prirast.

Skorašnja istraživanja u istoj sastojini su pokazala da vodostaj Dunava igra značajnu ulogu za prirast i vitalnost (Stojanović et al., 2014c). S obzirom da su korišćene iste metode, može se reći da indeski suše (kumulirane vrednosti padavina) imaju jedanki ili čak veći uticaj od nivoa podzemnih voda koje diktira vodostaj Dunava.

Superiornost izvedenih klimatskih vrednosti kao što su PDSI, SPEI i RDI indeks u odnosu na druge klimatske promeljive je očigledna. Kumilirane vrednosti padavina daju značajnu snagu indeksima koji se bave sušom. Imajući u vidu fiziologiju i ekologiju šumskih ekosistema, ukupna količina padavina u određenom višemesečnom periodu jeste značajna za rast, što su pokazali i ovi indeksi.

ZAKLJUČAK

U radu je ispitana korelacija između mesečnih vrednosti više klimatskih promenljivih (SPEI3 indeks, indeks aridnosti, PDSI indeks, indeks vlažnosti, RDI3 indeks, oblačnost, maksimalna temperatura, minimalna temperatura, srednja temperatura, relativna vlažnost, globalna radijacija, vazdušni pritisak, padavine, procenat vlažnih dana (<20mm) i potencijalna evapotranspiracija) i prirasta hrasta cera. Najveća povezanost je zabeležena između SPEI3, RDI3 i PDSI indeksa. Indeksi SPEI i RDI su skorijeg datuma, tako da njihova primeni u dendrohronološkim analizama tek treba da dođe do izražaja. U radu je pokazana jasna superiornost izvedenih klimatskih promenljivih (indeksa suše) u odnosu na osnovne promeljive (mesečne temperature i mesečne sume padavina) koja potiče iz njihove moći da uzmu u obzir uticaj sume padavina u dužem periodu.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III 43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2015 godine, i projekta „Unapređenje gajenja nizijskih šuma“ (2013-2017) finansiranog od strane Javnog preduzeća „Vojvodinašume“, kao, Short-Term Mission COST Action EUMIXFOR za dr Dejan Stojanovića u Ljubljani (Slovenija) 2015. godine i projekta bilateralne saradnje Srbija-Slovenija broj 451-03-3095/2014-09/50.

LITERATURA

Alley, W. M. (1984): The Palmer drought severity index: limitations and assumptions. Journal of climate and applied meteorology, 23(7): 1100-1109.

Beguería, S.; Vicente-Serrano, S. M.; Reig, F.; Latorre, B. (2014): Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. International Journal of Climatology, 34(10): 3001-3023.

Kharuk, V. I.; Im, S. T.; Oskorbin, P. A.; Petrov, I. A.; Ranson, K. J. (2013): Siberian pine decline and mortality in southern Siberian mountains. Forest Ecology and Management, 310: 312-320.

Levanič, T. (2007): ATRICS-A new system for image acquisition in dendrochronology. Tree-Ring Research, 63(2): 117-122.

Orlović S.; Drekić M.; Matović B.; Poljaković-Pajnik L.; Stevanov M.; Stojanović D.; Stojnić S. (2014): Serbian Forestry - achievement of millenium goals in the era of climate change and globalization. Bulletin of the Faculty of Forestry, Supplement: 89-112.

Piovesan, G.; Biondi, F.; FILIPPO, A. D.; Alessandrini, A.; Maugeri, M. (2008): Drought-driven growth reduction in old beech (Fagus sylvatica L.) forests of the central Apennines, Italy. Global Change Biology, 14(6), 1265-1281.

Stafasani, M.; Toromani, E. (2015): Growth-Climate Response of Young Turkey Oak (Quercus cerris L.) Coppice Forest Stands along Longitudinal Gradient in Albania. SEEFOR (South-east European forestry), 6(1): 25-38.

Stajić, B.; Vučković, M.; Janjatović, Ž. (2015): Preliminary Dendroclimatological Analysis of Sessile Oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in "Fruška Gora" National Park, Serbia. Baltic Forestry 21(1): 83-95.

Stajić, B.; Vučković, M.; Janjatović, Ž. (2014): Dendrochronological research in an artificially established sessile oak stand in the area of Fruška Gora. Glasnik Šumarskog fakulteta, (109): 149-168.

Stojanović D.; Levanič T.; Matović B.; Plavšić J. (2014a): Trendovi prirasta i vitalnosti hrasta lužnjaka u Sremu sa aspekta promene vodostaja Save. Topola 193-194: 107-115.

Stojanović D.; Matović B.; Orlović S.; Kržič A.; Đurđević V.; Galić Z.; Vuković A.; Vujadinović M. (2012): Upotreba indeksa suše za evaluaciju uticaja promene klime na bukove šume u Srbiji. Topola 189/190: 117-123.

Stojanović, D. B.; Kržič, A.; Matović, B.; Orlović, S.; Duputie, A.; Djurdjević, V.; Galić Z.; Stojnić, S. (2013b): Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L) xeric limit using a regional climate model: An example from southeast Europe. Agricultural and Forest Meteorology, 176: 94-103.

Stojanović, D. B.; Matović, B.; Orlović, S.; Kržič, A.; Trudić, B.; Galić, Z.; Stojnić. S.; Pekeč, S. (2014b): Future of the Main Important Forest Tree Species in Serbia from the Climate Change Perspective. SEEFOR (South-east European forestry), 5(2): 117-124.

Stojanović, D.; Levanič, T.; Matović, B.; Galić, Z.; Bačkalić, T. (2014c): Vodostaj Dunava kao faktor smanjenja prirasta i vitalnosti stabala mešovite sastojine lužnjaka i cera. Šumarstvo, 3-4: 155-162.

Stojanović, D.; Levanič, T.; Orlović, S.; Matović, B. (2013a): Upotreba najsavremenijih dendroekoloških metoda u cilju boljeg razumevanja uticaja izgradnje savskog nasipa na sušenje hrasta lužnjaka u Sremu. Topola, 191/192: 83-90.

Stojanović, D.B.; Levanič, T.; Matović, B.; Orlović, S. (2015): Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. European Journal of Forest Research, 134(3): 555-567.

Szalai, S.; Auer, I.; Hiebl, J.; Milkovich, J.; Radim, T.; Stepanek, P.; Zahradnicek, P.; Bihari, Z.; Lakatos, M.; Szentimrey, T.; Limanowka, D.; Kilar, P.; Cheval, S.; Deak, Gy.; Mihic, D.; Antolovic, I.; Mihajlovic, V.; Nejedlik, P.; Stastny, P.; Mikulova, K.;

Nabyvanets, I.; Skyryk, O.; Krakovskaya, S.; Vogt, J.; Antofie, T.; Spinoni, J. (2013): Climate of the Greater Carpathian Region. Final Technical Report.www.carpatclim-eu.org.

Teskey, R.; Wertin, T.; Bauweraerts, I.; Ameye, M.; McGuire, M.A.; Steppe, K. (2014): Responses of tree species to heat waves and extreme heat events. Plant, Cell & Environment, 38(9): 1699–1712.

Tsakiris, G.; Pangalou, D.; Vangelis, H. (2007): Regional drought assessment based on the Reconnaissance Drought Index (RDI). Water resources management, 21(5): 821-833.

Zarch, M. A. A.; Malekinezhad, H.; Mobin, M. H.; Dastorani, M. T.; Kousari, M. R. (2011): Drought monitoring by reconnaissance drought index (RDI) in Iran. Water resources management, 25(13): 3485-3504.

Summary

CORRELATION BETWEEN DIFFERENT CLIMATE VARIABLES AND INDICES AND GROWTH OF TURKEY OAK (QUERCUS CERRIS L.)

by

Dejan Stojanović, Tom Levanič, Bratislav Matović

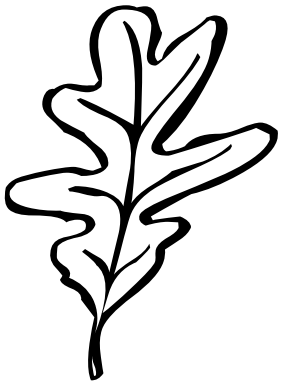
Achieving the earlier set goals in forestry will not be easy in the light of global and climate change. The expected impact of climate change on forests in Serbia is already recorded in the studies of beech and oak.

Sampled were 10 dead trees of Turkey oak (Quercus cerris L.) in 2013 (Management Unit Branjevina, Forest Division Sombor, Public Enterprise Vojvodinašume). The age of trees was 120 years. Samples were processed with standard dendrochronological methods and statisticaly evaluated with bootRes package in R. Climate data was taken from CARPATCLIM database.

This research was focused on the study of the impact of 15 climate variables (SPEI3-3-monthly Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), aridity index, PDSI-Palmer Drought Severity Index, humidity, RDI3-3-monthly Reconnaissance Drought Index, cloudiness, maximum temperature, minimum temperature, average temperature, relative humidity, global radiation, air pressure, precipitation, the percentage of wet days (<20 mm) and potential evapotranspiration) over the Turkey oak from stand Branjevina (Public Enterprise „Vojvodinašume“, Management Unit „Sombor“) using dendrochronological methods.

Analyses using a simple Pearson's correlation showed the higher correlation between oak growth and SPEI, RDI and PDSI in the main growing season months (April to August) in comparison to other variables.

To date, indices SPEI and RDI were not used to a greater extent in dendrochronological studies. Given their characteristics that they are used for monitoring of drought, and that among the 15 climate variables provide significant correlations for the months during growing season, they should be seriously considered in the future understanding of the impact of drought on forests.



UDK: 582.632.2(497.113 Fruška gora)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

ISPITIVANJE ODNOSA NADMORSKE VISINE I SUVE MASE LISTA PO JEDINICI LISNE POVRŠINE KOD PROVENIJENCIJA BUKVE

Srđan Stojnić[1], Saša Orlović[1], Saša Pekeč[1], Branislav Trudić[1], Marko Stojanović[1,2]

Izvod: Kako bi se adaptirale na uslove spoljašnje sredine, biljke mogu da primene različite strategije, od promena u vezi sa fiziološkim procesima, do modifikacija u pogledu morfološke i anatomske građe organa. U tom smislu, suva masa lista po jedinici lisne površine (LMA) je važan parametar i zauzima centralno mesto u adaptacionim strategijama biljaka. Cilj ovog rada jeste da se prouči varijabilnost LMA između različitih provenijencija bukve, kao i da se ispita veza između nadmorske visine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču i LMA. Studija je sprovedena u provenijeničnom testu na Fruškoj gori i obuhvatila je 11 provenijencija poreklom iz Austrije, Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Nemačke, Rumunije i Srbije. Kako bi se utvrdile razlike između provenijencija korišćena je analize varijanse (ANOVA), dok je veza između LMA i nadmorskih visina provenijencija ispitana primenom linearne regresije. Rezultati istraživanja su pokazali postojanje statistički značajnih razlika između provenijencija ($p<0.001$), koje ukazuju na moguću različitu genetičku konstituciju istih. Takođe, statistički značajna korelacija ($p=0.017$) je utvrđena između LMA i nadmorskih visina lokaliteta, sugerišući izraženu lokalnu adaptaciju provenijencija. Rezultati istraživanja su prokomentarisani sa aspekta značaja LMA na adaptaciju biljaka na uslove staništa na višim nadmorskim visinama.

Ključne reči: suva masa lista po jedinici lisne površine, nadmorska visina, provenijenični ogled, bukva.

RELATIONSHIP BETWEEN ALTITUDE AND LEAF DRY MASS PER UNIT AREA IN EUROPEAN BEECH PROVENANCES

Abstract: *In order to adapt to contrasting habitats plants have evolved different stategies, from changes in physiological processes to the modifications in morphological and anatomical structures. In that sense, leaf dry mass per unit area (LMA) is an important*

[1] Dr Srđan Stojnić, naučni saradnik, E-mail: stojnics@uns.ac.rs; prof. dr Saša Orlović, naučni savetnik; dr Saša Pekeč, naučni saradnik; master Branislav Trudić, istraživač saradnik; master Marko Stojanović, istraživač saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija.

[2] Master Marko Stojanović, istraživač saradnik, Mendel University, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno, Češka Republika.

indicator of plant ecological strategies to cope with different environmental influences. The aim of this study was twofold: a) to examine variability of LMA between different European beech provenances, b) to analyze the relationship between LMA and altitude of provenances origin sites. The study was conducted in the provenance trial at Fruska Gora Mountain and involved 11 provenances originating from Austria, Bosnia and Herzegovina, Croatia, Hungary, Germany, Romania and Serbia. The analysis of variance (ANOVA) was provided in order to verify the significance of differences between provenances, while the linear regression analysis was applied in order to examine the relationship between LMA and provenance altitudes. The results showed the existance of statisticaly significant differences between provenances ($p<0.001$) in terms of LMA that are likely the results of possible different genetic constitution of investigated provenances. Likewise, we observed significant, positive relationship between LMA and altitudes of provenances origin sites ($p=0.017$), which pointed to strong local adaptation of provenances. The results were discussed in terms of importance of LMA for plant adaptation to environments at higher altitudes.

Keywords: *leaf dry mass per unit area, altitude, provenance trial, European beech.*

UVOD

Proces obrazovanja listova kod biljaka je pod kontrolom gena i uslova spoljašnje sredine u kojima biljka raste (Parkhurst i Loucks, 1972). Adaptacija listova na uslove staništa počinje još u ranoj fazi razvića lista i ogleda se kroz odgovarajuće promene u metabolizmu (Marchetti et al., 1995), morfološkoj građi (Gravano et al., 1999), strukturi (Kull et al., 1999), itd. Primera radi, Barna (2004) navodi da biljke koje rastu u zaseni formiraju krupnije listove, za razliku od biljaka koje su izložene većoj količini svetlosti i čiji listovi se karakterišu manjom površinom, formiranjem nekoliko slojeva mezofila, debljim epidermisom i kutikulom, itd.

Suva masa lista po jedinici lisne površine (LMA) je parametar koji se široko koristi u proučavanju adaptacionih strategija biljaka na uslove staništa u kojima rastu i razvijaju se. Generalno posmatrano, vrste koje imaju evolutivnu konzervativnu strategiju u korišćenju raspoloživih biogenih elemenata pokazuju više vrednosti LMA, čime povećavaju mogućnost preživljavanja u uslovima slabe obezbeđenosti nutritijentima, pojačanom sušom, itd. Na drugoj strani, vrste koje rastu u uslovima optimalne obezbeđenosti vodom, mineralnim materijama itd., imaju niže vrednosti LMA što je u vezi sa brzim i efikasnim korišćenjem ovih resursa, kao i većim relativnim stepenom rastenja (Domínguez et al. 2012). Brojna istraživanja sprovedena na različitim biljnim vrstama su pokazala da čak i u okviru iste vrste ovaj parametar može značajno da varira u zavisnosti od ekoloških uslova u kojima biljke rastu (Meier i Leuschner, 2008; Richardson et al., 2013; Vilá-Cabrera et al., 2015). Tako, na primer, istraživanje koje su sproveli López et al., (2010) na provenijencijama *Pinus canariensis* je pokazalo da su iste provenijencije imale različite vrednosti LMA u zavisnosti od ekoloških uslova u provenijeničnim testovima u kojima su rasle, kao i da je sa povećanjem kserofilnosti staništa dolazilo do povećanja vrednosti ovog parametra.

Cilj ovog rada jeste da se analizira varijabilnost suve mase lista po jedinici lisne površine između različitih provenijencija bukve, kao i da se ispita veza između

LMA i nadmorske visine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Akcenat istraživanja je stavljen na povezanost LMA i nadmorske visine, dok su provenijencije iskorišćene više kao sredstvo za donošenja generalnih zaključaka. Rezultati istraživanja su prokomentarisani sa aspekta značaja suve mase lista po jedinici lisne površine na adaptaciju biljaka na stanišne uslove koji vladaju na većim nadmorskim visinama.

MATERIJAL I METOD

Istraživanje je sprovedeno u provenijeničnom testu bukve na Fruškoj gori (N 45°10'9.86", E 19°47'53.45"). Ogled je podignut 2007. godine u okviru evropske mreže provenijeničnih testova. Osnovan je po slučajnom blok sistemu, sa razmakom 2 m između redova i 1 m između biljaka u redu (S t o j n i ć et al., 2012).

Istraživanje je obuhvatilo 11 provenijencija bukve, poreklom iz šest zemalja: Austrije, Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Mađarske, Nemačke, Rumunije i Srbije (Tabela 1).

Tabela 1. Provenijencije bukve obuhvaćene istraživanjem
Table 1. *European beech provenance included in the study*

Provenijencija *Provenance*	Zemlja porekla *Country of origin*	Geografska širina (S) *Latitude (N)*	Geografska dužina (I) *Longitude (E)*	Nadmorska visina (m) *Altitude (m)*
HR25 - Vrani kamen	Hrvatska	45°37′	17°19′	600
BA32 - Crni Vrh, Tešanj	BiH	44°33′	17°59′	500
BA33 - Grmeč, Bosanska Krupa	BiH	44°46′	16°16′	650
RS36 - Fruška gora	Srbija	45°10′	19°50′	370
RS38 - Kopaonik	Srbija	43°10′	20°50′	820
HU42 - Valkonya	Mađarska	46°30′	16°45′	300
DE46 - Pfalzgrafenweiler	Nemačka	48°46′	08°35′	700
DE47 - Schelklingen	Nemačka	47°59′	09°59′	650
DE48 - Höllerbach	Nemačka	49°01′	13°14′	755
AT56 - Scharnstein, Mitterndorf	Austrija	47°54′	13°58′	480
RO63 - Alesd, U.P.II/51A	Rumunija	47°11′	22°15′	490

Uzorkovanje listova je sprovedeno tokom avgusta 2012. godine. Po 20 listova je uzorkovano sa 10 genotipova unutar svake provenijencije (C o r n e l i s s e n et al., 2003). Za analize su uzimani isključivo potpuno formirani listovi svetlosti, koji su se nalazili u gornjoj trećini krošnje i bili orjentisani u pravcu jug-jugozapad. Kako su listovi na jednogodišnjim izbojcima različiti po veličini, za merenja su

uzimani drugi i treći list od osnove izbojka, kao listovi koji se karakterišu najmanjom varijabilnošću (Cicák, 1998; Barna, 2004). Takođe, prilikom uzorkovanja se vodilo računa da su listovi u potpunosti zdravi, odnosno da nemaju nikakva oštećenja od insekata ili bolesti (Brus et al., 2011). Po sakupljanju listovi su herbarizovani.

Lisna površina (LA) je određena aparatom "ADC Bioscientific Ltd. AM300 Portable Leaf Area Meter" i izražena u cm^2. Nakon toga, listovi su sušeni na temperaturi od 70°C u trajanju od 72 časa. Po završetku sušenja, izmerena je lisna masa u suvom stanju (DM [g]). Suva masa lista po jedinici lisne površine (LMA) je izračunata po formuli: $LMA = DM\ LA^{-1}$ (mg cm^{-2}) (Reich et al., 1992).

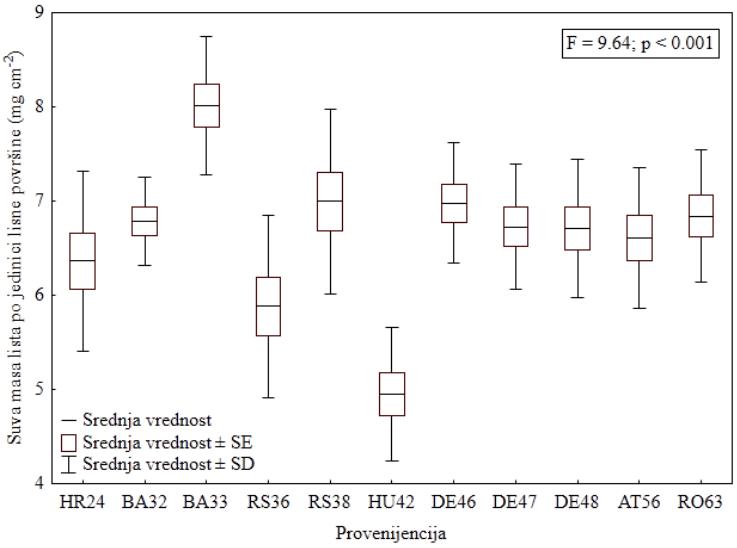
Podaci merenja su analizirani u programskom paketu "Statistica 10" (StatSoft, Inc., 2011). Osnovni parametri deskriptivne statistike: srednja vrednost, greška srednje vrednosti (SE), standardna devijacija srednje vrednosti (SD) su prikazani za svaku provenijenciju. Kako bi se utvrdile razlike između provenijencija korišćena je analiza varijanse (ANOVA) za nivo značajnosti od $p<0.05$. Korelacija između LMA i nadmorske visine (m) je ispitana primenom linearne regresije.

REZULTATI

Rezultati istraživanja su pokazali postojanje statistički značajnih razlika ($p<0.001$) između ispitivanih provenijencija (grafikon 1).

Grafikon 1. Varijabilnost suve mase lista po jedinici lisne površine (mg cm^{-2}) između 11 provenijencija bukve

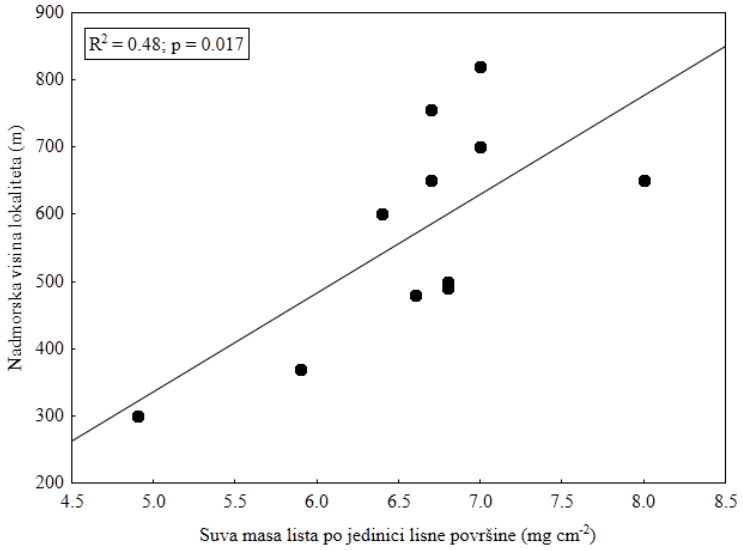
Graph 1. *Variability of leaf mass per area (mg cm^{-2}) between 11 European beech provenances*



Najniže vrednosti LMA su konstatovane kod provenijencije iz Mađarske HU42 (4.9 mg cm^{-2}) i lokalne provenijencije RS36 (5.9 mg cm^{-2}). Na drugoj strani, najveća vrednost LMA je zabeležena kod provenijencije iz Bosne i Hercegovine BA33 (8.0 mg cm^{-2}), koju su sledile provenijencije RS38 (7.1 mg cm^{-2}) i DE46 (7.0 mg cm^{-2}).

Linearna regresija je primenjena kako bi se ispitala veza između nadmorskih visina lokaliteta sa kojih provenijencije potiču i suve mase lista po jedinici lisne površine (grafikon 2). Rezultati su, kao i u prethodnom slučaju pokazali visoku povezanost između ispitivanih parametara (p=0.017), odnosno značajno povećanje suve mase lista po jedinici lisne površine sa povećanjem nadmorske visine lokaliteta sa kojih provenijencije bukve potiču.

Grafikon 2. Zavisnost suve mase lista po jedinici lisne površine (mg cm^{-2}) od nadmorske visine lokaliteta (m) sa kojih provenijencije bukve potiču
Graph 2. *Relationship between leaf mass per area (mg cm^{-2}) and origin site altitudes (m)*



DISKUSIJA

Postojanje statistički značajnih razlika u pogledu LMA između ispitivanih provenijencija je u skladu sa rezultatima prethodnih istraživanja koja su pokazala da se provenijencije bukve značajno razlikuju u pogledu morfološke građe listova (Šijačić-Nikolić et al., 2012; Šijačić-Nikolić et al., 2013). Takođe, konstatovano povećanje vrednosti LMA sa povećanjem nadmorske visine odgovara rezultatima pojedinih istraživanja sprovedenih na bukvi (Gravano et al., 1999; Bresson et al., 2011). Osim na bukvi, do sličnih rezultata se došlo i na drugim

vrstama drveća. Na primer, prateći varijabilnost morfo-anatomske građe lista u više sastojina *Carpinus betulus* lociranih duž visinskog gradijenta od 100 do 1150 m nadmorske visine, Paridari et al., (2013) su konstatovali da je LMA bila manja u sastojinama na višim nadmorskim visinama. S obzirom na široku rasprostranjenost bukve kao vrste, postojeće razlike između provenijencija, kao i povezanost između LMA i nadmorske visine sa kojih potiču su verovatno posledica različite genetske strukture provenijencija, koja je nastala kao rezultat lokalne adaptacije na različite ekološke uslove.

Brojna istraživanja, sprovedena na bukvi su pokazala da se LMA povećavala kao odgovor vrste na abiotički stres. Na primer, Bussotti et al., (2005) su upoređujući morfološku i anatomsku građu listova bukve u nekoliko sastojina u Italiji, došli do zaključka da je LMA bila veća u sastojinama koje se nalaze na sušnijim staništima i koje su izložene većim koncentracijama ozona. Slično navedenom, istražujući uticaj nadmorske visine na morfo-anatomsku građu lista bukve u dve populacije, Gravano et al., (1999) su ustanovili da su se listovi iz populacije na većoj nadmorskoj visini (sastojina na plićem zemljištu, sa manjim retencionim kapacitetom za vodu) karakterisali višim vrednostima LMA u poređenju sa populacijom koja se nalazila u uvali i koja je optimalno obezbeđena vodom.

Kada se govori o povezanosti suve mase lista po jedinici lisne površine sa nadmorskom visinom treba istaći da je ona rezultat složene interakcije između biljke, odnosno lista i većeg broja ekoloških faktora (temperatura vazduha, sunčeva radijacija, količina padavina, koncentracija CO_2, itd.) (Poorter et al., 2009). Drugim rečima, biljke ne reaguju neposredno na promenu nadmorske visine, nego na niz ekoloških faktora koji su u uskoj vezi sa nadmorskom visinom (Yüksek et al., 2013). Na primer, sa povećanjem nadmorske visine dolazi do povećanja intenziteta sunčeve radijacije, dok temperatura vazduha i atmosferski pritisak opadaju (Körner, 2007). Takođe, na nižim nadmorskim visinama biljke uglavnom imaju na raspolaganju zemljišta bogatija hranljivim materijama, s obzirom da više temperature stimulišu mikrobiološku aktivnost, odnosno razlaganje organske materije i povećanu dostupnost nutritijenata u zemljištu. Na drugoj strani, na višim nadmorskim visinama, nepovoljni klimatski uslovi i smanjena pristupačnost nutritijenata iz zemljišta, utiču na pojavu strukturnih i fizioloških promena kod biljaka, koje imaju za cilj povećanje otpornost na abiotički stres (Read et al., 2014). Listovi koji poseduju veću LMA su, između ostalog, otporniji i na niske temperature, koje su karakteristične za više nadmorske visine (Bresson et al., 2011). Prema Atkin et al., (2006) pri niskim temperaturama vazduha ograničen je rast ćelija što dovodi do stvaranja većeg broja ćelija po jedinici zapremine i stvaranja više slojeva ćelija. Takođe, pored stvaranja većeg broja ćelija, biljke ulažu i veće količine organskih jedinjenja tj. ugljenih hidrata polisaharidnog tipa u izgradnju ćelijskih zidova lista, čime se povećava njegova ukupna biomasa (Read et al., 2014). Kao rezultat ovog procesa dolazi i do povećanja suve mase liste po jedinici lisne površine, što je konstatovano i našim istraživanjem.

Posmatrano sa aspekta uticaja LMA na fiziološke procese, Hultine i Marshall, (2000) navode da veća LMA pozitivno utiče na efikasnost korišćenja voda i fotosintetički kapacitet biljaka na višim nadmorskim visinama. Na drugoj strani, kada je reč o povezanosti između LMA i koncentracije hlorofila, iako su

različite studije dale oprečne rezultate, Li et al., (2013) smatraju da su oni usko povezani i da veća LMA štiti hlorofil od oštećenja koje mogu izazvati niske temperature i ultraljubičasto zračenje.

ZAKLJUČAK

Bukva je vrsta koja ima široko rasprostranjenje u horizontalnom i vertikalnom smislu, te se dobijene razlike između provenijencija mogu pripisati različitoj genetičkoj konstituciji provenijencija, koja je nastala kao rezultat lokalne adaptacije na različite selekcione pritiske.

Nadmorska visina je jedan od najvažnijih ekoloških faktora koji modifikujući mikrostanišne uslove, posredno utiče i na fiziološke procese i morfo-anatomsku građu kod biljaka. Brojna istraživanja, sprovedena na različitim vrstama drveća, su pokazala da je sa povećanjem nadmorske visine dolazilo do strukturnih promena u građi lista, koje su neretko bile praćene i povećanjem LMA. U skladu sa ovim istraživanjima su i rezultati naše studije, s obzirom da je primenom regresione analize dokazano da se LMA kod provenijencija bukve povećavala sa povećanjem nadmorske visine lokaliteta sa kojih iste potiču.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III 43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2015. godine.

LITERATURA

Atkin, O.K., Loveys, B.R., Atkinson, L.J., Pons, T.L. (2006). Phenotypic plasticity and growth temperature: understanding interspecific variability. Journal of Experimental Botany 57, 267-281.

Barna, M. (2004). Adaptation of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to different ecological conditions: leaf size variation. Polish Journal of Ecology 52, 35-45.

Bresson, C.C., Vitasse, Y., Kremer, A., Delzon, S. (2011). To what extent is altitudinal variation of functional traits driven by genetic adaptation in European oak and beech? Tree Physiology 31, 1164-1174.

Brus, R., Ballian, D., Zhelev, P., Pandža, M., Bobinac, M., Acevski, J., Raftoyannis, Y., Jarni, K. (2011). Absence of geographical structure of morphological variation in *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* in the Balkan Peninsula. European Journal of Forest Research 130, 657-670.

Bussotti, F., Pancrazi, M., Matteucci, G., Gerosa, G. (2005). Leaf morphology and chemistry in *Fagus sylvatica* (beech) trees as affected by site factors and ozone: results from CONECOFOR permanent monitoring plots in Italy. Tree Physiology 25, 211-219.

Cicák, A. (1998). Knowledge of leaf area distribution in beech (*Fagus sylvatica* L.) spring shoots and possibility of its application in production ecology. Lesnictvi-Forestry 44, 250-255.

Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E., Reich, P.B., ter Steege, H., Morgan, H.D., van der Heijden, M.G.A., Pausas, J.G., Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany 51, 335-380.

Domínguez, M.T., Aponte, C., Pérez-Ramos, I.M., García, L.V., Villar, R., Marañón, T. (2012). Relationships between leaf morphological traits, nutrient concentrations and isotopic signatures for Mediterranean woody plant 3 species and communities. Plant and Soil 357, 407-424.

Gravano, E., Bussotti, F., Grossoni, P., Tani, C. (1999). Morpho-anatomical and functional modifications in beech leaves on the top ridge of the Apenines (central Italy). Phyton (Austria) special issue: "Eurosilva" 39, 41-46.

Hultine, K.R., Marshall, J.D. (2000). Altitude trends in conifer leaf morphology and stable carbon isotope composition. Oecologia 123, 32-40.

Körner, C. (2007). The use of 'altitude' in ecological research. Trends in Ecology and Evolution 22, 569-574.

Kull, O., Broadmeadow, M., Kruijt, B., Meir, P. (1999). Light distribution and foliage structure in an oak canopy. Trees 14, 55-64.

Li, Y., Yang, D., Xiang, S., Li, G. (2013). Different responses in leaf pigments and leaf mass per area to altitude between evergreen and deciduous woody species. Australian Journal of Botany 61, 424-435.

López, R., Climent, J., Gil, L. (2010). Intraspecific variation and plasticity in growth and foliar morphology along a climate gradient in the Canary Island pine. Trees 24, 343-350.

Marchetti, A., Parmentier, C., Chemardin, M., Dizengremel, P. (1995). Changes in enzyme activities involved in malate metabolism in oak leaves during rhythmic growth. Trees 9, 318-323.

Meier, I.C., Leuschner, C. (2008). Leaf size and leaf area index in *Fagus sylvatica* forests: competing effects of precipitation, temperature, and nitrogen availability. Ecosystems 11, 655-669.

Paridari, I.C., Jalali, S.G., Sonboli, A., Zarafshar, M., Bruschi, P. (2013). Leaf macro- and micro-morphological altitudinal variability of *Carpinus betulus* in the Hyrcanian forest (Iran). Journal of Forest Research 24, 301-307.

Parkhurst, D.F., Loucks, O.L. (1972). Optimal leaf size in relation to environment. The Journal of Ecology 60, 505-537.

Poorter, H., Niinemets, Ü., Poorter, L., Wright, I.J., Villar, R. (2009). Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. New Phytologist, 182, 565-588.

Read, Q.D., Moorhead, L.C., Swenson, N.G., Baileyand, J.K., Sanders, N.J. (2014). Convergent effects of elevation on functional leaf traits within and among species. Functional Ecology 28, 37-45.

Reich, P.B., Walters, M.B., Ellswort, D.S. (1992). Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. Ecological Monographs 62, 365-392.

Richardson, S.J., Allen, R.B., Buxton, R.P., Easdale, T.A., Hurst, J.M., Morse, C.W., Smissen, R.D., Peltzer, D.A. (2013). Intraspecific relationships among wood density, leaf structural traits and environment in four co-occurring species of Nothofagus in New Zealand. PLoS One 8, e58878.

StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.

Stojnić, S., Orlović, S., Galić, Z., Vasić, V., Vilotić, D., Knežević, M., Šijačić-Nikolić, M. (2012). Stanišne i klimatske karakteristike u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom lugu. Topola 189/190, 145-162.

Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Nonić, M., Knežević, R., Babić, V. (2012). Ecotypical characterization of genetic variation of beech provenances from South-Eastern Europe based on the morphometric characteristics of leaves. Glasnik Šumarskog fakulteta u Beogradu 106, 197-214.

Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Nonić, M., Knežević, R., Stanković, D. (2013). Leaf morphometric characteristics variability of different beech provenances in juvenile development stage. Genetika 45, 369-80.

Vilà-Cabrera, A., Martínez-Vilalta, J., Retana, J. (2015). Functional trait variation along environmental gradients in temperate and Mediterranean trees. Global Ecology and Biogeography. DOI: 10.1111/geb.12379

Yüksek, F., Altun, L., Karaöz, Ö., Şengönül, K., Yüksek, T., Küçük, M. (2013). The effect of altitude on soil properties and leaf traits in wild *Vaccinium arctostaphylos* L. populations in the forest understory in Fırtına River basin. Proceedings Book from International Caucasian Forestry Symposium, 24-26 October 2013, Artvin, Turkey, 577-583.

Summary

RELATIONSHIP BETWEEN ALTITUDE AND LEAF DRY MASS PER UNIT AREA IN EUROPEAN BEECH PROVENANCES

by

Srđan Stojnić[1], Saša Orlović[1], Saša Pekeč[1], Branislav Trudić[1], Marko Stojanović[1,2]

[1] University of Novi Sad, Institut of lowland forestry and environment, Novi Sad, Serbia
[2] Mendel University, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno, Češka Republika

Leaf dry mass per unit area (LMA) is a parameter which is widely used in the studies of adaptation strategies of plants to local environmental conditions in which they grow and develop. Generally speaking, the species that have a evolutionary conservative

strategy in matter of use of available mineral elements, showed higher values of LMA, thereby increasing the chance of survival under conditions of low availability of nutrients, increased drought, etc. (Domínguez et al. 2012). Many studies performed on different plant species have shown that even within the same species, this parameter can significantly vary depending on the environmental conditions in which plants grow (Meier and Leuschner, 2008; Richardson et al., 2013; Vila-Cabrera et al., 2015). Altitude is one of the most important orographic environmental factors modifying microclimatic conditions, directly affects the physiological processes and morpho-anatomical structure in plants. Present study was conducted in European beech provenance trial on Fruska Gora mountain, includeding 11 beech provenances originating from six countries: Austria, Bosnia and Herzegovina, Croatian, Hungary, Germany, Romania and Serbia. The aim of the study was to examine variability of LMA between different European beech provenances, and to analyze the relationship between LMA and altitude of provenances origin sites. LMA was calculated as the ratio between leaf dry mass and leaf area (mg cm^{-2}). The results evidenced a statistically significant difference ($p<0.001$) between the tested provenances. The lowest values of LMA were determined in provenance from Hungary HU42 (4.9 mg cm^{-2}) and local provenance RS36 (5.9 mg cm^{-2}). On the other hand, the highest LMA was observed in provenance from Bosnia and Herzegovina BA33 (8.0 mg cm^{-2}), where the following values of other provenance are RS38 (7.1 mg cm^{-2}) and DE46 (7.0 mg cm^{-2}). Linear regression was used to examine the relationship between altitude of the provenance locations and dry leaf mass per leaf area unit. The results showed a high correlation between LMA and altitude of the provenance origin sites ($p=0.017$). These findings are in agreement with the results obtained on different tree species, which showed that LMA usully increased in response to increasing altitude. Given the the widespread distribution range of beech, the existing differences between provenances, and the linkage between the LMA and altitude are the likely the consequences of different genetic structures of provenance, which arose as a result of local adaptation to different ecological conditions.

UDK: 631.442[582.52+582.681]

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

ELEMENTI RASTA I STRUKTURA SREDNJEDOBNIH MEŠOVITIH KULTURA EUROAMERIČKE TOPOLE I BAGREMA NA FLUVISOLU RAZLIČITOG BONITETA

Siniša Andrašev[1], Martin Bobinac[2], Andrijana Bauer-Živković[3]

Izvod: U radu su prikazani elementi rasta i strukture na dve trajne ogledne površine u mešovitoj kulturi euroameričke topole (*Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier), klona Pannonia i bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.), starosti 10 godina, osnovane na zemljištu tipa fluvisol, pri razmaku sadnje stabala topole od 5 × 5 m (400 stabala po hektaru) i međuredno sađenog bagrema pri razmaku 2,5 × 1,0 m (3600 stabala po hektaru). Na osnovu dominantnih i srednjih visina stabala na ogledним površinama utvrđeno je da se razlikuju za 3,7 m (H_{100}), odnosno 4,3 m (h_L), odnosno za jedan bonitetni razred. Na obe ogledne površine nalazi približno isti broj stabala po hektaru topole, 330-343, i bagrema, 2760-2800 stabala po hektaru. Na boljem bonitetu staništa stabla topole ostvarila su veće dominantne i srednje prečnike za blizu 5 cm, veću temeljnicu za 65% i dvostruko veću zapreminu po hektaru. Razlike u gornjim i srednjim visinama stabala bagrema su manje u odnosu na topolu (1,5-2,2 m), kao i razlike u srednjim i dominantnim prečnicima (0,6-1,1 cm), temeljnici (20%) i zapremini po hektaru (23%). Visinska i debljinska struktura, kao i visinske krive, ukazuju na dvospratnu izgrađenost, pri čemu je topola, u gornjoj etaži, a bagrem u donjoj etaži. Na boljem bonitetu staništa dolazi od intenzivnijeg diferenciranja stabala i zaostajanju u visinskom rastu većeg broja stabala bagrema u odnosu na slabiji bonitet. Rezultati ukazuju da na slabijem bonitetu, usled sporijeg rasta topole, podizanje mešovitih kultura topole i bagrema ima više opravdanja.

Ključne reči: elementi rasta stabala, struktura mešovitih kultura, topola, bagrem.

ELEMENTS OF GROWTH AND STRUCTURE OF MIDDLE AGED MIXED CULTURES OF EURO-AMERICAN POPLAR AND BLACK LOCUST ON FLUVISOL AT DIFFERENT SITE CLASSES

***Abstract**: The paper presents the elements of growth and structure in a mixed culture of Euramerican poplar (Populus × euramericana (Dode) Guinier), clone Pannonia and black locust (Robinia pseudoacacia L.), at age of 10 years, established on soil type fluvisol, at a poplar trees planting distance of 5 × 5 m (400 trees per hectare) and the inter-row planted black locust at a distance of 2.5 × 1.0 m (3600 trees per hectare) on two permanent sample plots. Based on dominant and medium height of trees on sample plots it was found that they differ by 3.7 m (H_{100}) and 4.3 m (h_L), or for one site class. On both experimental plots was found approximately the same number of poplar trees per hectare, 330-343 trees, and black locust, 2760-2800 trees per hectare. On the better site classes poplar trees made larger*

[1] Dr Siniša Andrašev, viši naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

[2] Dr Martin Bobinac, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd

[3] Master Andrijana Bauer-Živković, student doktorskih studija

dominant and medium breast height diameters for close to 5 cm, higher basal area by 65% and double the volume per hectare. Differences in the top and middle heights of black locust trees are less than the poplar (1.5-2.2 m), as well as differences in the middle and dominant diameters (0.6 to 1.1 cm), basal area (20%) and volume per hectare (23%). Height and diameter structure, as well as the height curve, indicating a two-story structure:, where the poplar is in the upper floor, and the black locust is in the lower floor. On a better site classes comes to intensified differentiation of trees and lagging in height growth of greater number of black locust trees in relation to the weaker site classes. The results indicate that on the weaker site classes, due to slower growth of poplar trees, establishment of the mixed culture of poplar and black locust has more justification.

***Key words**: elements of tree growth, structure of mixed cultures, poplar, black locust.*

1. UVOD

Mešovite sastojine su ekološki i ekonomski opravdanije u odnosu na čiste sastojine pošto u znatno većoj meri obezbeđuju mnoge ekosistemske funkcije. Veća otpornost i fleksibilnost mešovitih sastojina na prirodne i antropogene uticaje, uz veći biodiverzitet i kapacitet skladištenja ugljenika, uslovljava veći potencijal za ublažavanje negativnih uticaja (Bravo-Oviedo et al., 2014). Mešovitost ima uglavnom ekološke i biološke prednosti, ali u istom smislu ima snažan pozitivan uticaj na proizvodnost i ekonomsku efikasnost sastojina (Redei et al., 2002).

Najznačajnije razlike između mešovitih sastojina i monokultura su: (1) pošto različite vrste imaju različite biološke karakteristike količine potrebnih resursa neophodnih za njihov razvoj (ugljen dioksid, svetlost, voda, temperatura, nutrienti) može značajno da se razlikuje; (2) jedna od vrsta može biti sposobna da koristi neke od tih resursa iz okruženja koja nisu dostupna ostalim vrstama (na primer, vrste sa dubljim korenom mogu biti sposobne koristiti vodu i nutriente iz dubljih slojeva zemljišta u odnosu na vrste sa plitkim korenom) (West, 2006).

Dva osnovna principa interakcije vrsta drveća u mešovitim sastojinama su: (1) „komplementarnost“, koji podrazumeva da dve vrste pokazuju umanjenu kompeticiju u mešovitim sastojinama u odnosu na monokulture i time efikasnije koriste resurse; (2) „podupiranje“, koji podrazumeva da jedna vrsta pozitivno utiče na rast druge vrste u smesi (Kelty i Cameron, 1995).

U čistim sastojinama maksimalna proizvodnost može biti postignuta samo u sastojinama koje imaju optimalan broj stabala po hektaru, dok u mešovitim sastojinama maksimalna proizvodnost je skoro nepromenjena u širem dijapazona gustina, od sastojina se velikim brojem stabala do onih sa malim brojem stabala (Pretzsch, 2003).

Međutim, sve vrste drveća prirodno ne grade mešovite sastojine, a njihovo osnivanje i održavanje često nije uspešno, i zahteva visoke troškove.

U Mađarskoj postoji veliki interes osnivanja mešovitih sastojina bagrema i bele topole, pošto obe vrste imaju veći prirast u početnoj fazi, sličnu dužinu ophodnje i uzajamne prednosti. Šema osnivanja plantaže se bira tako da povećava kompatibilnost dve ili više vrsta drveća u sastojini (Redei et al., 2012).

Mešovite prirodne sastojine belih i crnih topola sa primesama hrasta lužnjaka i poljskog jasena, nekada široko zastupljene u aluvijalnoj zoni reke Dunava u njegovom srednjem toku, usled izmena hidroloških uslova i sukcesije vegetacije, i plantažnog uzgoja euroameričkih topola u prethodnom višedecenijskom periodu, danas se nalaze samo u fragmenitma (Herpka, 1979).

Na nekadašnjim ritskim staništima šumarska praksa u Srbiji je dosadašnjim radom više ili manje uspešno osnivala mešovite sastojine euroameričkih topola i ostalih vrsta drveća na

skromnim površinama. Međutim, adekvatna naučna istraživanja o izgrađenosti mešovitih kultura, koja bi dokumentovala i verifikovala značaj ovakvih radova, kao i primena adekvatnih uzgojnih mera su izostala.

Zadatak istraživanja je da se prouče elementi rasta i strukture u mešovitoj kulturi euroameričke topole, klona Pannonia, i bagrema na fluvisolu različitog boniteta.

2. OBJEKAT ISTRAŽIVANJA I METOD RADA

Istraživanja su obavljena u mešovitoj kulturi euroameričke topole (*Populus* × *eurmaericana* (Dode) Guinier), klona Pannonia (radni naziv M-1) i bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.), starosti 10 godina, koja se nalazi u gornjem Podunavlju Srbije (GJ „Zaštićene šume Apatina“, odeljenje 27, odsek a). Kultura je podignuta na aluvijalnom zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme (Škorić et al., 1985), sa vrlo varijabilnim svojstvima na malom prostoru (Živanov, 1982). Osnovana je nakon čiste seče plantaže topole, klona I-214 i potpune pripreme terena. Sadnice topole, klona Pannonia su sađene tzv. „dubokom“ sadnjom na rastojanju od 5 × 5 m (400 stabala·ha^{-1}), dok su sadnice bagrema sađene tzv. „normalnom“ sadnjom na rastojanju od 1 m između stabala topole (3600 stabala·ha^{-1}). Kultura se spontano razvijala do posmatrane starosti 10 godina.

Za potrebe ovog rada analizirani su elementi rasta i strukture kulture na dve ogledne površine, veličine 12 ari, koje su formirane u jesen 2014. godine. Ogledne površine su na međusobnoj udaljenosti 100 m, a razlike u elementima rasta topole i bagrema ukazivale su na različit bonitet staništa.

Na oglednim površinama svim stablima topole i bagrema su premerena dva unakrsna prsna prečnika uz tačnost od 1 mm. Za konstrukciju visinskih krivih i prikaz visinske strukture stabala topole premerene su visine svim stablima visinomerom tipa Vertex III. Kod bagrema premerene su visine kod oko 10% stabala iz svih debljinskih stepeni, a za prikaz visinske strukture korišćene su visine iz konstruisane visinske krive, te predstavlja modifikovanu visinsku strukturu sa određenim ograničenjima.

Obrada podataka je podrazumevala standardan postupak obrade na oglednim površinama u cilju dobijanja srednjih kvadratnih prečnika (d_g), dominantnih prečnika (srednjih prečnika 100 najdebljih stabala po hektaru, D_{100}), srednjih visina po Loraju (h_L) i dominantnih (gornjih) visina (srednja visina koja odgovara prečniku 100 najdebljih stabala u zasadu, H_{100}) za svaku istraživanu vrstu drveta. Za konstrukciju visinskih krivih korišćena je funkcija Mihajlova ($h=a\cdot e^{-b/dbh}+1.3$). Zapremina po hektaru je dobijena korišćenjem dvoulaznih zapreminskih tablica za topolu, klon Pannonia (Pantić et al., 2013) i za bagrem (Cestar i Kovačić, 1982).

Debljinska i visinska struktura prikazana je grafički i korišćenjem numeričkih pokazatelja: aritmetička sredina (d_s, h_s), standardna devijacija (s_d), koeficijent varijacije (c_v), minimalni (d_{min}, h_{min}) i maksimalni (d_{max}, h_{max}) prečnik i visina, varijaciona širina ($v_š$), koeficijent asimetrije (α_3) i koeficijent spljoštenosti (α_4) (Stamenković, Vučković, 1988).

Svakom stablu je određen biološki položaj (BP) na osnovu odnosa visina stabala i gornje visine po preporuci Assmann-a, (1970) za raznodobne, više-etažne, sastojine:

(1) nadstojno stablo, čija visina je veća od 80% gornje visine (H_{100});
(2) međustojeće stablo, čija visina se nalazi u rasponu od 50-80% gornje visine;
(3) podstojno stablo, čija visina je manja od 50% gornje visine.

Pri premeru svakom stablu procenjen je kvalitet debla (KD) procenjen na osnovu sledeće klasifikacije:

(1) deblo ravno, sa padom prečnika manjim od 1 cm/m, bez grana i kvrga preko polovine visine stabla, nezasukano;

(2) deblo ravno, sa padom prečnika većim od 1 cm/m preko polovine visine, sa granama ili kvrgama ili, malo zasukano;
(3) deblo krivo, ili zasukano, ili sabljasto, ili rašljasto, ili dvostruko, ili se račva iz panja, ili jako ranjeno, oštećeno ili prelomljeno, ili jako napadnuto od raka i truleži.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

3.1. Elementi rasta

Na oglednim površinama u starosti kulture 10. godina utvrđeno je 330-343 stabala topole i 2760-2800 stabala bagrema po hektaru. Procenat preživljavanja stabala topole iznosi 82-86%, a procenat preživljavanja stabala bagrema 77-78%. Ovakvo preživljavanje do 10. godine može se oceniti zadovoljavajućim (Tabela 1).

Tabela 1. Osnovni elementi rasta na oglednim površinama.
Table 1. Basic growth elements on the experimental plots.

Ogledno polje	Vrsta	H_{100} [m]	h_L [m]	D_{100} [cm]	d_g [cm]	N [stab.·ha^{-1}] *[trees·ha^{-1}]*	G [m^2·ha^{-1}]	V [m^3·ha^{-1}]
OP-1	Topola *Poplar*	18,72	17,35	18,5	15,5	343	6,50	52,26
	Bagrem *Black locust*	13,03	10,13	10,3	5,2	2802	6,03	44,09
	Ukupno *Total*					3145	12,53	96,35
OP-2	Topola *Poplar*	22,41	21,68	23,3	20,4	330	10,74	103,82
	Bagrem *Black locust*	15,20	11,62	11,4	5,8	2759	7,21	54,16
	Ukupno *Total*					3089	17,95	157,98

Razlike broja stabala po hektaru između oglednih površina su vrlo male, svega 3,8% kod topole i 1,5% kod bagrema (Tabela 2).

Na OP-1 dominantna visina stabala topole, klona Pannonia iznosila je 18,7 m, a na OP-2 22,4 m, odnosno 20% više. Srednja visina po Loraju je iznosila 17,3 m na OP-1 i 21,7 m na OP-2 što je više za 25%. Navedeno ukazuje na razlike u bonitetu staništa između istraživanih oglednih površina, s obzirom da su razlike između dva boniteta 2,5 m u 20. godini, po Marković et al., (1987). Dominantne visine stabala bagrema su iznosile 13 m na OP-1 i 15,2 m na OP-2, odnosno više za 16,7%. Razlika u srednjim visinama po Loraju stabala bagrema između oglednih površina je nešto manja i iznosi 1,5 m ili 14,7% (Tabele 1, 2).

Dominantni i srednji prečnici stabala topole na OP-1 su iznosili 18,5 cm i 15,5 cm što je za skoro 5 cm manje u odnosu na OP-2. Dominantni i srednji prečnici stabala bagrema iznose 10,3 cm i 5,2 cm na OP-1, dok su na OP-2 veći za 11%.

Na OP-1 je utvrđeno 6,5 m^2·ha^{-1} temeljnice stabala topole i 6,0 m^2·ha^{-1} temeljnice stabala bagrema, odnosno ukupno 12,5 m^2·ha^{-1} ukupne temeljnice. Na OP-2 je utvrđeno 65% više temeljnice topole, 20% više temeljnice bagrema, odnosno 43% više ukupne temeljnice u odnosu na OP-1.

Tabela 2. Razlike elemenata rasta između oglednih površina.
***Table 2.** Difference of growth elements between experimental plots.*

	Vrsta *Species*	H_{100} [m]	h_L [m]	D_{100} [cm]	d_g [cm]	N [st.·ha^{-1}]	G [m^2·ha^{-1}]	V [m^3·ha^{-1}]
Razlika	Topola *Poplar*	3,7	4,3	4,8	4,9	-13	4,24	51,56
Difference	Bagrem *Black locust*	2,2	1,5	1,1	0,6	-43	1,18	10,07
	Ukupno *Total*					-56	5,42	61,63
Proc. razlika	Topola *Poplar*	19,7	25,0	25,9	31,6	-3,8	65,2	98,7
Perc. difference	Bagrem *Black locust*	16,7	14,7	10,7	11,5	-1,5	19,6	22,8
	Ukupno *Total*					-1,8	43,3	64,0

Zapremina stabala topole na OP-1 iznosila je 52 m^3·ha^{-1}, zapremina stabala bagrema 44 m^3·ha^{-1}, odnosno ukupna zapremina je iznosila 96,35 m^3·ha^{-1}. Na OP-2 zapremina stabala topole je bila veća za 99%, stabala bagrema za 23%, a ukupna zapremina za 64% u odnosu na OP-2 (Tabele 1 i 2).

3.2. Struktura sastojina

3.2.1 Numeričke klase

Visinska struktura stabala topole na oglednim površinama ima varijabilnost manju od 10% što je očekivano za jednodobne kulture (Andrašev, 2008).

Tabela 3. Numerički pokazatelji visinske strukture stabala topole
Table 3. Numerical indicators of height distribution

Vrsta *Species*	**OP** *EP*	***n*** [*)] [stabala] *[trees]*	h_s [m]	s_d [m]	c_v [%]	h_{min} [m]	h_{max} [m]	*vš* [m]	α_3	α_4
Topola	OP-1	42	16,84	1,62	9,6	12,9	19,8	6,9	-0,241	2,483
Poplar	OP-2	41	21,38	1,39	6,5	14,4	23,3	8,9	-3,076	16,503
Bagrem	OP-1	343 (35)*	8,11	2,64	32,5	1,5	14,7	13,2	-0,241	2,641
Black locust	OP-2	343 (31)	9,62	2,73	28,4	2,3	17,0	14,7	-0,157	2,706

[*] Visine su merene samo na određenom broju stabala, OP-1 35 i OP-2 31 stablo, dok su ostale visine dobijene iz visinkih krivih.

[*] *Heights were measured only on certain number of trees, 35 trees on EP-1 and 31 trees on EP-2, while the other heights were given from height curves.*

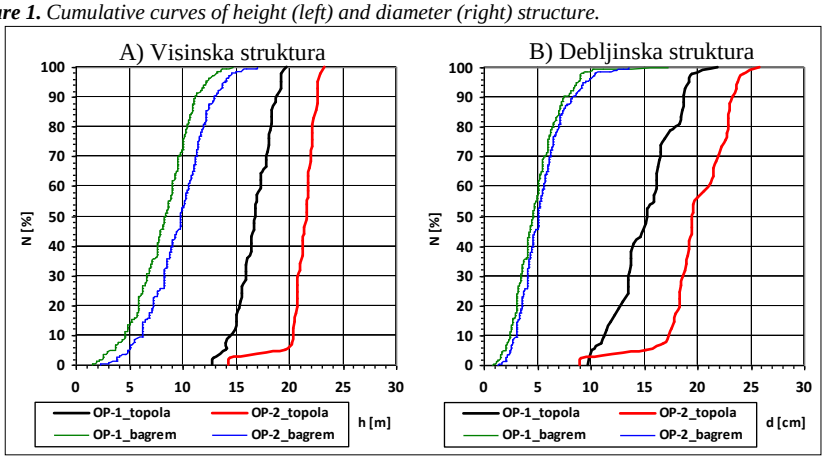
Varijabilnost visinske strukture je veća na OP-1 (9,6%) u odnosu na OP-2 (6,5%). U kulturi su utvrđene minimalne visine od 12,9 m (OP-1) i 14,4 m (OP-2), dok maksimalne visine iznose 19,8 m (OP-1) i 23,3 m (OP-2). Na OP-1 je utvrđena slabo izražena leva asimetrija i platikurtični raspored visinske strukture, dok je na OP-2 utvrđena izražena leva asimetrija i leptokurtični raspored usled malog broja stabala (5%) zaostalih u rastu visina. Sumarne krive visinske strukture su sličnog oblika, osim zaostalog kraka malog broja stabala sa manjim visinama na OP-2, i pomerene su u koordinatnom sistemu u desno za prosečno 4,5 m (Tabela 3, Grafikon 1, levo).

Varijabilnost visinske strukture je znatno veća od stabala topole, oko 30%, uz slabo izraženu levu asimetriju i platikurtičnu spljoštenost. Sumarne krive visinske strukture

bagrema na oglednim površinama su slične po obliku a razlikuju se po položaju za prosečno 1,5 m, koliko iznosi i razlika srednjih visina.

Sumarne krive visinske strukture bagrema pomerene su u levo u odnosu na topolu u koordinatnom sistemu i ukazuju na dvospratnu izgrađenost kulture u kojoj se topola nalazi u gornjoj etaži, a bagrem u donjoj etaži u starosti od 10 godina.

Grafikon 1. Sumarne krive visinske (levo) i debljinske (desno) strukture.
Figure 1. *Cumulative curves of height (left) and diameter (right) structure.*



Numerički pokazatelji debljinske strukture stabala topole na oglednim površinama pokazuju veću varijabilnost debljina u poređenju sa varijabilnošću visinske strukture, što je u saglasnosti sa ranijim istraživanjima (Vučković, 1989). Varijabilnost debljinske strukture stabala topole je ispod 20%, što je očekivano u plantažama topola (Andrašev, 2008). Debljinska struktura stabala topole na OP-1 ima simetričnu raspodelu i platikurtični raspored sa nešto većom varijabilnošću u odnosu na OP-2 gde je raspored leptokurtičan sa izraženom levom asimetrijom usled malog broja (ispod 10%) stabala sa zaostalim debljinama (Tabela 4).

Tabela 4. Numerički pokazatelji debljinske strukture
Table 4. *Numerical indicators of diameter distribution*

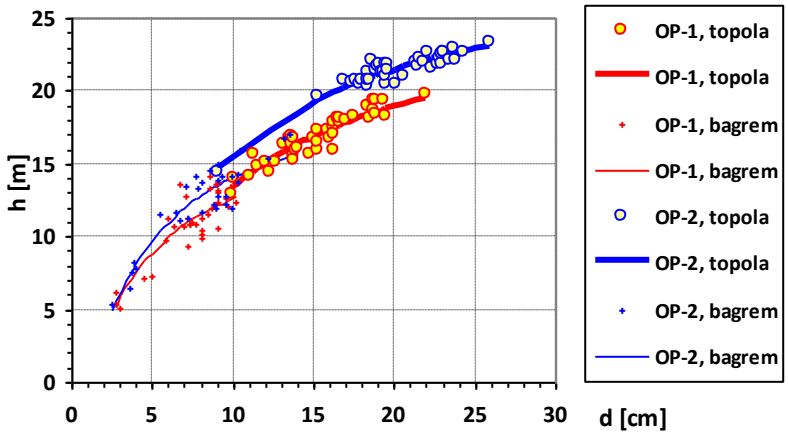
Vrsta *Species*	**OP** *EP*	n *) [stab.]	d_s [cm]	s_d [cm]	c_v [%]	d_{min} [cm]	d_{max} [cm]	$vš$ [cm]	α_3	α_4
Topola	OP-1	42	15,3	2,78	18,2	9,9	21,9	12,0	0,061	2,484
Poplar	OP-2	41	20,2	2,96	14,7	9,1	25,9	16,8	-1,055	6,032
Bagrem	OP-1	343	4,8	2,11	44,1	0,9	17,2	16,3	1,006	5,759
Black locust	OP-2	343	5,3	2,17	40,6	1,4	13,6	12,2	0,926	4,065

Debljinska struktura stabala bagrema ima zantno veću varijabilnost, preko 40%, izrazito desnu asimetriju i leptokurtični raspored na obe ogledne površine. Sumarne krive su sličnog oblika, a pomerene su jedna od druge za prosečno 0,5 cm koliko iznosi razlika u srednjim prečnicima (Grafikon 1, desno).

Visinske krive, dobijene funkcijom Mihajlova, pokazuju dobro slaganje za obe vrste drveća. Koeficijent determinacije je nešto veći, a standardna greška regresije manja kod

topole u odnosu na bagrem i ukazuje na bolje slaganje empirijskih vrednosti sa modelom (Tabela 5, Grafikon 2).

Grafikon 2. Visinske krive na OP-1 (levo) i na OP-2 (desno) sa empirijski merenim visinama za odgovarajuće prsne prečnike.
Figure 2. *Height curves on the EP-1 (left) and EP-2 (right) with empirically measured heights for the corresponding breast height diameters.*



Visinske krive kod bagrema imaju veću zakrivljenost u tanjim prečnicima i ukazuju na prisustvo stabala sa manjim prečnicima i visinama. Različit bonitet staništa uslovljava razdvajanje visinskih krivih i kod topole i kod bagrema na oglednim površinama. Položaj visinskih krivih topole i bagrema jasno pokazuje dvospratnu izgrađenost istraživane mešovite kulture u starosti od 10 godina (Grafikon 2).

Tabela 5. Parametri modela visinskih krivih i njihova ocena.
Table 5. *The model parameters of height curves and their evaluation.*

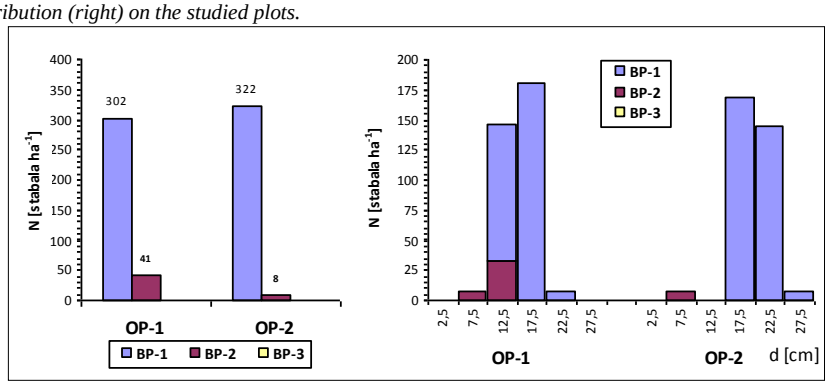
Vrsta *Species*	OP *EP*	Model: $h=a\cdot e^{-b/dbh}+1.3$		Ocena modela *Model assessment*		
		a	b	R^2	s_e [m]	n
Topola *Poplar*	OP-1	25.82272	7.587266	0.8651	0.6036	42
	OP-2	28.47813	6.891195	0.8946	0.4581	41
Bagrem *Black locust*	OP-1	16.85545	3.933335	0.7563	1.1609	35
	OP-2	19.39680	4.141521	0.8614	1.0832	31

3.2.2 Biološke klase

Na oglednim površinama stabla topole čine nadstojnu etažu, nešto više na OP-2 (322 stabla po hektaru) u odnosu na OP-1 (302 stabla po hektaru). Stabla bagrema čine međustojeću etažu sa 837-980 stabala po hektaru i podstojnu etažu sa 1820-1920 stabala po hektaru. Na boljem bonitetu (OP-2) ima za 6% više stabala topole u nadstojnoj etaži u odnosu na OP-1, koji reprezentuje slabiji bonitet staništa. Međutim, na OP-1 ima za 17% više stabala bagrema u međustojećoj etaži u odnosu na OP-2. Navedeno ukazuje na različito diferenciranje

stabala topole i bagrema u zavisnosti od boniteta staništa koji reprezentuju ogledne površine (Grafikoni 3 i 4).

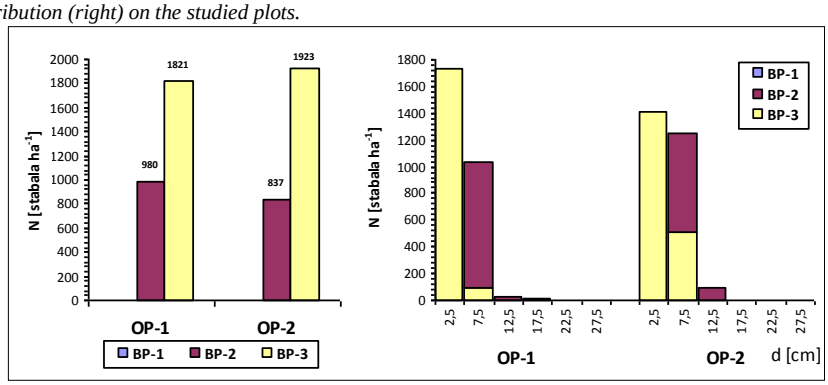
Grafikon 3. Broj stabala topole po hektaru različitih bioloških položaja (levo) i njihova distribucija po debljini (desno) na istraživanim oglednim površinama.
Figure 3. *Number of poplar trees per hectare of different crown classes (left) and their diameter distribution (right) on the studied plots.*



Najveći broj stabala topole se nalazi u debljinskom stepenu 17,5 cm na oba ogledna polja. Međutim, na OP-2 ima 145 stabala po hektaru više sa prečnicima većim od 20 cm.

Najveći broj stabala bagrema ima prsne prečnike manje od 5 cm na obe ogledne površine. Na obe ogledne površine međustojeća stabla bagrema imaju prsne prečnike veće od 5 cm. Međutim, dok na OP-1 podstojna stabla prečnika većih od 5 cm čine 5% broja podstojnih stabala, na OP-2 podstojna stabla sa prečnicima većim od 5 cm čine 26% stabala.

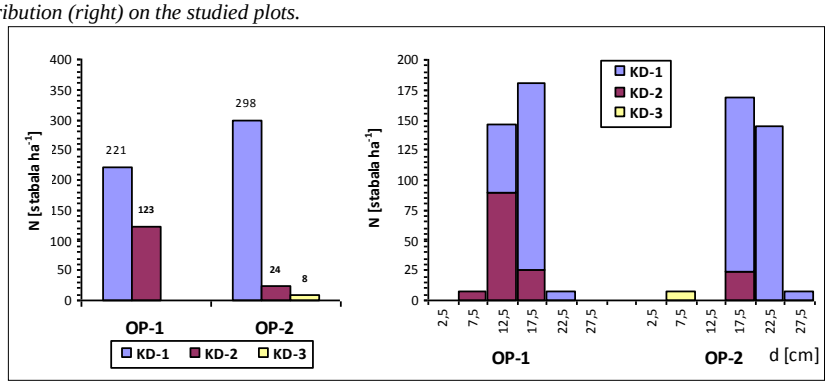
Grafikon 4. Broj stabala bagrema po hektaru različitih bioloških položaja (levo) i njihova distribucija po debljini (desno) na istraživanim oglednim površinama.
Figure 4. *Number of black locust trees per hectare of different crown classes (left) and their diameter distribution (right) on the studied plots.*



Stabala topole I kvaliteta debla na OP-1 ima 221 po hektaru, što je 64% ukupnog broja stabala topole, za razliku od OP-2 gde stabala topole I kvaliteta debla ima 298 ili 90% ukupnog broja stabala topole. Stabla topole I kvaliteta debla najzastupljenija su u debljinskom stepenu 17,5 cm na OP-1, dok su na OP-2 najzastupljenija su u debljinskim stepenima 17,5 i

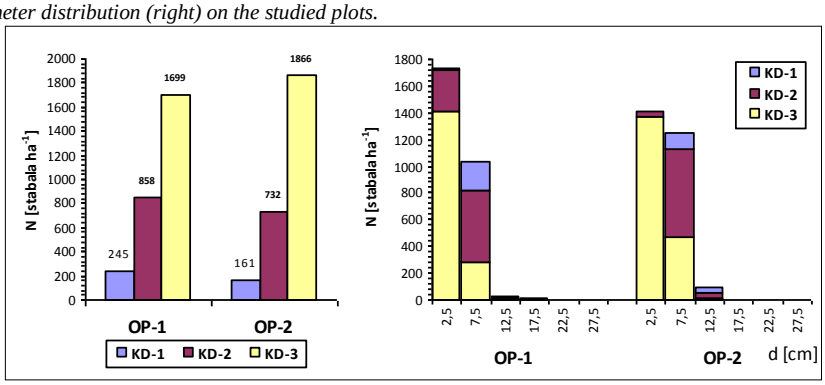
22,5 cm (Grafikon 5). Ovi podaci ukazuje na bolju tehničku iskoristivost stabala topole na boljem bonitetu staništa.

Grafikon 5. Broj stabala topole po hektaru različitih stepena kvaliteta debla (levo) i njihova distribucija po debljini (desno) na istraživanim oglednim površinama.
Figure 5. *Number of poplar trees per hectare of different trunk quality classes (left) and their diameter distribution (right) on the studied plots.*



Stabala bagrema sa I kvalitetom debla ima 245 na OP-1, a na OP-2 161 stablo po hektaru. Ova stabla su najzastupljenija u debljinskom stepenu 7,5 cm na obe ogledne površine. Stabala II kvaliteta debla ima 860 po hektaru na OP-1 i 730 stabala po hektrau na OP-2 sa najvećom zastupljenošću u debljinskom stepenu 7,5 cm. Najveći broj stabala bagrema je sa nekvalitetnim deblom (KD-3), na OP-1 1699 po hektaru, a na OP-2 1866 po hektaru. Ova stabla su najzastupljenija u debljinskom stepenu 2,5 cm na obe ogledne površine (Grafikon 6).

Grafikon 6. Broj stabala bagrema po hektaru različitih stepena kvaliteta debla (levo) i njihova distribucija po debljini (desno) na istraživanim oglednim površinama.
Figure 6. *Number of black locust trees per hectare of different trunk quality classes (left) and their diameter distribution (right) on the studied plots.*



4. DISKUSIJA

Podizanje i održavanje mešovitih sastojina (kultura) u Srbiji na nekadašnjim ritskim staništima nema dugu tradiciju, naročito ne na većim površinama. Na manjim površinama, može se reći sporadično, šumarska operativa je osnivala mešovite sastojine, kao što je primer istraživane sastojine topole i bagrema.

Aluvijalna staništa, naročito zemljišta tipa fluvisol koja se formiraju u priobalnom delu velikih ravničarskih reka, kao što je reka Dunav, su vrlo varijabilna na malom prostoru (Živanov, 1980). Varijabilnost staništa uslovljava i značajnu varijabilnost elemenata rasta stabala što je utvrđeno i na transektu dužine 100 m u istraživanoj mešovitoj kulturi topole klona Pannonia i bagrema u starosti 10 godina. Utvrđene razlike u gornjim visinama od 3.7 m i u srednjim visinama od 4.3 m ukazuju na razlike koje su u nivou jednog bonitetnog razreda (Marković et al., 1987, Andrašev, 2008). Navedeno potvrđuju i dvostuko veće zapremine topole po hektaru na boljem bonitetu (OP-2) u odnosu na slabiji bonitet (OP-1) uz blizak broj stabala, 330-343 stabala po hektaru.

Prema dosadašnjim istraživanjima u zasadima euroameričkih topola razmak sadnje od 5 × 5 m, odnosno 400 stabala po hektaru, obezbeđuje najveću količinu drvne zapremine po hektaru na boljim i srednje povoljnim bonitetima staništa (Marković i Pudar, 1990; Marković et al., 1997). U zasadima topola osnovanim sa razmakom 5 × 5 m, kao i u zasadima sa razmakom 6 × 6 m, u starosti 10-11. godine dolazi do sklapanja krošnji stabala (Marković, 1980; Andrašev, 2003; Andrašev et al., 2012). U istraživanoj dvospratnoj kulturi i pored visokog procenta preživljavanja stabala topole do 10. godine (preko 80%), nije došlo do sklapanja njihovih krošnji na obe ogledne površine, a što je pogodovalo visokom procentu preživljavanja stabala bagrema na obe ogledne površine (oko 78%) u drugom spratu. Takođe, stabla bagrema su uticala na čišćenje donjih grana na stablima topole i time na manje troškove nege zasada usled izostanka mera orezivanja donjih grana koje se redovno primenjuju u monokulturama topola.

Elementi rasta stabala topole i bagrema, kao i prethodno navedeno ukazuju da mešovite kulture topole i bagrema ostvaruju veće drvne zapremine po hektaru u odnosu na monokulture (plantaže) topola u starosti 10 godina.

Na OP-1, koja reprezentuje slabiji bonitet zemljišta, stabla bagrema postižu manje elemente rasta stabala i sastojine u odnosu na oglednu površinu OP-2 na boljem bonitetu staništa. Međutim, razlike u elementima rasta stabala bagrema su manje u odnosu na razlike između elemenata rasta stabala topole. Navedeno bi se moglo objasniti zasenjivanjem bagrema od strane topole, koja na boljem bonitetu postižu veće visine, prečnike i krošnje, i time više zasenjuje bagrem u drugom spratu. Na slabijem bonitetu staništa (OP-1), usled manjih dimenzija stabala topole, stabla bagrema dobijaju veću količinu svetlosti te su njihove dimenzije prevashodno uslovljene bonitetom staništa.

Na slabijim bonitetima staništa stabla postižu manje dimenzije prečnika, visina i zapremina krošnji što uslovljava veći broj stabala po hektaru (Assmann, 1970). Imajući u vidu ovu činjenicu, može se zaključiti da je održavanje sličnog broj stabala bagrema do 10. godine starosti na oglednim površinama sa različitim bonitetom staništa uslovljeno povoljnim uslovima osvetljenosti u donjoj etaži.

Na osnovu broja stabala i elemenata rasta dve svetloljubive vrste u dvospratnoj kulturi, u starosti 10 godina, može se zaključiti da su stabla bagrema imala dovoljno svetlosti za preživljavanje i rast. Elementi rasta obe vrste uslovljeni su uticajem boniteta staništa, a rast bagrema je u većoj meri usporen na površini sa boljim bonitetom staništa.

Na boljem bonitetu staništa (OP-2) dolazi od intenzivnijeg diferenciranja stabala i zaostajanju u visinskom rastu većeg broja stabala bagrema u odnosu na OP-1. Manji broj međustojećih stabala bagrema po hektaru na OP-2, uz manji broj stabala sa kvalitetnijim

deblom, posledica je manje količine svetlosti koja usled bržeg rasta topole dospeva u donju etažu na boljem bonitetu staništa (OP-2) u odnosu na slabiji bonitet (OP-1).

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu elemenata rasta stabala i sastojine na istraživanim oglednim površinama u kulturi euroameričke topole klona Pannonia (radni naziv M-1) i bagrema u starosti 10 godina, osnovane sa 400 stabala topole i 3600 stabala bagrema, na aluvijalnom zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme (Škorić et al., 1985), sa vrlo varijabilnim svojstvima na malom prostoru, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Na obe ogledne površine utvrđen je približno isti broj stabala po hektaru topole, 330-343, i bagrema, 2760-2800 stabala po hektaru.
- Istraživane sastojine razlikuju se po gornjim i srednjim visinama stabala topole za 3,7m (H_{100}) i 4,3m (h_L), odnosno u granicama jednog bonitetnog razreda. Na boljem bonitetu staništa stabla topole ostvarila su veće dominantne i srednje prečnike za blizu 5 cm, veću temeljnicu za 65% i dvostruko veću zapreminu po hektaru.
- Razlike u gornjim i srednjim visinama stabala bagrema su manje u odnosu na topolu (1,5-2,2 m), kao i razlike u srednjim i dominantnim prečnicima (0,6-1,1 cm), temeljnici (20%) i zapremini po hektaru (23%).
- Visinska i debljinska struktura, kao i visinske krive, ukazuju na dvospratnu izgrađenost mešovite sastojine topole, klona Pannonia, koja se nalazi u gornjoj etaži, i bagrema, koji se nalazi u donjoj etaži.
- Na boljem bonitetu staništa dolazi od intenzivnijeg diferenciranja stabala i zaostajanju u visinskom rastu većeg broja stabala bagrema u odnosu na slabiji bonitet. Manji broj međustojećih stabala bagrema po hektaru na boljem bonitetu, uz manji broj stabala sa kvalitetnijim deblom, posledica je manje količine svetlosti koja usled bržeg rasta topole dospeva u donju etažu u odnosu na slabiji bonitet.

Elementi rasta u istraživanoj sastojini ukazuju da mešovite kulture topole i bagrema ostvaruju veće drvne zapremine po hektaru u odnosu na čiste kulture (plantaže) topola u starosti 10 godina. Do navedene starosti stabla bagrema imaju dovoljno svetlosti za preživlavanje i rast, ali je rast u većoj meri usporen na boljem bonitetu. Na slabijem bonitetu, usled sporijeg rasta topole, podizanje mešovitih kultura topole i bagrema ima više osnova, a konačan stav o tome moći će se dati nakon daljeg praćenja elemenata rasta na oglednim površinama.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata:
„Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2015. godine, i
„Unapređenje gajenja nizijskih šuma“, podprojekat „Gajenje topola, vrba i ostalih nizijskih vrsta“ koji finansira JP „Vojvodinašume“, Petrovaradin za period 2013-2017. godine.

LITERATURA

Andrašev, S. (2003): Karakteristike rasta tri klonske sorte crnih topola (sekcija *Aigeiros* Duby.) u Srednjem Podunavlju. Magistarski rad, Šumarski fakultet, Beograd, str. 154.

Andrašev S. (2008): Razvojno proizvodne karakteristike selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija *Aigerios* Duby) u gornjem i srednjem Podunavlju. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd, 427 str.

Andrašev, S., Bobinac, M., Rončević, S., Vučković, M., Stajić, B., Janjatović, G., Obućina, Z. (2012): Effects of thinning in a plantation of poplar clone I-214 with wide spacing. Šumarski list, 1-2: 37-56

Assmann E., (1970): The principles of forest yield study. Pergamon Press, Oxford, New York, 506 pp.

Bravo-Oviedo A., Strelcova K., Pretzsch H. (2014): EuMIXFOR Introduction: integrating scientific knowledge in sustainable management of Mixed Forests. Forest Systems, 23(3): 515-517.

Cestar D., Kovačić Đ. (1982): Tablice drvnih masa crne johe i bagrema. Radovi 49, Zagreb.

Herpka, I., (1979): Ekološke i biološke osobine autohtonih topola i vrba u ritskim šumama Podunavlja. Radovi Instituta za topolarstvo. Knjiga 7. Novi Sad. (1-229).

Kelty M.J, Cameron I.R, (1995): Plot designs for the analysis of species interactions in mixed stands. Commonwealth Forestry Review, 74(4): 322-332.

Marković J., (1980): Produkcija biomase topole – Populus × euramericana (Dode) Guinier cl. I-214 u zasadima različite gustine na dva tipa zemljišta. Radovi Instituta za topolarstvo, 8: 1-227, Novi Sad.

Marković, J., Živanov, N., Herpka, I., (1987): Proizvodne mogućnosti staništa za uzgoj topola i vrba na području ŠG 'Josip Kozarac' Nova Gradiška. Radovi Instituta za topolarstvo, 18: 85-132, Novi Sad.

Marković, J., Pudar, Z., (1990): Uticaj gustine zasada na produkciju i vrednost drvne mase topola. Zbornik radova sa savetovanja 'Savremene metode pošumljavanja, nege i zaštite u očuvanju i proširenju šumskog fonda Srbije'. Aranđelovac. (391-401).

Marković, J., Rončević, S., Pudar, Z., (1997): Izbor razmaka sadnje pri osnivanju zasada topola. Topola, 159-160. Beograd. (7-26).

Pantić D., Banković S., Medarević M., (2013): Završni Izveštaj po projektu "Izrada novih zapreminskih tablica za pojedine vrste drveća u Vojvodini", Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd

Pretzsch H., (2003): The elasticity of growth in pure and mixed stands of Norway spruce (Picea abies [L.] Karst.) and common beech (Fagus sylvatica L.). Journal of Forestry Science, 49(11): 491-501.

Redei K, (2002): Stand structure and yield of the mixed white poplar and black locust plantations on sandy ridges between the Danube and Tisza rivers in Hungary. Journal of Forestry Research, 13(2): 103-106.

Redei K., Keseru Z., Raso J., Juhasz L., Gyori J., Antal B. (2012): Growth and yield of mixed black locust (Robinia pseudoacacia L.) and white poplar (Populus alba L.) stands under sandy soil conditions in Hungary: a case study. Silva Balcanica, 13(1): 20-29.

Stamenković, V., Vučković, M., (1988): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina. Šumarski fakultet, Beograd. (1-368)

Škorić A., Filipovski G., Ćirić M., (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine; Posebna izdanja, knjiga LXXVIII; Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 13. Sarajevo (1-72).

Vučković M., (1989): Razvojno-proizvodne karakteristike crnog bora u veštački podignutim sastojinama na Južnom Kučaju i Goču. Doktorska disertacija. Beograd. (1-239).

West P.W. (2006): Growing Plantation Forests. Springer Berlin Heidelberg New York.

Živanov, N., (1982): Varijabilnost svojstava aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za proizvodnost topola. Topola, 133/134: 41-47.

Summary

ELEMENTS OF GROWTH AND STRUCTURE OF MIDDLE AGED MIXED CULTURES OF EURO-AMERICAN POPLAR AND BLACK LOCUST ON FLUVISOL AT DIFFERENT SITE CLASSES

by

Siniša Andrašev[1], Martin Bobinac[2], Andrijana Bauer-Živković[3]

[1]University of Novi Sad, Institute of lowland forestry and environment, Antona Čehova 13, Novi Sad
[2]University of Belgrade, Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, Beograd
[3]PhD student

Researches were carried out in a mixed culture of Euramerican poplar (Populus × euroamericana (Dode) Guinier), clone Pannonia (working title M-1) and black locust (Robinia pseudoacacia L.), at age of 10 years, which is located in the upper Danube Region of Serbia (MU "Protected forests of Apatin ", section 27, division a). The culture is established on alluvial soil type fluvisol, sandy form, with very variable characteristics on a small area. It was established after the clear-cutting of poplar plantations, clone I-214 and complete preparation of the site. Seedlings of poplar trees, clone Pannonia were planted with so called "deep" planting at a distance of 5 × 5 m (400 trees·ha^{-1}), while black locust seedlings were planted with so called "normal" planting at a distance of 1 m between poplar trees (3600 trees·ha^{-1}). The culture spontaneously developed to the observed age of 10 years.

For this study were analyzed the elements of growth and structure of culture on two sample plots of 12 areas, which were formed in the fall of 2014. Experimental plots are at a distance of 100 m.

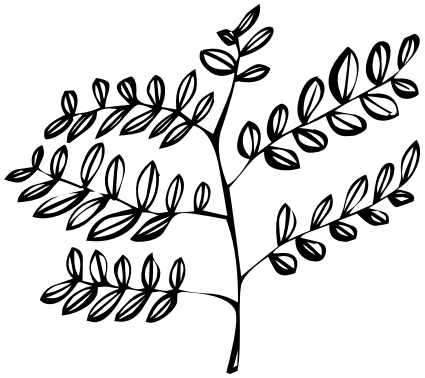
The results showed that on both experimental plots are approximately the same number of trees per hectare, 330-343 poplar trees and 2760-2800 black locust trees per hectare. The study stands are distinguished by the top and middle heights of poplar trees by 3.7 m (H_{100}) and 4.3 m (h_L), ie. they differ by one site class. On both experimental plots was found approximately the same number of poplar trees per hectare, 330-343 trees, and black locust, 2760-2800 trees per hectare. On the better site classes poplar trees made larger dominant and medium breast height diameters for close to 5 cm, higher basal area by 65% and double the volume per hectare. Differences in the top and middle heights of black locust trees are less than the poplar (1.5-2.2 m), as well as differences in the middle and dominant diameters (0.6 to 1.1 cm), basal area (20%) and volume per hectare (23%).

Height and diameter structure, as well as the height curve, indicating a two-story structure, where the poplar is in the upper floor, and the black locust is in the lower floor.

On a better site classes comes to intensified differentiation of trees and lagging in height growth of greater number of black locust trees in relation to the weaker site classes.

A small number of intermediate black locust trees per hectare on better site class, with a smaller number of trees with better trunk quality, is the result of less amount of light that penetrates through upper storey to down level due to the faster growth of poplar compared to the lower site classes.

Elements of growth in researched cultures indicate that a mixed culture of poplar and black locust achieve greater wood volume per hectare compared to monocultures (plantations) of poplar at the age of 10 years. By the above mentioned age black locust trees have enough light for survival and growth, but the growth slowed down to a greater extent on better site class. The results indicate that on the weaker site classes, due to slower growth of poplar trees, establishment of the mixed culture of poplar and black locust has more justification, and final conclusion about it will be possible after further monitoring of growth elements on the experimental plots.



UDK: 630*9(497.11)

Stručni rad *Technical report*

ŠUMSKE EKOSISTEMSKE USLUGE U KONTEKSTU KLIMATSKIH PROMENA-NOVI KONCEPT ZA ŠUMARSTVO U REPUBLICI SRBIJI?

Branislav Trudić[1], Saša Orlović[1], Srđan Stojnić[1], Andrej Pilipović[1], Bratislav Matović[1], Zoran Novčić[1]

Izvod: Ekosistemske usluge su relativno nov pojam u šumarstvu. Trenutna šumska praksa i dalje o nedrvnim šumskim proizvodima govori kao sekundarnim, kada koncept ekosistemskih usluga koji dolazi od FAO i istraživača ekosistemskih usluga izjednačava ekonomski značaj nedrvnih proizvoda i usluga koje šumski ekosistemi pružaju sa primarnim, tj. drvnom biomasom. Šumske ekosistemske usluge su samo jedan deo celokupnog konteksta ekosistemskih usluga, gde se mogu pojedinačno posmatrati i vrednosvati ekosistemske usluge livada, pašnjaka, stepa, močvara, pustinja, obala, mora, visokih planinskih vrhova itd.

Trenutno je najteži izazov procentiti realan ekonomski značaj diverziteta usluga i proizvoda koji šumski ekosistemi pružaju čoveku. U mnogim zemljama su ekosistemske usluge identifikovane, sistemski i društveno prepoznate, ali ekonomski aspekt, iako nimalo zanemarljiv, i dalje predstavlja veliki izazov za istraživače iz oblasti šumarstva i ekonomije na koji način da ih vrednuju, zaštite i harmonizuju njihovu naplatu na nivou šumskih uprava u zemlji.

Postoje mnoge inicijative da se šumske ekosistemske usluge definišu, profilišu i proceni njihova korist u kontekstu klimatskih promena širom sveta. Očigledne klimatske promene snažno utiču na promenjivost šumskih ekosistema na planeti, što dodatno otežava procenu ekonosmkog značaja šumskih ekosistemskih usluga svuda. Zbog toga je zaštita i očuvanje istih dodatna aktivnost na koju se mora obratiti pažnja kada se šumske ekosistemske usluge i dodatni proizvodi procenjuju i eksploatišu.

U ovom radu je po prvi put objašnjen koncept ekosistemskih usluga sa aspekta šumarstva i nacionalnih strategija adaptacija na klimatske promene FAO i određenih zemalja, koje su u sebi integrisale značaj zaštite šuma i racionalnog korišćenja njihovih ekosistemskih usluga i proizvoda. Na kraju rada je dat set preporuka za

[1] Master Branislav Trudić istraživač-saradnik, prvi autor, kontakt e mail: btrudic@uns.ac.rs, prof. dr Saša Orlović, naučni savetnik; dr Srđan Stojnić, naučni saradnik; dr Andrej Pilipović, naučni saradnik; dr Bratislav Matović, naučni saradnik; master Zoran Novčić, stručni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet u Novom Sadu, Antona Čehova 13d, 21000 Novi Sad

reformu šumarske političke prakse u skladu sa razmatranim principima i primerima dobre prakse vrednovanja (šumskih) ekosistemskih usluga.

Ključne reči: šume, ekosistemske usluge, adaptacija, vrednovanje, projekti

FOREST ECOSYSTEM SERVICES IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE – A NEW CONCEPT FOR FORESTRY IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Abstract: *Ecosystem services are a relatively new concept in forestry. While the current forestry practice still describes non-timber forest products as secondary, the concept of ecosystem services originating from FAO and researchers of ecosystem services equally emphasises the economic significance of non-timber products and services forest ecosystems provide as of those primary products – timber biomass. Forest ecosystem services are only a segment of the overall context of ecosystem services in which ecosystem services of pastures, meadows, steppes, swamps, deserts, coasts, seas, high mountain peaks etc. can be observed and evaluated separately.*

At this moment, the most difficult task is to estimate the real economic significance of diversity of services and products forest ecosystems provide to people. In many countries, ecosystem services have been identified, systemically and socially recognised but their economic aspect (although not negligible) remains to be a great challenge for researchers in the area of forestry and economics in terms of the manner of their evaluation, protection, harmonisation of their collection at the level of forest administrations in the country.

There are many initiatives to define, profile forest ecosystem services and assess their advantages in the context of climate change worldwide. Evident climate change strongly affects the variability of forest ecosystems on the planet which additionally hinders the assessment of economic significance of forest ecosystem services everywhere. For this reason, their protection and preservation is an additional activity which needs to be born in mind when evaluating and exploiting forest ecosystem services and additional products.

For the first time, the concept of ecosystem services was explained in this paper from the aspect of forestry and national strategies of adaptation to climate change FAO as well as forms the aspect of some countries which integrated the importance of forest protection and rational use of their ecosystem services and products. In the end of the paper, the set of recommendations is provided for the reform of forest political practice in compliance with considered principles and examples of good practice of evaluating (forest) ecosystem services.

Keywords: *forests, ecosystem services, adaptation, evaluation, projects*

UVOD

Klimatski sistem je složen dinamički sistem koga čine atmosfera, hidrosfera, biosfera, kriosfera i njihove međusobne interakcije. Klima, kao bazični prirodni resurs, ima dominantan uticaj na ekosisteme, kao i na stanje i razvoj društva i ljudske civilizacije uopšte. Klima na planeti Zemlji pokazuje prirodnu promenljivost u kontekstu vremena. Po Okvirnoj konvenciji UN o promeni klime (UNFCCC), "promena klime" označava promenu koja je direktno ili indirektno uslovljena ljudskim aktivnostima izazivanim promenama u sastavu globalne atmosfere, i koja je superponirana na prirodna kolebanja klime, osmotrena tokom uporedivih vremenskih perioda.

Šumski genetički resursi su prirodni ekosistemi bioma koji su pod stalnim uticajem klimatskih promena. Šume kao takve su ujedno najvažniji prirodni resurs diverziteta i njihovo stanje utiče na stanje biosfere u celosti. Njihova nega, upravljanje i zaštita je prepoznat kao imperativ u konceptima održivog šumarstva. Kao složeni ekosistemi, njihovo upravljanje je prilično složeno, pogotovo u eri globalizacije kada su dodatni izvori hrane, lekova i zaštite više nego neophodni. Upravo kao takvi složeni ekosistemi su prepoznati i kao ekosistemi koji pružaju određenu skupinu proizvoda i usluga i do sada su pokrenute mnoge inicijative na svetskom nivou koji se upravo bave kako zaštitom tako i procenom tih usluga.

Do avgusta 2010. godine, 44 najnerazvijenije zemlje sa područja Afrike, Azije i delom Južne Amerike su pripremile **Nacionalne akcione programe adaptacije na klimatske promene** kao odgovor na klimatske promene. Ti programi predstavljaju polaznu tačku planiranja adaptacije na nacionalnom i subnacionalnom nivou ali se moraju prilagoditi i poboljšati s obzirom na pojavu novih informacija (Pramova et al., 2012). Adaptacija zasnovana na ekosistemima (EzA) je pristup koji je u povoju i koji prepoznaje činjenicu da ekosistemske usluge igraju bitnu ulogu u smanjenju osetljivosti ljudi na klimatske promene. Važnost ekosistemskih usluga je prepoznata u više od 50% navedenih programa. Projekti koji su bili deo ovakvih programa su se uglavnom bavili regulatornim ekosistemskim uslugama (rehabilitacija zemljišta, suzbijanje erozije i regulacija vode) i uslugama snabdevanja (hrana, vlakna i drvo za ogrev). Oni takođe imaju potencijal za promovisanje integrativne i međusektorske adaptacije (Pramova et al., 2012) obzirom da mnogi od njih razmatraju višestruke ekosistemske usluge i sektore korisnike. Međutim, potrebna je veća tehnička, politička i finansijska podrška kako bi se poboljšala uloga ekosistemskih usluga u adaptaciji (Pramova et al., 2012).

U ovom radu smo pokušali da procenimo obim potencijalnih dobrobiti šumskih ekosistemskih usluga za pojedince i zajednice u zemljama u razvoju, kao i kritikom različitih metoda za njihovo ekonomsko vrednovanje za šumske uprave i korisnike. Cilj rada jeste poboljšanje znanja šumskih praktičara i donosilaca odluka u vezi sa načinima na koje šumske ekosistemske usluge takođe mogu značajno doprineti razvoju i ispunjenju ciljeva poput poboljšanja zdravlja i bezbednosti i održanja sigurnosti snabdevanja hranom i energijom. Ovo se može postići razmatranjem različitih empirijskih studija koje se bave procenom vrednosti konkretnih ekosistemskih usluga koje šuma pruža i koje su u ovom radu razmatrane.

METOD RADA

Za potrebe ovog rada koristili smo pretragu naučnih i stručnih radova preko baza podataka, platformi i pretraživača kao što su Google Scholar, Kobson, Scopus, Science Direct. Vodili smo se ključnim rečima kao što su ecosystem services, national strategies, forest adaptation policies. Na taj način smo došli do izvora od 49 referenci koje su se u različitom obimu i aspektu bavile ekosistemskim uslugama, nacionalnim programima i strategijama adaptacije, preispitivanjem vrednovanja istih analizom međunarodnih dokumenata. Ovu listu upravo čine različiti stručni i naučni radovi, strategije, pravni dokumenti, programi i mere.

Iščitavanjem i analizom sadržaja pronađene literature, došli smo do segmenata koje smo smatrali izuzetno važnim za sintezu koncepta, kao i postavljanje hipoteze rada, usmerena ka kreiranju krucijalnih preporuka za unapređenje nacionalne šumarske politike i bioekonomije u kontekstu klimatskih promena kojim su šumski ekosistemi Republike Srbije izloženi. Ovaj rad je imao za svrhu prepoznavanje potreba za harmonizaciju uspostavljanja standarda i vertikalnih političkih procedura za vrednovanje i upotrebu usluga i proizvoda koji šumski ekosistemi pružaju u kontekstu šumarske politike i prakse.

KORISTI KOJE SA ASPEKTA EKOSISTEMA ŠUME MOGU DA PRUŽE-DEFINISANJE EKOSISTEMSKIH USLUGA

U zemljama u razvoju šume doprinose zdravlju, bezbednosti, ishrani i energetskoj sigurnosti i obezbeđuju prihod lokalnom stanovništvu kroz pružanje ekosistemskih usluga. Postoji četiri ključna načina na koja se utiče na blagostanje stanovništva:

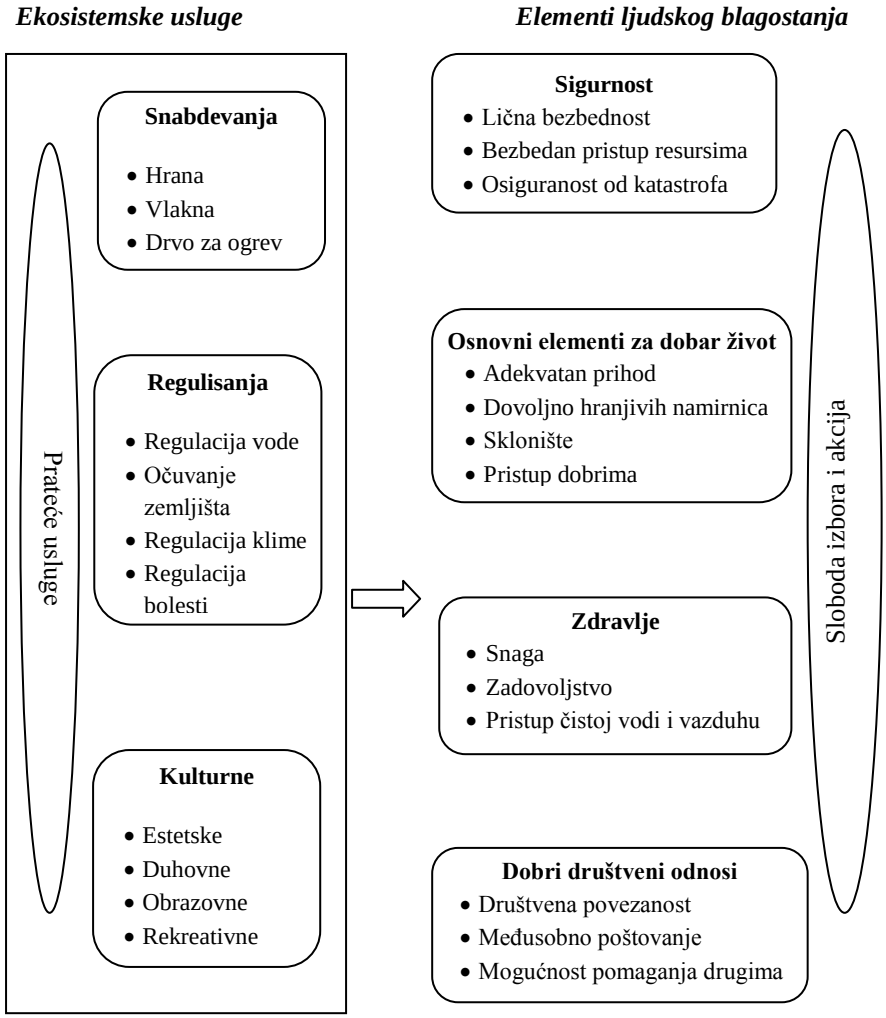
1) Šume obezbeđuju usluge zaštite zemljišta i regulacije vode. Ovo utiče na zdravlje kroz pristup vodi i ublažavanje zaraza koje se prenose putem vode, fizičku sigurnost putem smanjenja rizika od poplava i klizišta, energetsku sigurnost putem boljeg funkcionisanja hidroelektrana i bezbednost hrane putem regulacije vode za navodnjavanje, naročito u periodima suše. Šume takođe fizički utiču na blagostanje kroz zaštitu od oluje koju pruža mangrovo drvo na primer (Mullan, 2014).
2) Šume predstavljaju stanište ptica, riba, sisara i insekata koji doprinose ishrani, prihodima i zdravlju. Na primer, šume utiču na prihod tako što daju prostora za pravljenje uzgajališta ribe od komercijalne važnosti i zaliha školjki i predstavljaju stanište ptica i sisara koji privlače ekoturiste (Mullan, 2014).

3) Krčenje šuma upotrebom vatre smanjuje stepen blagostanja, naročito ako se vatra slučajno proširi. U većini slučajeva, ova upotreba vatre stvara probleme lokalnom stanovništvu u pogledu kvaliteta vazduha i prouzrokovane štete imovine. Međutim, u nekim ekstremnim slučajevima, vremenski uslovi prouzrokuju još veće požare koji ozbiljno ugrožavaju bezbednost i zdravlje (Mullan, 2014).

4) Stare, prirodne šume imaju naročito visok stepen biodiverziteta i zbog toga su veoma bitne i na lokalnom i na globalnom nivou kao potencijalni izvor genetskog materijala za nove sorte i kulture i farmaceutske proizvode (Mullan, 2014).

Tabela 1. Ekosistemske usluge (modifikovana verzija slike 1.1, Tom 1. MEA (2005))
Table 1. *Ecosystem services (modified version of picture 1.1, Tom 1, MEA (2005))*

Pomoćne usluge • Kruženje nutrijenata • Formiranje zemljišta • Rasipanje semena • Primarna proizvodnja	**Usluge snabdevanja** • Hrana • Gorivo • Drvna građa • Lekovi	⇨	**Zdravlje** • Suzbijanje bolesti • Unos proteina • Kvalitet vode • Kvalitet vazduha
	Usluge regulisanja • Zaštita zemljišta • Prečišćavanje vode • Regulacije klime • Oprašivanje		**Bezbednost** • Sprečavanje klizišta • Ublažavanje cunamija • Zaštita od poplava
			Energetska sigurnost • Rad brane
			Sigurnost snabdevanja hranom • Produktivnost useva • Stabilnost klime • Riblja staništa
	Kulturne usluge •Rekreacija •Tradicionalno znanje •Duhovno blagostanje •Obrazovanje	⇨	**Prihod** • Ekoturizam • Osiguranje



Slika 1. Primeri ekosistemskih usluga i njihova veza sa ljudskim blagostanjem (preuzeto iz: Pramova et al., 2012).

Figure 1. *Examples of ecosystem services and their connection with human well-being (taken from: Pramova et al., 2012)*

Koncept ekosistemskih usluga i njihova dobit za čovečanstvo je dobilo veće društveno priznanje kroz Milenijumske procene ekosistema (u daljem tekstu: MEA) (izvor). Pokrenuta je 2001.godine od strane generalnog sekretara Ujedinjenih nacija, a završena 2005. godine. MEA je okupila 1360 stručnjaka kako bi procenili

posledice promene u ekosistemima za dobrobit čovečanstva (Milenijumska procena ekosistema, 2005. godine). Idejni okvir je napravljen kako bi se stavio akcenat na stvarni uticaj na zdravlje ljudi, bezbednost, društvene odnose i fizičko blagostanje (Mullan, 2014).

Unutar ovog okvira, ekosistemske usluge su organizovane u četiri kategorije formirane na osnovu vrste koristi koju donose. Konkretno, usluge snabdevanja direktno zadovoljavaju potrebe za hranom, svežom vodom i gorivom; usluge regulisanja indirektno doprinose zdravlju i bezbednosti kroz regulisanje klime i bolesti, prečišćavanje vazduha i vode i sprečavanje erozije tla; kulturne usluge obezbeđuju nematerijalnu dobit poput duhovnog rasta, kognitivnog razvoja i rekreacije; i pomoćne usluge poput stvaranja kiseonika i formiranja zemljišta su neophodne za održavanje svih drugih usluga (Mullan, 2014).

Usluge snabdevanja, regulisanja i kulturne usluge direktno doprinose svim elementima ljudskog blagostanja (Slika 1.) a pomoćne usluge su neophodne za stvaranje svih drugih usluga. Iz tog razloga, gubici u količini, kvalitetu i protoku ekosistemskih usluga mogu imati negativan uticaj na društvo (MEA, 2005).

Postoje dve velike prednosti kod primene koncepta ekosistemskih usluga. Kao prvo, pažnja je okrenuta ka načinima na koje ekosistemi mogu pomoći da se zadovolje osnovne ljudske potrebe poput potrebe za čistom vodom, gorivom, zaštitom od bolesti i umanjivanjem rizika. Stoga je potpuno jasno da očuvanje nije pitanje ljudi protiv prirode već podrazumeva kompromise između različitih grupa ljudi i različitih osnovnih potreba. Na primer, krčenje šuma stvara prihod uzvodnim domaćinstvima putem prodaje poljoprivrednih proizvoda, ali takođe povećava rizik od bolesti koje se prenose vodenim putem za nizvodna domaćinstva koje nastaju pogoršanjem kvaliteta vode. Kao drugo, ne samo da ovaj koncept ističe načine na koje gubici ekosistema mogu imati materijalne posledice, već daje i jedan relevantan okvir za procenu tih troškova. Umesto da se nastoji da se sagleda i vrednuje čitav niz prednosti koje pružaju šuma i jezero, okvir ekosistemskih usluga podstiče identifikaciju promena u tokovima konkretnih usluga koje dati ekosistem poboljšava ili pogoršava; i kvantitativno određuje kako to utiče na ljudsko blagostanje. Ovo je direktno povezano sa shvatanjem relativnih troškova i dobiti u pogledu osnovnih potreba u toku promene ekosistema (Mullan, 2014).

Društva imaju koristi od ekosistemskih struktura i njihovog funkcionisanja kroz recimo proizvodnju hrane i vlakana, filtriranje vode, regulaciju klime i održavanje plodnosti zemljišta. Ekosistemske usluge su oni aspekti ekosistema koji se koriste ili konzumiraju da bi doprineli ljudskom blagostanju (Turner i Daily, 2008).

U radnoj definiciji FAO karakteriše nedrvne šumske proizvode (NDŠP) kao „proizvode biološkog porekla, osim drveta, koji potiču iz šume, šumskog zemljišta i stabala izvan šume“ (1995). Ovom definicijom nisu obuhvaćeni divljač, eko-turizam i rekreacija. Stav da NDŠP predstavljaju idealnu podlogu za generisanje prihoda siromašnih preduzetnika, skoro uvek se zasniva na pretpostavci da ovih proizvoda ima relativno u izobilju (Bishop, 1999). Pored toga, ovu grupu proizvoda karakterišu niski troškovi izlaska na tržište, što ih čini dostupnim za većinu

preduzetnika sa nižim standardom. NDŠP su, generalno, proizvodi male vrednosti što ih čini manje privlačnim za velike preduzetnike. Najviše NDŠP se proizvodi sa niskim troškovima tehnologija koje su lokalno poznate i lako se modifikuju u skladu sa onim što zahteva tržište (Richman, 2007). Analizirajući ovu definiciju i definicije šumskih ekosistemskih usluga, bilo bi značajno ispitati stavove i anketirati eksperte/kinje šumarskog sektora u Srbiji povodom razumevanja koncepta šumskih ekosistemskih usluga i nedrvnih proizvoda. Kao što smo do sada videli, a i u daljem tekstu ovog rada, šumske ekosistemske usluge su mnogo više od nedrvnih šumskih proizvoda.

Elementi ljudskog blagostanja (Slika 1.) su direktno povezani sa srazmerom društvene osetljivosti na klimatske promene, odnosno, izloženošću, osetljivošću i sposobnošću adaptacije (Locatelli et al., 2008). Na primer, lična bezbednost i sigurnost su povezani sa izloženošću ljudi i osetljivošću na katastrofe izazvane klimom. Odgovarajući prihodi i dovoljno hranljivih namirnica (npr. dobijenih iz nedrvnih šumskih proizvoda i ribe) mogu odrediti osetljivost i mogućnost adaptacije društva koje se suočava sa pretnjom izazvanom klimom (npr.suša koja utiče na poljoprivredni prinos) (Pramova et al., 2012).

Siguran protok ekosistemskih usluga ima potencijal za smanjenje društvene osetljivosti na klimatske promene i varijabilnost (Turner et al., 2009). Šumski proizvodi mogu obezbediti sigurnost lokalnim zajednicama kada klimatska varijabilnost izazove propast useva (Paavola, 2008; Fisher et al., 2010a) a šume u gradovima snižavaju temperaturu tokom toplotnih talasa (Gill et al., 2007). Hidrološke ekosistemske usluge (npr.regulacija olujnih tokova, očuvanje osnovnog toka) mogu imati značajnu ulogu u ublažavanju uticaja klimatskih promena na korisnike vode (Brauman et al., 2007). Iako se uloga šumskog pokrivača u ublažavanju olujnih tokova, naročito za vreme ekstremnih padavina i poplava velikih srazmera dovodi u pitanje, njegovu ulogu u sprečavanju prosečnih i najčešćih poplava ne treba potcenjivati (Locatelli i Vignola, 2009).

Korišćenje biodiverziteta i ekosistemskih usluga kao jednog dela celokupne strategije adaptacije kako bi se pomoglo ljudima da se prilagode negativnim uticajima klimatskih promena predstavlja buduću osnovu za kreiranje šumskih i drugih politika baziranih na upravljanju prirodom. Adaptacija zasnovana na ekosistemima koristi čitav niz prilika za održivo upravljanje, očuvanje i obnovu ekosistema kako bi se obezbedile usluge koje će pomoći ljudima da se prilagode uticajima klimatskih promena. Ona ima za cilj da održi i poveća otpornost i da smanji osetljivost ekosistema i ljudi na negativne uticaje klimatskih promena. (CBD, 2009, str.41).

IZAZOVI KONCEPTA EKOSISTEMSKIH USLUGA U ŠUMSKOJ POLITICI I NACIONALNIM STRATEGIJAMA RAZLIČITOG TIPA- *EKOSISTEMSKI ZASNOVANE ADAPTACIJE*

Slabo shvatanje ekosistemskih usluga u projektnim profilima u okviru različitih nacionalnih strategija i programa može takođe biti i posledica nedovoljne svesti i regionalnih i nacionalnih donosioca odluka i zainteresovanih strana o društvenim, ekološkim i ekonomskim vrednostima ekosistemskih usluga u kontekstu klimatskih promena.Vrednovanje ekosistemskih usluga je komplikovan zadatak u naučnoj zajednici (Nunes i van den Bergh, 2001; Nijkamp et al., 2008), iako se u poslednjih nekoliko godina vidno povećao broj takvih studija (Bateman et al., 2011). Međutim, ne postoji standardizovana definicija i sistem za merenje ekosistemskih usluga. Ovo je dovelo do nedostatka konsenzusa i čitave lepeze značenja i klasifikacija (Boyd i Banzhaf, 2007; de Groot et al., 2010). Uz to, mnoge države nemaju dovoljno kapaciteta da se upuste u takvo vrednovanje i da ga uključe u nacionalne procese planiranja. Nedovoljno poznavanje uloge ekosistemskih usluga u adaptaciji je važna prepreka razvoju ekosistemski zasnovanoj adaptaciji (u daljem tekstu: EzA). EzA nije rešenje za sve probleme, ali ima potencijala da usavrši održivost i strategiju očuvanja šumskih genetičkih resursa. Ekosistemski pristup obuhvata adaptivno upravljanje kako bi se bavio kompleksnom i dinamičnom prirodom ekosistema u uslovima nedovoljnog poznavanja njihovog funkcionisanja (Howard i Taylor, 2010), što je zapravo od krucijalne važnosti za realizaciju strategija EzA. Svih 12 međusobno povezanih principa ovog pristupa su bitni za EzA; na primer, uključivanje svih nadležnih sektora i zainteresovanih strana u proces planiranja, uzimanje u obzir autohtonog znanja, upravljanje ekosistemima u okviru društvenog i ekonomskog konteksta i kompromisi koji proizilaze iz toga, ravnoteža između očuvanja i adekvatne upotrebe biodiverziteta i obezbeđivanje podsticajnih mera za održivu upotrebu (CBD, 2000).

Iako ekonomske vrednosti nisu jedini uticajni faktori u odlučivanju, one svakako imaju glavnu ulogu u tom procesu kao pokazatelji najefikasnijih načina ulaganja novca u održavanje ekosistemskih usluga (Emerton, 2008). Naravno, ekonomsko vrednovanje ekosistemskih usluga treba rezultirati preciznijim izračunavanjem troškova i dobiti od različitih opcija politika. Međutim, ovo se retko primenjivalo u državama koje imaju ikakvu ekosistemski zasnovanu regulativu adaptacija i ekosistemskih usluga zbog vrlo konkretnih metodoloških izazova koji će biti razmatrani u sledećem poglavlju (Kenter et al., 2011).

Nedovoljno poznavanje veze između ekosistemskih struktura ili funkcija i usluga može dovesti do pogrešnih uverenja u vezi sa pružanjem usluga iz različitih tipova ekosistema. Na primer, ne garantuje se uvek da će pošumljavanje rešiti probleme vode pošto se može desiti da problem nedostatka vode postane još veći kada se pošume slivovi u suvim područjima (Locatelli i Vignola, 2009). Jasna podela između ekoloških funkcija, njihov direktni i indirektni doprinos ljudskom blagostanju u obliku usluga i dobit koju one stvaraju su ključni elementi za poboljšanje procesa odlučivanja (Boyd i Banzhaf, 2007; Wallace, 2007). Neophodno je jasno poimanje prostorne raspodele ekološke funkcije u smislu mesta gde se ona može locirati, gde se pružanje usluga može oceniti i konačno, gde su dobiti poželjne (Fisher et al., 2010a; Fisher et al., 2010b; Balmford et al., 2011; de Groot et al., 2010).

Međunarodni mehanizmi prenosa sredstava za smanjenje emisija prouzrokovanih krčenjem i degradacijom šuma (REDD+) imaju za cilj da nadoknade ekonomske šanse izgubljene usled očuvanja šuma. Ova kompenzacija je važna jer ublažava potencijalne efekte politike očuvanja na ekonomski razvoj i siromaštvo u kontekstu gde su osnovni korisnici krčenja šuma stanovnici zemalja u razvoju, dok se prednosti smanjenja emisije ugljenika osećaju na globalnom nivou (ili očuvanje biodiveziteta). REDD+ će obezbediti vredne dodatne prednosti u onoj meri da i stanovnici zemalja u razvoju takođe uživaju u tim blagodetima od (tropskih) šuma u formi ekosistemskih usluga (Mullan, 2014).

KLJUČNI PROBLEMI KOD FINANSIJSKOG VREDNOVANJA EKOSISTEMSKIH USLUGA

Veoma često citirana studija autora Constanze et al., (1998) zaključuje da je godišnja vrednost svetskih ekosistemskih usluga 33 triliona američkih dolara, a do ove cifre se došlo množeći po hektaru procene dobiti od 17 ekosistemskih usluga sa površinom 16 tipova ekosistema iliti bioma. Mnogobrojni kritičari ovog rada (Bockstael et al., 2000; Toman, 1998) naglašavaju neke od glavnih izazova koji se dovode u vezu sa vrednovanjem ekosistemskih usluga i neophodna svojstva ispravnog vrednovanja. Neka od ključnih pitanja obuhvataju: 1) koncept ekonomske vrednosti meri razliku između dobrobiti u jednoj državi na svetu u odnosu na dobrobit u drugoj državi sveta, ili drugačije rečeno, koliko bi se pojedinac ili društvo žrtvovali (ili zatražio nadoknadu) i preselio iz jedne države u svetu u neku drugu (Bockstael et al., 2000). Ovo ima smisla kada je reč o marginalnim promenama poput gubitka 100 hektara šume u zamenu za zaradu od plantaža palmi koje se gaje zbog ulja, ali ne i kada se radi o gubitku svih šuma na svetu kada nije jasno koje bi bile alternativna blagostanja; 2) procenjene vrednosti su prenesene iz (lokalnih, specifičnih) konteksta prvobitnih studija na sve hektare datog bioma. Kao što je objašnjeno u daljem tekstu, vrednosti ekosistemskih usluga su fundamentalno zavisne od karakteristika ekosistema, karakteristika lokalnog stanovništva i dostupnosti zamena; 3) kako neka roba postaje ređa, očekujemo da se njena vrednost poveća. Kao posledica toga, poslednji hektar ekosistema vredeće mnogo više nego prvi, te će množenje površine ekosistema sa pojedinačnom jediničnom vrednošću izazvati ozbiljne greške (Toman, 1998).

Nakon pojave prvih publikacija koje su skrenule pažnju na potencijal dodele monetarnih vrednosti ekosistemskim uslugama (Daily, 1997; Costanza et al., 1998), sada postoji veći broj velikih interdisciplinarnih projekata koji teže da kvantifikuju uticaje promena ekosistema na blagostanje čovečanstva. Na primer, Prirodni Kapitalni Projekat razvija metode kako bi sistematično kvantifikovali tokove usluga datog ekosistema i pokazali kako bi na te tokove uticala promena stanja prirodnog kapitala. Ti uticaji se potom mogu uporediti sa dobitima od, na primer, izgradnje puteva ili stvaranja močvara. Projekat za zdravlje i ekosisteme, konzorcijum organizacija za očuvanje javnog zdravlja i univerziteta, preduzima slične korake, fokusirajući svoje aktivnosti na bolje razumevanje veza između ekosistema i aspekata ljudskog zdravlja poput ishrane, bolesti, i opasnosti od

prirodnih katastrofa. Vlada Ujedinjenog kraljevstva takođe finansira istraživanja važnosti ekosistemskih usluga u zemljama u razvoju putem svoga Programa usluga za smanjenje siromaštva (ESPA). Pored ovih istraživačkih aktivnosti, inicijative globalne politike poput Ekonomije ekosistemskih usluga i biodiverziteta (TEEB) i partnerskog Računovodstva kapitala i vrednovanja ekosistemskih usluga (WAVES), primenjuju i objavljuju najnovija istraživanja vrednosti ekosistemskih usluga kako bi uticali na donošenje odluka na nacionalnom i globalnom nivou. Publikacije TEEB-a pokazuju značaj ekosistema za planove globalne politike, uključujući i Konvenciju o biološkom diverzitetu (CBD) i Okvirnu konvenciju UN o klimatskim promenama (UNFCCC); za kreiranje lokalne i regionalne politike i urbanizam; i za privatni sektor. WAVES partnerstvo razvija metodologiju za računovodstvo ekosistema i sarađuje sa pojedinačnim zemljama kako bi se realizovali računi za prirodni kapital (Mullan, 2014).

Kao rezultat povećane svesti o stvarnim troškovima koji proizilaze iz gubitka prirodnih ekosistema, nacionalne vlade su počele da sprovode politiku sa jasnim ciljevima zaštite i održavanja ekosistemskih usluga. Na primer, model Kostarike po imenu „Pagos por Servicios Ambientales“ (PSA) ili „Naplata ekosistemskih usluga“, daje nadoknadu lokalnim zemljoposednicima za obnavljanje i očuvanje šume. Iako je ovo proisteklo iz postojeće institucionalne strukture za upravljanje šumama, naplata je sada opravdana i usmerena isključivo ka stvaranju ekosistemskih usluga a ne ka pružanju podrške drvnoj industriji (Sanchez – Azofeifa et al., 2007). Najveći program pošumljavanja na svetu, Kineski program konverzije zemljišta pod nagibom, započet je 1999.godine i imao je za cilj zaštitu slivova i smanjenje siromaštva nakon velikih poplava i suše u slivovima reka Jangce i Žute reke nastalih kao posledica krčenja šuma. Poljoprivredna gazdinstva primaju uplate u vidu gotovog novca, semena i sadnica za pretvaranje svojih njiva u šume ili pašnjake, a namerava se dostići cifra od 15 miliona hektara zemljišta pretvorenog u šume i pašnjake (Xu et al., 2010). U skorije vreme, Ekvador je uveo tzv. SocioPáramo program koji ima za cilj da zaštiti biodiverzitet, ugljenik i vodu, kao i da smanji siromaštvo (Bremer et al., 2014) a Vijetnam je pokrenuo program naplate ekosistemskih usluga za zaštitu sliva (Suhardiman et al., 2013).

Postoje mnogobrojni razlozi za vrednovanje ekosistemskih usluga, uključujući i ekonomičnu analizu političkih odluka; trendove u merenju blagostanja; kreiranje tržišta poput naplate ekosistemskih usluga; ili jednostavno, usmeravanje pažnje na troškove gubitka ekosistema. Međutim, u onoj meri u kojoj se vrednovanje primenjuje kako bi se informisalo o ekonomskim odlukama, ono se mora vezivati za razmenu ili kompromis i za definisani prelazak iz jedne situacije u drugu. Drugim rečima, bitna informacija jeste kako *promene* u blagostanju utiču na *promene* u stanju prirodne sredine, a ne apsolutna vrednost datog stanja u svetu (Mullan, 2014).

Pored potrebe za kvantifikovanjem uticaja dobrobiti definisane promene u obimu ili stanju ekosistema, još jedan razlog zašto se studije trebaju fokusirati na marginalne promene jeste činjenica da vrednost resursa ili usluge neće ostati konstantna već će se menjati u vremenu i prostoru. Kao prvo, kao što je rečeno pod tačkom 3), marginalna vrednost će zavisiti od ukupne dostupne količine. Očekuje se

da će se marginalna vrednost povećati kako resursa bude sve manje ili nakon što opadne broj raspoloživih rezervnih lokacija. Kao drugo, pokušaji da se vrednuju ekosistemske usluge nailaze na izazove s obzirom da postoje pragovi ispod kojih usluge koje pruža neki ekosistem dramatično opadaju ili ekosistem u potpunosti prestaje da funkcioniše. Standardne ekonomske metode za netržišno vrednovanje ne nude dobra rešenja za ovaj problem. Tipično, ekonomske vrednosti se smatraju bitnima za marginalne promene u nekritičnom rasponu dok bi alternativna pravila odlučivanja poput Principa predostrožnosti ili Standarda bezbednog minimuma bila prikladnija ukoliko je ekosistem blizu tog praga. Međutim, mali broj studija je pokušao da eksplicitno objasni nelinearne elemente u vrednovanju ekosistemskih usluga (Barbier et al., 2008; Koch et al., 2009).

Vrednosti ekosistemskih usluga variraju u zavisnosti od drugih karakteristika prostora i vremena u kojima se vrednuju. Na primer, 100 hektara netaknute šume može obezbediti veoma malu direktnu vrednost ljudima ako je udaljena od stanovništva, u zemlji gde politička nestabilnost odvraća turiste od dolaska. Međutim, ako bi se ona nalazila u gornjim delovima gusto naseljenog sliva, ili u zemlji atraktivnoj za ekoturizam i sa dobrim pristupima putevima, vrednost bi bila mnogo veća. Tačnije, antropocentrična priroda ekosistemskih usluga znači da njihova vrednost zavisi ne samo od usluga koje pružaju, već i od prisustva ljudi kojima te usluge koriste, a to je presudno. Fisher et al., (2009), naglašavaju ovo praveći razliku između ekosistemskih *usluga* i ekosistemskih *pogodnosti.* Usluge su ekološki fenomeni poput regulacije klime ili prečišćavanja vode; one se mogu, a i ne moraju koristiti direktno. Pogodnosti su načini na koje ljudi koriste ekosistemske usluge kako bi poboljšali svoje blagostanje. Ovo obuhvata upotrebu čiste pijaće vode ili rekreaciju; upotrebu vodnih tokova za stvaranje struje ili navodnjavanje; ili prednosti stabilne ili pogodne klime u smislu povećane proizvodnje useva. Količina pogodnosti očito zavisi od obima u kom ljudi koriste usluge. Štaviše, sticanje prednosti će često zavisiti od dostupnosti kapitala ili radne snage koji se moraju koristiti zajedno sa ekosistemskim uslugama kako bi se pobošljalo blagostanje (Pramova et al., 2012).

Mora postojati uspostavljena ravnoteža u snabdevanju različitim šumskim ekosistemskim uslugama, jer u suprotnom, što može dovesti do tenzije između korisnika tih usluga, naročito ako su oni iz bitno drugačijih populacija. Na primer, zabrana sakupljanja drva za ogrev za potrebe vezivanja ugljenika će verovatno izazvati negativni uticaj na siromašna domaćinstva dok će globalno stanovništvo imati određenu korist. Vrednost ekosistemskih usluga će varirati u prostoru i vremenu kao funkcija 1) vrste usluge; 2) karakteristika ekosistema i pejzaža npr. raznovrsnost vrsta, topografija; 3) karakteristika korisnika npr. količina prihoda, demografski podaci, ekonomska struktura, kultura; i 4) konteksta, konkretno dostupnost rezervnih i komplementarnih lokacija. Ove razlike takođe pokazuju da uopšteno gledano nije dobro množiti vrednosne jedinice (npr. $ po hektaru) sa ukupnom posmatranom površinom datog ekosistema. Isto tako je veoma teško preneti vrednosti sa jedne lokacije na drugu, naročito kako se povećavaju razlike između lokacija. Za lokacije sa sličnim karakteristikama, i u smislu ekosistema i ljudske populacije, prihvatljivo je preneti funkcije dobiti, kontrolišući razlike koje

zaista postoje. Međutim, najčešće neće imati smisla prenositi vrednosti između lokacija koje se veoma razlikuju, na primer između umerenih ili razvijenih i zemalja u razvoju (Mullan, 2014).

Korisnici promena na lokaciji ili u lokalnim uslugama poput zaštite zemljišta i regulacije vodnih tokova koje se dešavaju sa promenom upotrebe zemljišta u okviru pojedinačnog sliva, relativno jednostavno će biti identifikovani. Međutim, kod ekosistemskih usluga poput uticaja na kvalitet vazduha ili zaštite vrsta, čiji su korisnici globalni ili se ne nalaze na toj lokaciji, procena vrednosti i upravljanja će biti kompleksnije. Kao prvo, vrednosti će varirati od pojedinca do pojedinca zbog različitih karakteristika i preferencija; kao drugo, prednosti koje ne potiču direktno sa lokacije će varirati sa razdaljinom; i kao treće, dostupnost rezervnih lokacija može značajno izmeniti vrednosti pruženih usluga po pojedinačnoj lokaciji (Mullan, 2014).

Dokaz o srazmerama ove blagodeti pokazuje da domaćinstva u blizini šuma ili koja se nalaze u šumama zapravo najviše profitiraju. Ta korist je višestruka, naročito kada je reč o smanjenju respiratornih i bolesti koje se prenose putem vode ili insekata i kada je reč o naprecima u poljoprivrednoj proizvodnji. Domaćinstva koja se nalaze u nizvodnim područjima šumskih slivova takođe mogu imati velike koristi u pogledu poboljšanja zdravlja i bezbednosti kao i veće energetske sigurnosti (Mullan, 2014).

Siromašna domaćinstva imaju najviše koristi od šumskih ekosistemskih usluga jer često zavise od poljoprivrede ili ribolova (tamo gde šume povećavaju produktivnost) i podložna su negativnim uticajima na zdravlje i povećanom riziku od prirodnih katastrofa koje mogu nastati kao posledica krčenja šuma (Mullan, 2014).

Politika očuvanja šuma u velikim razmerama, usmerena na primer ka smanjenju emisije ugljenika, smanjila bi količinu prihoda koju zemlje u razvoju mogu ostvariti krčenjem šuma zbog poljoprivrede ili dobijanja drvne građe. Ovo se može sagledati i kao ograničenje za razvojni potencijal siromašnih ruralnih domaćinstava i zajednica u zamenu za ostvarivanje globalnog javnog dobra. Iako programi izbegavanja krčenja šuma mogu smanjiti šanse za stvaranje prihoda lokalnim domaćinstvima i firmama zabranom korišćenja zemljišta za poljoprivredu i prikupljanje drvne građe, oni takođe doprinose važnim razvojnim ciljevima poput poboljšanja zdravlja, fizičke bezbednosti, sigurnosti snabdevanja hranom i energijom i u nekim slučajevima pronalaženju alternativnih načina ostvarivanja prihoda. Suprotno tome, značaj ekosistemskih usluga za fizičko blagostanje znači da tekuće krčenje šuma u zemljama u razvoju donosi lokalnim zajednicama i koristi i troškove. Kao posledica toga, primena REDD+ mehanizama za podsticanje očuvanja šuma i kompenzaciju za propuštene ekonomske prilike koje pruža očuvanje šuma koje zemlje pod šumama dobrovoljno prihvataju i primenjuju, imaće značajne prednosti i za zajednice koje se nalaze blizu zaštićenih šuma (Mullan, 2014).

Pošto prednosti šumskih ekosistemskih usluga uglavnom predstavljaju nekonkurentna dobra, vrednosti značajno variraju u zavisnosti od broja stanovništva

koje oseća ovaj uticaj, s tim da je taj uticaj veći kada postoji više potencijalnih korisnika. Kao posledica toga, ukupna vrednost ekosistemskih usluga će biti najveća kod šuma u gusto naseljenim oblastima, naročito tako gde domaćinstva zavise od poljoprivrede i ribolova, a prihodi niski i/ili opasnost od prirodnih katastrofa velika (Mullan, 2014).

METODE ZA VREDNOVANJE EKOSISTEMSKIH USLUGA

Okvir ekosistemskih usluga obezbeđuje koristan način razmišljanja o vrednostima životne sredine pošto se usmerava direktno na vezu sa ljudskim blagostanjem. Međutim, pošto se sa ekosistemskim uslugama generalno ne trguje na tržištima, njegove vrednosti nisu izražene u tržišnim cenama pa iz tog razloga moraju biti procenjene na neki drugi način kako bi se mogle porediti sa drugim vrednostima u monetarnom smislu. Metode koje su kreirane za procenu netržišnih vrednosti obuhvataju metode direktne tržišne vrednosti, metode otkrivenih preferencija i metode iskazanih preferencija. One se razlikuju u izvoru informacija koji je korišten kako bi se odredio obim promene blagostanja koje su pojedinci doživeli ili promene u dobiti koje su preduzeća ostvarila (Mullan, 2014).

Metode direktne tržišne vrednosti kombinuju informacije o uticaju promena u ekosistemskim uslugama na proizvodnju ili potrošnju proizvoda sa tržišnom cenom tih proizvoda. Najčešće primenjivana od ovakvih metoda jeste promena produktivnosti, ili pristup proizvodne funkcije, gde se koristi teorijski model ili regresiona analiza kako bi se procenili fizički uticaji promena u ekosistemskim uslugama na ekonomsku delatnost, i odgovarajuća vrednost tih nastalih promena za ekonomske rezultate. Na primer, Pattanayak i Kramer (2001) procenjuju uticaj promena u dostupnosti vode za navodnjavanje na zaradu od ratarstva u Indoneziji, dok Pattanayak i Wendland (2007) procenjuju uticaj promena u kvalitetu vode na zdravlje ljudi. Slični modeli se koriste za procenu izbegnute bolesti ili smrtnosti, npr. Frankenberg et al., (2005) koriste panel regresiju kako bi procenili razliku u rasprostranjenosti respiratornih tegoba u regionima i vremenske periode sa i bez šumskih požara. Ovi uticaji se mogu vrednovati na osnovu troškova lečenja ili izgubljenih radnih dana ili predstaviti u nemonetarnom smislu kao rizik od bolesti ili kao broj obolelih. Prednost ove metode jeste u tome što ona neposredno vrednuje promene u blagostanju i može biti jednostavna za primenu ukoliko se shvati funkcija proizvodnje. Međutim, kvantitativne informacije o vezi između stanja ekosistema i ljudske aktivnosti ili rezultata često izostaju (Mullan, 2014).

Metode otkrivenih preferencija određuju vrednosti pojedinaca kod netržišnih proizvoda na osnovu posmatranja njihovih izbora na postojećim tržištima. Metode putnih troškova koriste varijacije u posetama rekreativnim mestima kao povećanje putnih troškova (ili vremena provedenog u putu) kako bi izradili krivu potražnje koja prikazuje kako marginalna dobit koju određeni rekreativni centar ostvaruje varira sa brojem poseta. Površina obuhvaćena krivom potražnje se može upotrebiti za procenu ukupne dobiti koju posetioci dobijaju posetom reakreativnom centru. Precizna procena je teško izvodiva ako se putuje iz više razloga ili ako

pojedinci koji imaju najveće preferencije ka tim lokacijama izaberu da žive blizu tih lokacija. Metode hedonističkih cena primenjuju regresionu analizu da bi procenile na koji način cene tržišnih dobara variraju sa variranjem ekoloških atributa koji se dovode u vezu sa tim tržišnim dobrima. Najčešća primena je procena uticaja ekološkog kvaliteta, npr. zagađenja (Harrison Jr i Rubinfeld, 1978) ili pristupa otvorenom prostoru (Irwin, 2002), na cene kuća. Obe ove metode otkrivenih preferencija su korisne zato što koriste stvarno delovanje kako bi odredili vrednosti. Glavni nedostatak je to što se one mogu koristiti za procenu vrednosti ekoloških pogodnosti koje se koriste u sprezi sa tržišnim dobrima ili uslugama (Mullan, 2014).

Metode iskazanih preferencija procenjuju vrednosti koristeći odgovore na pitanja o hipotetičkim tržištima i scenarijima. Nasumično vrednovanje (CV) podrazumeva direktno ispitivanje učesnika ankete o njihovoj spremnosti da plate (WTP) za ekosistemsku dobit (ili spremnost da prihvate njen gubitak). Pitanje može biti otvorenog tipa ili predstavljeno u vidu izbora da li da se fiksni iznos plati ili ne. Ekosistemski izvor se detaljno opisuje zajedno sa mehanizmom plaćanja poput povećanja poreza ili donacije kako bi se platilo za njenu zaštitu, eksploataciju i/ili održavanje (Mullan, 2014). Kreiranje izbora je slično, ali ispitanici dobijaju niz izbora sa varirajućim ekološkim osobinama i različitim cenama. Istraživač tako može da proceni promenu u spremnosti za plaćanjem kako se menjaju ekološki atributi. Osnovna prednost je u tome što se ove metode mogu koristiti za vrednovanje bilo kojeg ekosistemskog dobra ili usluge i to ne samo onih koji direktno ili indirektno utiču na tržište. Međutim, postoje značajni problemi u vezi sa potencijalnom hipotetičkom pristrasnošću (gde se odgovori razlikuju od stvarnih preferencija zato što je izbor hipotetičan, a ne onaj koji se zaista pravi), neosetljivosti prema razmerama ekološke promene, osetljivosti na metod ispitivanja i mehanizam plaćanja, i mogućom neupućenošću u data dobra (Mullan, 2014).

Prenos dobiti je najčešće primenjivana alternativa svim opisanim metodama direktnog vrednovanja. Ovo podrazumeva primenu vrednosti procenjenih na jednoj lokaciji (koristeći bilo koju metodu) na drugu lokaciju. Jednostavne jedinične vrednosti (npr. $ po hektaru) se mogu preneti ali „prenos funkcije dobiti“ima bolju teorijsku osnovu. Ukoliko se vrednosti na početnoj lokaciji procene kao funkcija karakteristika ekosistema, karakteristika korisnika i dostupnosti zamena, celovita funkcija se može preneti kako bi se objasnile razlike u ovim promenljivima na novoj lokaciji. Prenos dobiti je generalno brži i jeftiniji način od dobijanja novih procena vrednosti, ali postoji velika opasnost od pristrasnosti prilikom vrednovanja nove lokacije, naročito ako se relevantne karakteristike razlikuju od onih na prvobitnoj lokaciji (Mullan, 2014).

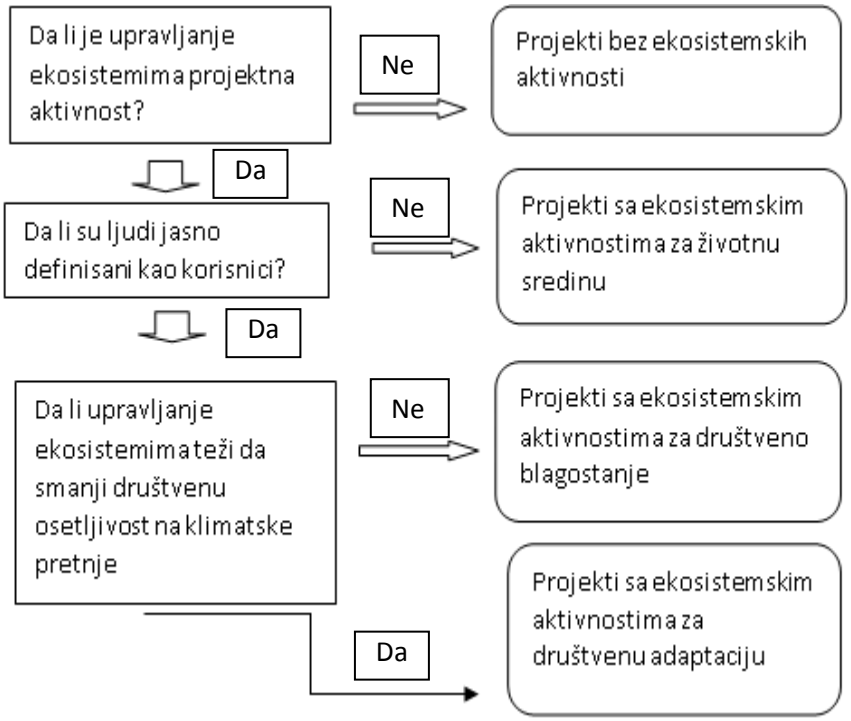
ANALIZA I UVOĐENJE *PROJEKATA SA EKOSISTEMSKOM PODRŠKOM*

Široko rasprostranjeno shvatanje važnosti ekosistemskih usluga je dovelo do različitih istraživačkih napora u cilju vrednovanja dobrobiti očuvanja ekosistema na različitim lokacijama. Ove vrednosti su neophodne za upoređivanje troškova gubitka ekosistema sa ostvarenom zaradom ili razvojnim pogodnostima u vezi sa investicijama poput raščišćavanja zemljišta u poljoprivredne svrhe ili izgradnje puteva. One su takođe bitne za pružanje podrške politikama poput naplata ekosistemskih usluga koje imaju za cilj i zaštitu prirodnih ekosistema pored ostvarivanja profita. Međutim, postoje veliki izazovi u vezi sa procenom ovih vrednosti. Konkretno, procena zahteva multidisciplinarno znanje kako bi se izgradile veze između izbora rukovodstva i stanja ekosistema, između stanja ekosistema i pružanja ekosistemskih usluga i konačno, između pružanja ekosistemskih usluga i dobrobiti za čovečanstvo. Sve ove veze su složene, veoma često nisu linearne i veoma zavise od lokacije (Pramova et al., 2012). Projekti adaptacije u kontekstu šumarstva i drugih agrošumarskih grana su danas imperativ održivog i adaptivnog gazdovanja ekosistemima usled klimatskih promena. Postoje mnogi projekti adaptacije i oni su danas dosta ispitani uz pomoć prethodno definisane klasifikacione šeme koja uključuje četiri projektne kategorije (Slika 2):

1. **Projekti bez ekosistemskih aktivnosti** su oni koji ne obuhvataju nijednu direktnu aktivnost upravljanja ekosistemima (očuvanje, obnova, održivo upravljanje). Primeri podrazumevaju izgradnju sistema za rano upozoravanje ili izgradnju meteoroloških stanica, kampanje za istraživanje i podizanje svesti, izgradnju brana i razvoj infrastrukture za zaštitu priobalnih područja ili smanjenje rizika od potencijalnih katastrofa. Uvođenje poboljšanih biljnih tj. šumskih kultura je obuhvaćeno ovom kategorijom ukoliko u tu kategoriju nije uvršteno i upravljanje ekosistemima (npr. za suzbijanje erozije zemljišta) (Pramova et al., 2012).
2. **Projekti sa ekosistemskim aktivnostima za životnu sredinu** imaju za cilj očuvanje ili obnovu ekosistema (što uključuje i smanjenje pretnji ekosistemima poput promene u korišćenju zemljišta, prekomerno lovstvo ili klimatske promene), ali ne pokazuju konkretno na koji način će lokalno stanovništvo ili društvo (na nacionalnom nivou) imati koristi od tih ekosistemskih usluga. Projekti u vezi sa ugljenikom koji imaju za cilj ublažavanje klimatskih promena putem vezivanja ugljenika se takođe svrstavaju u ovu kategoriju (osim ako se ne spominju neke druge društvene dobiti od ekosistemskih usluga pored sekvestracije ugljenika) (Pramova et al., 2012).
3. **Projekti sa ekosistemskim aktivnostima za društveno blagostanje** teže da očuvaju i obnove ekosisteme i jasno ukazuju na potencijalnu dobit za društvo od ekosistemskih usluga (npr. diversifikacija prihoda, sigurnost hrane, regulisanje vodnog toka). Ovi projekti se ne odnose konkretno na društvenu osetljivost na klimatske promene i na način na koji će ekosistemske usluge umanjiti tu osetljivost (Pramova et al., 2012).
4. **Projekti sa ekosistemskim aktivnostima za društvenu adaptaciju** teže da očuvaju i obnove ekosisteme smanjujući društvenu osetljivost na opasnosti koje proizilaze iz klimatskih promena. Ovi projekti jasno opisuju

prednosti adaptacije, kao na primer, smanjenu društvenu osetljivost na očekivane poplave, suše ili toplotne talase (Pramova et al., 2012).

Iako mnogi od ovih projekata naizgled sprovode iste aktivnosti upravljanja ekosistemima (naročito oni u 3. i 4. kategoriji), projekti su klasifikovani isključivo prema tome da li se konkretno odnose na klimatske rizike i uticaje (npr.suša) ili predviđene rezultate projekta (npr.veća sigurnost vode u uslovima suše) (Pramova et al.,2012).



Slika 2. Klasifikaciona šema za analizu projekata (preuzeto iz: Pramova et al., 2012)

Figure 2*. Classification sheme for project analysis (taken from: Pramova et al., 2012)*

PRIMERI DOBRE PRAKSE I PITANJA UPRAVLJANJA EKOSISTEMSKIH USLUGA

Veruje se da će degradacija šuma dovesti do smanjenja prilika za zaposlenje, prihoda od ekoturizma kao i do manje dostupnosti nedrvnih šumskih proizvoda i da će dovesti do povećanja cena šumskih i poljoprivrednih proizvoda,

gubitka biodiverziteta i opšteg siromaštva. Često se pominje važnost uloge koju imaju šumski proizvodi (npr.drvna građa, pruće, ratan, bambus, hrana, krmno bilje, lekovi i drvo za ogrev) i šumske usluge (npr.staništa sa biodiverzitetom, ublažavanje ekstremnih mikroklimatskih uslova, sprečavanje erozije i dezertifikacije, zaštita od vetra i pravljenje hladovine za poboljšanu poljoprivrednu proizvodnju) u društveno-ekonomskom razvoju zemlje (Pramova et al., 2012).

Uvrštavanje ekosistemskih usluga može olakšati utvrđivanje interesnih grupa povezujući rukovodioce ekosistema ili vlasnike sa zainteresovnim stranama koje predstavljaju stranu koja potražuje (Locatelli et al., 2011) i može bolje objasniti potencijalne aktere koji bi profitirali ili bili na gubitku usled nekih posebnih promena u društveno-ekološkim sistemima nastalih kao posledica klimatskih promena ili nekih drugih pritisaka (Metzger et al., 2008).

Ono što otežava nastavak procesa multisektorskog planiranja predstavlja veliku prepreku za EzA zato što on zahteva uključivanje sektora koji upravljaju ekosistemima i onih koji imaju koristi od ekosistemskih usluga. Štaviše, civilno društvo kao interesna grupa je izrazilo svoju bojazan da se nije dovoljno bavilo sistematskim i strukturalnim uzrocima osetljivosti na klimatske promene (npr. pristup zemljištu i zakup i nedostatak institucionalnih adaptivnih kapaciteta) u procesima obuhvaćenim Programima (DANIDA/GEF, 2009), a to može štetiti razmatranju EzA.

Potrebno je više nacionalne i međunarodne političke podrške kako bi se ovi pristupi uključili u proces planiranja, kako bi se prebrodili izazovi međusektorskog koordinisanja i kada je uključeno više aktera i kako bi se ubirali plodovi EzA. Zasebni ili odgovori na adaptaciju u okviru jednog sektora neće biti dovoljni za postizanje dugoročne održive adaptacije. Jake institucije sa odgovarajućim kapacitetom, osnaživanje i vlasništvo nad procesima donošenja odluka su neophodni kako bi se pružila podrška dobrim praksama koje se već sprovode te ih je neophodno uključiti u strateško nacionalno planiranje. U tom kontekstu, trebalo bi uzeti u obzir lokalne institucije kao glavne aktere u planiranju adaptacije, nadograditi njihov potencijal za efikasno utvrđivanje ugroženosti i definisati moguće odgovore na adaptaciju i moguće ishode (Pramova et al., 2012).

Finansijska podrška će biti krucijalna za poboljšanje kapaciteta, savetodavnih usluga, realizaciju i nadzor projekata. Takođe će biti neophodno nadoknaditi kompromis napravljen između kratkoročnih dobiti nastalih intenzivnim i eksploatišućim korišćenjem zemljišta s jedne strane i dugoročnih dobiti ekosistemskih pristupa u slučajevima kada će trebati da prođe više vremena da bi se ta dobit videla, poput onih koje su nastale prelaskom sa intenzivne poljoprivrede na sisteme bazirane na drveću (Verchot et al., 2007). Nakon osnivanja Fonda za zelenu klimu (Green Climate Fund), došlo je vreme da se razmatraju kriterijumi za finansiranje nacionalnih strategija adaptacije i ekosistemskih usluga u okviru njih. Kriterijumi bi mogli da obuhvate saradnju među katedrama i sektorima, spregu sa multilateralnim sporazumima za životnu sredinu, prednosti kao i uključivanje lokalnih institucija. Sve veće razumevanje načina na koje sve stanje ekosistema utiče na ljude dovelo je do pravljenja programa kako bi se nagradili odgovorni za

očuvanje putem plaćanja nadoknada za ekosistemske usluge (Pramova et al., 2012).

Postoji problem i manjka znanja i institucija za EzA. Znanje se može nadograditi na osnovu veza koje postoje između ekoloških funkcija, ekosistemskih usluga i dobiti koju stvaraju u raznim vremenskim i mesnim kontekstima i obimu. Regionalni i nacionalni podaci o vrednostima ekosistemskih usluga u uslovima klimatskih promena bi trebalo da se obezbede i da se integrišu u pristupe poput MEA. Učinkovite metode nadzora i adaptivno upravljanje će biti neophodni kako bi se omogućio proces učenja kroz delanje. Principi ekosistemskog pristupa mogu predstavljati dobru osnovu za planiranje i realizaciju. Dovoljna politička, finansijska i tehnička podrška je takođe neophodna kako bi se premostile bitne strukturalne prepreke u vezi sa institucionalnim kapacitetom, međusektorskom saradnjom i upravljanjem ekosistemima (Pramova et al., 2012). Jasno je da treba više da se učini u pogledu integracije uloge ekosistemskih usluga u adaptaciji i povećanju svesti i kapaciteta u tom pogledu ako se želi postići održiva i efikasna međusektorska adaptacija. Mnogi projekti u okviru takvog programa imaju potencijala da se zajedno pozabave problemom osetljivosti ekosistema i ljudi i da realizuju strategije u kojima otporniji ekosistemi doprinose smanjenju društvene osetljivosti na klimatske promene.

Potrebno je sprovesti više istraživanja kako bi se procenilo kada, i za koje tipove problema je EzA efikasan i učinkovit pristup. Takođe je neophodno napraviti most između „naučnog“ znanja i tradicionalnog lokalnog znanja, pošto se lokalno stanovništvo prilagođava promenama već nekoliko vekova unazad i koristi svoje ekosisteme u te svrhe. Odluke u vezi sa EzA moraju biti praćene procenama rizika, planiranjem scenarija i pristupima adaptivnog upravljanja koji sagledavaju potencijalnu potrebu pravljenja kompromisa zbog neizvesnosti (Rodriguez et al., 2006). Sveobuhvatne i efikasne metode nadziranja se moraju osmisliti i primeniti kako bi se obezbedile informacije o društveno-ekološkim sistemima i omogućilo prilagođavanje aktivnosti upravljanja u izmenjenim okolnostima (Fisher et al., 2010b).

Iako vrednost ekosistemskih usluga zavisi od prisustva ljudi koji od njih imaju koristi, različite usluge značajno variraju u smislu mesta gde se ti korisnici nalaze u odnosu na resurse. Jedna vrsta usluga samo stvara dobit za one koji fizički iskorišćavaju zemlju, na primer, usluge formiranja zemljišta povećavaju produktivnost samo onih useva koji se direktno sade na tom zemljištu. Slično tome, rekreativna upotreba šumskog područja se može pružiti samo na toj lokaciji iako korisnici ne moraju biti lokalni stanovnici ako ova lokacija privlači strane ili domaće turiste. Druga vrsta dobiti se odnosi na one koji se nalaze u blizini ekosistema (s tim da tačna definicija termina „blizu“ varira od objašnjenja „u blizini“ do „u susednoj zemlji“). Na primer, hidrološke usluge poput regulacije ili prečišćavanja vode najčešće donose dobit onima koji se nalaze nizvodno od šumskog područja; dok urbani uticaj zagađenja vazduha od peščanih oluja ili šumskih požara pokreću promene ekosistema u ruralnim oblastima. Treća vrsta usluga se proizvodi na jednoj lokaciji, ali ima globalni uticaj. Bitan primer je taloženje ugljenika koje koristi celokupnoj globalnoj populaciji, a drugi primer je biodiverzitet i to u onoj meri

koliko on obezbeđuje prirodne materijale za razvoj useva i farmaceutskog bilja ili otpornost u okviru globalnog ekološkog sistema. Egzistencijalne vrednosti – poboljšanje blagostanja koje ljudi stiču kroz saznanje da postoje vrste, divljina i kulturni resursi – takođe spadaju u ovu kategoriju (Mullan, 2014).

Kao što je prikazano u tabeli 2, ekosistemske usluge se na licu mesta lakše dobijaju privatno. Ako se usluge mogu koristiti samo na zemljištu gde su dobijene, korisnik i zemljoposednik mogu biti ista osoba i u tom slučaju, oni mogu upravljati zemljištem tako da uvećaju maksimalnu dobit. U drugom slučaju, mogu postojati i drugi korisnici kao što je to slučaj sa prikupljanjem nekih šumskih proizvoda poput gljiva, plodova, lekovitog I začinskog bilja ili sa rekreacionim aktivnostima. Međutim, karakteristika prednosti koje postoje na licu mesta zapravo podrazumeva da oni koji ne plaćaju zemljoposedniku mogu biti isključeni od uživanja u tim pogodnostima. Ovo postaje veći izazov kako se razdaljina između zemljoposednika i ekosistemske usluge povećava i širi broj korisnika jer je tad veća verovatnoća da se ekosistemske usluge neće dovoljno iskoristiti. Međutim, novi mehanizmi politike poput Naplate ekosistemskih usluga i kredita za emisiju ugljenika imaju za cilj da internalizuju prednosti zaštite šuma za zemljoposednika kako bi se pojačalo pružanje usluge (Mullan, 2014).

Tabela 2. Karakteristike šumskih ekosistemskih usluga (preuzeto iz: Mullan, 2014).

Table 2. *Characteriscs of forest ecosystem services (taken from: Mullan, 2014)*

JAVNO ⇑	Zaštita od nevremena Oprašivanje Zdravlje Ribnjaci	Biodiverzitet Ugljenik Kvalitet vode/kvantitet
PRIVATNO	Rekreacija Nedrvni šumski proizvodi Drvna građa Formiranje zemljišta	Ekoturizam
	LOKALNO ⇒ **GLOBALNO**	

Geografska raspodela ekosistemskih usluga takođe utiče na korisničke grupe. Seoska domaćinstva će generalno imati najveću korist od usluga koje se

dobijaju na licu mesta i onih koje se pružaju u blizini, dok će i seoska i gradska domaćinstva imati koristi od lokalnih, a naročito regionalnih usluga. Sve u svemu, oni koji žive najbliže šumskoj oblasti će imati koristi od više vrsta usluga dok će oni koji žive dalje, imati koristi samo na neki specifičan način, na primer, ukoliko je u pitanju kvalitet vazduha u gradovima koji se nalaze u pravcu vetra koji duva iz oblasti prokrčenih šuma. Posledica toga je takva da lokalna domaćinstva imaju najviše koristi od zaštite šuma baš zato što će imati višestruku dobit i zato što uticaj obično slabi sa većom razdaljinom. Izuzetak su situacije kada lokalno i udaljenije stanovništvo imaju različite preferencije, na primer, stanovnici grada više cene šumski park zbog potencijalnog ekoturizma dok to nije slučaj sa seoskim domaćinstvima (Mullan, 2014).

Izvan geografske lokacije, na siromašnija domaćinstva u većoj meri disproporcionalno utiču gubici ekosistemskih usluga zbog tri ključna razloga. Kao prvo, ogromne površine šuma često podrzumevaju u geografskom smislu i veliki broj siromašnih ljudi (Wunder, 2001) tako da obližnja i lokalna domaćinstva koja najviše trpe zbog promena u ekosistemskim uslugama su najčešće i relativno siromašna; kao drugo, mnoge od ovih dobiti ne prelaze više od nekoliko dolara godišnje po domaćinstvu što je zanemarljiva cifra za bogatija domaćinstva, ali je značajan deo godišnje zarade od poljoprivrede za siromašna poljoprivredna gazdinstva. Kao treće, uticaji blagostanja ekosistemskih usluga poput sprečavanja bolesti ili ublažavanja prirodnih katastrofa će često više značiti siromašnijim domaćinstvima zato što su oni ugroženiji (Mullan, 2014).

Studije koje su razmatrane u ovom radu pokazuju da je najvažniji činilac ukupne vrednosti lokalnih ekosistemskih usluga broj ljudi na koje one utiču. Osim toga, mnoge od usluga su korisne za one koji se bave poljoprivredom ili ribolovom dok ljudi koji su u opasnosti od prirodnih katastrofa takođe mogu biti značajno podložni njihovom uticaju i kao što je već rečeno, ti uticaji su jači kada je reč o siromašnim domaćinstvima. Stoga je najvažnije objasniti usluge lokalnih ekosistema u planiranju očuvanja i to 1) kad je gustina seoskog stanovništva veoma velika, i onog stanovništva blizu šume i onoga u donjim delovima istog sliva; 2) u regionima gde je visok rizik od prirodnih katastrofa; 3) u slučajevima kada su prihodi datog stanovništva veoma niski. Ovo se najčešće poklapa sa lokacijama gde su takođe visoki rizici od seče šuma i tamo gde stoga postoji potreba za preduzimanjem akcije. Kao rezultat toga, lokacije gde su vrednosti usluga lokalnih ekosistemskih najbitnije, shvatanje njihove veličine i raspodele će takođe biti od najvećeg značaja za politiku (Mullan, 2014).

Retko razmatranje ekosistemskih usluga u bilo kojim programima od nacionalnog značaja se može objasniti nedostatkom kapaciteta ili smernica za primenu pristupa za adaptaciju zasnovanih na ekosistemima. Ovaj pristup inače sadrži strategiju i okvir za odlučivanje za integrisano upravljanje zemljom, vodom i resursima za život koji promoviše očuvanje i održivu upotrebu na pravedan način kroz uvažavanje različitih socijalnih i ekonomskih faktora. To je osnovni okvir za aktivnosti u okviru CBD-a i identifikovan je kao osnova za stvaranje sinergije između tri konvencije iz Ria (koje se međusobno nadopunjuju) kako bi se postigli njegovi ciljevi (CBD, 2010). Smernice Programa snažno zagovaraju maksimalno

stvaranje prilika za povezivanje adaptacionih aktivnosti i multilateralnih sporazuma za životnu sredinu kao i potencijalno povezivanje sa drugim planovima poput Nacionalnih strategija i Akcionih planova za biodiverzitet (LEG, 2002). Sprega sa multilateralnim sporazumima za životnu sredinu se koristi kao kriterijum za rangiranje projektnih aktivnosti u procesima u okviru Programa mnogih država (sa različitom ozbiljnošću pristupa). Međutim, veoma mali broj programa u stvari prikazuje aktivnosti planiranja zasnovane na sinergijskom pristupu (Pramova, 2012).

(NE)PREPOZNATLJIVOST KONCEPTA ŠUMSKIH EKOSISTEMSKIH USLUGA U KONTEKSTU KLIMATSKIH PROMENA U ŠUMARSKOJ POLITICI REPUBLIKE SRBIJE

Očigledne klimatske promene će favorizovati određene drvenaste vrste na nekim lokacijama i predelima, dok će za druge vrste stvarati lošije uslove, dovodeći tako do znatnih promena u distribuciji šumskih drvenastih vrsta svuda u svetu. Periodi suša i toplih zima povećavaju populaciju štetočina i dalje oslabljuju šume. U šumama Srbije su detektovane promene koje se mogu pripisati uticaju klimatskih faktora. Klimatske promene koje primetno utiču na dinamiku rasta i vegetacijske pojaseve šuma, uticaće na politiku vrednovanja ekosistemskih usluga, jer takve promene će uticati i na dinamiku i razvoj šumskih ekosistema i svih elemenata koji ih čine.

Koncept šumskih ekosistemskih usluga u kontekstu klimatskih promena koji se obrađuje u ovom radu i u smernicama FAO i drugih relevantnih međunarodnih aktera nije prisutan ili je prisutan u užem smislu (kao sekundarni šumski proizvodi) u dokumentima i zakonima šumarske politike R Srbije. Pojedinačne, značajne usluge koje imaju i finansijski i društveni značaj, su mestimično pomenute u strateškim dokumentima kao što su Strategija šumarstva i Nacionalni šumarski akcioni plan. Daljom analizom postojećih zakona i pravnih dokumenata (kao što su Zakon o šumama i Zakon o šumskom reproduktivnom materijalu), možemo primetiti potpuni izostanak ovog koncepta i metode finansijskog vrednovanja ekosistemskih usluga i proizvoda šuma, te možemo predložiti sledeće:

- Neophodno je kreirati Zakon o ekosistemskim uslugama R Srbije i/ili Zakon o šumskim ekosistemskim uslugama R Srbije,
- Kreirati Nacionalnu strategiju adaptacije šumskih ekosistema i njihovih usluga R Srbije u kontekstu klimatskih promena,
- Uvesti i promovisati individualni pristup ekonomskog vrednovanja ekosistemskih usluga-identifikacija i ekonomska procena pojedinačnih ekosistemskih usluga šumskih genetičkih resursa u skladu sa ekosistemskim diverzitetom/profilom šumskih uprava na teritoriji Republike Srbije.
- Pružanje podrške šumskim upravama za harmonizovano, standardizovano i održivo praćenje šumskih ekosistemskih usluga od strane odgovornih institucija od javnog značaja.

- Uvesti i promovisati jedinstveni sistem vrednovanja i naplate šumskih ekosistemskih usluga, gde bi sav profit delile šumska uprava i Uprava za šume Ministarstva poljoprvirede Republike Srbije.
- Uputiti zaposlene u šumskim upravama o razlici šumskih ekosistemskih usluga i proizvoda.
- Vlada R Srbije bi trebala da kreira i usvoji Nacionalni akcioni program adaptacije na klimatske promene i da svoj doprinos u globalnoj borbi protiv štetnih efekata klimatskih promena.
- Pokrenuti ispitivanje stavova i mišljenja eksperata iz oblasti šumarstva o razumevanju i potrebi uvođenja koncepta šumskih ekosistemskih usluga u kontekstu šumarskih politika.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III 43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2015. godine.

LITERATURA

Balmford, A.; Fisher, B.; Green, R.E.; Naidoo, R.; Strassburg, B.; Kerry Turner, R.; Rodrigues, A.S.L. (2011): Bringing ecosystem services into the real world: an operational framework for assessing the economic consequences of losing wild nature. Environmental and Resource Economics, 48: 161–175.

Barbier, Edward B. (2007): Valuing Ecosystem Services as Productive Inputs.

Bateman, I.J.; Mace, G.M.; Fezzi, C.; Atkinson, G.; Turner, K. (2011): Economic analysis for ecosystem service assessments. Environmental and Resource Economics, 48: 177–218.

Bishop T.J. (1999): Valuing forests : A review of methods & applications in developing countries. International Institute for Environment & Development, London (4)

Bockstael, Nancy E.; A. Myrick Freeman; Raymond J. Kopp; Paul R. Portney; V. Kerry Smith (2000): On Measuring Economic Values for Nature. Environmental Science & Technology, 34 (8): 1384–1389.

Boyd, J.; Banzhaf, S. (2007): What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Ecological Economics, 63: 616–626.

Brauman, K.A.; Daily, G.C.; Duarte, T.K.; Mooney, H.A. (2007): The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services'. Annual Review of Environment and Resources, 32: 67–98.

Bremer, L.; Farley, K.; Lopez-Carr, D.; Romero, J. (2014): Conservation and Livelihood Outcomes of Payment for Ecosystem Services in the Ecuadorian

Andes: What Is the Potential for 'win–win'? Ecosystem Services, 8: 148–65. doi:10.1016/j.ecoser.2014.03.007.

CBD (2000): Report of the Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Convention on Biological Diversity, United Nations Environment Programme, Nairobi: 103–109.

CBD (2009): Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change, CBD Technical Series No. 41, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.

Costanza, R.; d' Arge, R.; De Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Paruelo, J. (1998): The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. Ecological Economics, 25 (1): 3–15.

Daily, G. C. (1997): Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Pr.Dalton, Rex. 2004. "Natural Resources: Bioprospects Less than Golden.". Nature, 429 (6992): 598–600. doi:10.1038/429598a.

de Groot, R.D.; Fisher, B.; Christie, M.; Aronson, J.; Braat, L.; Gowdy, J.; Haines-Young, R.; Maltby, E.; Neuville, A.; Polasky, S.; Portela, R.; Ring, I. (2010): 'Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation', in: P. Kumar (ed), The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Ecological and Economic Foundations, Earthscan, London, 400.

Emerton, L. (2008): Ecosystems, Infrastructure, and the Use of Economics to Influence Decision-Making, Conference Paper, Economics and Conservation in the Tropics: A Strategic Dialogue, 31 January–1 February 2008, San Francisco. Ecosystem services in the NAPAs

FAO Forestry, Unasylva (1995): Towards a harmonized definition of non-wood forest products, Issue 198:1.

Fisher, B.; Kulindwa, K.; Mwanyoka, I.; Turner, R.K.; Burgess, N.D. (2010a): Common pool resource management and PES: lessons and constraints for water PES in Tanzania. Ecological Economics, 69: 1253–1261.

Fisher, B.; Turner, R.K.; Morling, P. (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics, 68: 643–653.

Fisher, M.; Chaudhury, M.; McCusker, B. (2010b): Do forests help rural households adapt to climate variability? Evidence from Southern Malawi, World Development 38: 1241–1250.

Frankenberg, E.; McKee, D.; Thomas, D. (2005): Health Consequences of Forest Fires in Indonesia. Demography, 42 (1): 109–129.

Gill, S.E.; Handley, J.F.; Ennos, A.R.; Pauleit, S. (2007): Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. Built Environment, 33: 115–133.

Harrison, D.; Rubinfeld, D. (1978): Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air. Journal of Environmental Economics and Management, 5(1): 81–102.

Howard, M.; Taylor, E. (2010): Ecosystem-based adaptation in the seaflower marine protected area, San Andres Archipelago, Colombia: A community-based

approach, in: A. Andrade Perez, B. Herrera Fernandez, R. Cazzolla Gatti (eds), Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based Adaptation and Lessons from the Field, Gland: IUCN, 2010: 98–115.

Irwin, E. (2002): Interacting Agents, Spatial Externalities and the Evolution of Residential Land Use Patterns. Journal of Economic Geography, 2 (1): 31–54.

Jintao, X.; Tao, R.; Xu, Z.; Bennett, M. (2010): China's Sloping Land Conversion Program: Does Expansion Equal Success? Land Economics, 86 (2): 219–44.

Kenter, J.O.; Hyde, T.; Christie, M.; Fazey, I. (2011): The importance of deliberation in valuing ecosystem services in developing countries – evidence from the Solomon Islands, Global Environmental Change, 21: 505–521.

Koch, Evamaria W.; Barbier, E.; Silliman, B.; Reed, D.; Perillo, G.; Hacker, S.; Granek, E.; Primavera, J.; Muthiga, N.; Polasky, S. (2009): Non-Linearity in Ecosystem Services: Temporal and Spatial Variability in Coastal Protection. Frontiers in Ecology and the Environment, 7 (1): 29–37.

Locatelli, B.; Imbach, P.; Vignola, R.; Metzger, M.J.; Leguı´a Hidalgo, E.J. (2011): Ecosystem services and hydroelectricity in Central America: modelling service flows with fuzzy logic and expert knowledge. Regional Environmental Change, 11: 393–404.

Locatelli, B.; Kanninen, M.; Brockhaus, M.; Colfer, C.J.P.; Murdiyarso, D.; Santoso, H. (2008): Facing an Uncertain Future: How Forest and People Can Adapt to Climate Change, Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.

Locatelli, B.; Vignola, R. (2009): Managing watershed services of tropical forests and plantations: can meta-analyses help? Forest Ecology and Management, 258: 1864–1870.

MEA (2005): Ecosystems and Human Well Being: Synthesis Report, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington, DC.

Metzger, M.J.; Schroter, D.; Leemans, R.; Cramer, W. (2008): A spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of ecosystem service change in Europe. Regional Environmental Change, 8: 91–107.

Mullan, K. (2014): The Value of Forest Ecosystem Services to Developing Economies, CGD Climate and Forest Paper, Series 6, Working Paper 379, Center for Global Development

Nijkamp, P.; Vindigni, G.; Nunes, P.A.L.D. (2008): Economic valuation of biodiversity: a comparative study'. Ecological Economics, 67: 217–231.

Nunes, P.A.L.D., van den Bergh, J.C.J.M. (2001): Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? Ecological Economics, 39: 203–222.

Paavola, J. (2008): Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. Environmental Science and Policy, 11: 642–654.

Pattanayak, K.; Kramer, R. (2001): Worth of Watersheds: A Producer Surplus Approach for Valuing Drought Mitigation in Eastern Indonesia. Environment and Development Economics, 6 (1): 123–146.

Pattanayak, Subhrendu K.; Kelly J. Wendland (2007): Nature's Care: Diarrhea, Watershed Protection, and Biodiversity Conservation in Flores, Indonesia. Biodiversity and Conservation, 16(10): 2801–19.

Pramova, E.; Locatelli, B.; Brockhaus, M.; Fohlmeister, S. (2012): Ecosystem services in the National Adaptation Programmes of Action, Climate Policy, 12:4: 393-409. DOI:10.1080/14693062.2011.647848

Richman L.C. (2007): Improving Commercial Possibilities of Non-wood Forest Products from Leyte, the Philippines, Faculty of Forestry ,University of Joensuu, Joensuu (5-9)

Rodríguez, C.; Pascual, U.; Niemeyer, H. (2006): Local Identification and Valuation of Ecosystem Goods and Services from Opuntia Scrublands of Ayacucho, Peru. Ecological Economics, 57 (1): 30–44.

Rodrıguez, J.P.; Beard, T.D.; Bennett, E.M.; Cumming, G.S.; Cork, S.J.; Agard, J.; Dobson, A.P.; Peterson, G.D. (2006): Trade-offs across space, time, and ecosystem services. Ecology and Society, 11: 28.

Sanchez-Azofeifa, G.; Pfaff, A.; Robalino, J.A.; Boomhowe, J. (2007): Costa Rica's Payment for Environmental Services Program: Intention, Implementation, and Impact. Conservation Biology, 21 (5): 1165–73. doi:10.1111/j.1523-1739.2007.00751.x.

Suhardiman, D.; Wichelns, D.; Lestrelin, G.; Hoanh, C.T. (2013): Payments for Ecosystem Services in Vietnam: Market-Based Incentives or State Control of Resources?, Ecosystem Services, Payments for Ecosystem Services and Their Institutional Dimensions: Analyzing the Diversity of Existing PES Approaches in Developing and Industrialized Countries, 6: 64–71. doi:10.1016/j.ecoser.2013.06.006.

Toman, M. (1998): Special Section: Forum on Valuation of Ecosystem Services: Why Not to Calculate the Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. Ecological Economics, 25 (1): 57–60.

Turner, R.K.; Daily, G.C. (2008): The ecosystem services framework and natural capital conservation. Environmental and Resource Economics, 39: 25–35.

Turner, W.R.; Oppenheimer, M.; Wilcove, D.S. (2009): A force to fight global warming, Nature, 428: 278–279.

Verchot, L.V.; Noordwijk, M.; Kandji, S.; Tomich, T.; Ong, C.; Albrecht, A.; Mackensen, J.; Bantilan, C.; Anupama, K.V.; Palm, C. (2007): Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 12: 901–918.

Wallace, K.J. (2007): Classification of ecosystem services: problems and solutions. Biological Conservation, 139; 235–246.

Wunder, S.; Angelsen, A.; Belcher, B. (2014): Forests, Livelihoods, and Conservation: Broadening the Empirical Base. World Development. Accessed July 10.doi:10.1016/j.worlddev.2014.03.007.

Summary

FOREST ECOSYSTEM SERVICES IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE – A NEW CONCEPT FOR FORESTRY IN THE REPUBLIC OF SERBIA?

by

Branislav Trudić, Saša Orlović, Srđan Stojnić, Andrej Pilipović, Bratislav Matović, Zoran Novčić

*By August 2010, 44 undeveloped countries from Africa, Asia and part of South America had prepared **National Action Programmes for Adaptation to Climate Change** as a response to the climate change. These programmes represent the starting point in planning the adaptation at the national and subnational levels and they have to be adapted and improved bearing in mind the emergence of new information (Pramova et al., 2012). Ecosystem-based adaptation (EbA) is an approach which is still being developed and which recognises the fact that ecosystem services have a major role in the reduction of vulnerability of people to climate changes.*

In this paper, we tried to estimate the extent of potential benefits from forest ecosystem services for individuals and for communities in developing countries and we dealt with the criticism of different methods of their economic evaluation for forest administrations and beneficiaries.

Within this framework, ecosystem services are classified into four categories formed on the basis of the type of benefit they provide. More precisely, the supply services directly meet the needs for food, fresh water and fuel; regulating services indirectly contribute to health and security through regulation of the climate and diseases, purification of air and water and prevention of soil erosion; cultural services provide non-material benefits such as spiritual growth, cognitive development and recreation; and supporting services such as generation of oxygen and formation of land are necessary for maintaining all other services (Mullan, 2014).

Services of supply and regulation and cultural services directly contribute to all elements of well-being (Figure 1) and supporting services are necessary for the creation of all other services. For this reason, losses in quantity, quality and flow of ecosystem services may have a negative impact on the society (MEA, 2005).

Elements of human well-being (Figure 1) are directly linked to the extent of social vulnerability to climate change, to the exposure, vulnerability and adaptation capability (Locatelli et al., 2008). For instance, personal security and safety are linked to the exposure of people and vulnerability to catastrophes caused by the climate. Adequate income and sufficient amount of nutritious food (e.g. obtained from non-timber forest products and fish) may determine the vulnerability and possibility of adaption of the society facing climate-induced threat (e.g. drought affecting the agricultural yield) (Pramova et al., 2012).

Although economic values do not represent the only factors in decision-making, they certainly have the main role in this process as indicators of the most efficient methods of investing into the maintenance of ecosystem services (Emerton, 2008). Of course, economic

evaluation of ecosystem services should result in the more precise cost calculation and benefits from different policy options.

The framework of ecosystem services provides a useful way of considering the environmental values since it focuses directly on the link with human well-being. However, since ecosystem services are generally not traded with at the markets, their values are not expressed in market prices so therefore they have to be evaluated in some other way in order to be compared with other values in the monetary system. Methods developed for the assessment of non-market values include methods of direct market value, methods of revealed preferences and methods of stated preferences. They differ in the source of information which was used in order to determine the extent of the change in well-being individual people experienced or changes in the profit some enterprises generated (Mullan, 2014).

Adaptation projects in the context of forestry and other agri-forest branches are nowadays the priority for the sustainable and adaptive ecosystem management due to climate change.

There are many adaptation projects and they have been tested to a great extent today using the pre-defined classification scheme which includes four project categories (Figure 2): projects without ecosystem activities, projects with ecosystem activities for the environment, projects with ecosystem activities for social well-being, projects with ecosystem activities for social adaptation.

As it was shown in Table 2, ecosystem services are immediately more easily received privately. If services can be used only on the land where they were obtained, the beneficiary and landowner may be the same person and in that case, they may manage the land and thus enlarge the maximum profit. On the other hand, there may be some other beneficiaries as is the case with the collection of forest products like mushrooms, fruits, herbs and spices or with recreational activities. However, the characteristics of benefits obtainable on the spot actually imply that those who do not pay to the landowner may be excluded from enjoying these benefits.

Taking into account foreign practice and national legislation, we can make the following recommendations:

- *It is necessary to draft the Law on Ecosystem Services of the Republic of Serbia and/or the Law on Forest Ecosystem Services of the Republic of Serbia,*
- *Develop the National Strategy of the Republic of Serbia on Adaptation of Forest Ecosystems and Their Services in the context of climate change.*
- *Introduce and promote the individual approach to economic evaluation of ecosystem services – identification and economic assessment of individual ecosystem services of forest genetic resources in compliance with ecosystem diversity/profile of forest administrations in the territory of the Republic of Serbia.*
- *Provide support to forest administrations for harmonised, standardised and sustainable monitoring of forest ecosystem services by relevant institutions of public importance.*
- *Introduce and promote a unique system for evaluation and billing of forest ecosystem services where the entire profit would be shared between the forest administration and the Forestry Administration of the Ministry of Agriculture of the Republic of Serbia.*
- *Inform the employees at the forest administrations on the difference between forest ecosystem services and products.*
- *the Government of the Republic of Serbia should make and adopt the National Action Programme for Adaptation to Climate Change and contribute to the global combat against harmful effects of the climate change.*

- *Initiate the analysis of views and opinions of experts in the area of forestry regarding the understanding of the need to introduce the concept of forest ecosystem services in the context of forestry policies.*

UDK: 582.632(497.12)

Original scientific paper *Izvorni naučni rad*

DENDROCHRONOLOGICAL AND WOOD-ANATOMICAL FEATURES OF DIFFERENTLY VITAL PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) STANDS AND THEIR RESPONSE TO CLIMATE

Jernej Jevšenak[1], Tom Levanič[2]

Abstract: *Quercus robur* dieback remained not completely explained even though numerous papers have been focused on this problem. In the future, more severe and unpredictable climate conditions are expected which may additionally accelerate oaks dieback. It is essential to understand the relationship between climate and tree growth to make proper management measures. Declining and vital group of pedunculate oaks from two sites in Slovenia were compared. Comparing to the group of vital trees, group of declining trees showed superior growth in earlier stage of development which may contribute to their higher vulnerability to environmental changes. Dieback of declining trees was at first visible in ring width (RW) and latewood width (LW). Only in 1995, when final stage of mortality started, smaller conductive elements were observed. Relationship between climate and analyzed parameters (ring width, earlywood width, latewood width, total vessel area, mean vessel area and maximal vessel area) was related to site specifications and was therefore considerable different for both groups. Vital trees from slightly hilly location were responding to the mean temperatures and sum of precipitations. Declining group from lowlands in Cigonca was corresponding only to the mean monthly temperatures.

Keywords: pedunculate oak (*Quercus robur* L.), dendroclimatology, oak dieback, wood anatomy, *Querco-Carpinetum*

DENDROHRONOLOŠKA I ANATOMSKA SVOJSTVA SASTOJINA LUŽNJAKA (QUERCUS ROBUR L.) RAZLIČITIH VITALNOSTI I NJIHOVA REAKCIJA NA KLIMU

Izvod: *Propadanje Quercus robur nije u potpunosti objašnjeno, iako su brojna istraživanja bila fokusirani na ovu temu. U budućnosti, očekuju se promena klimatskih uslova koji dodatno mogu da ubrzaju propadanje hrastova. Neophodno je da se razume odnos između klime i rasta drveća da bi se donele odgovarajuće mere upravljanja. Dve grupe hrastova (propadajući i vitalni) sa dve lokacije u Sloveniji su poređene. U odnosu na grupu vitalnih stabala, grupa propadajućih stabala se pokazala kao superiornija u rastu tokom rane faze*

[1] Master Jernej Jevšenak, Dobrava 13a, SI-3214 Zreče, Slovenia, E-mail: jernej.jevsenak@gmail.com
[2] Prof. dr Tom Levanič, Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, E-mail: tom.levanic@gozdis.si

razvoja što je možda doprinelo njenoj većoj ranjivosti na promene u životnoj sredini. Propadanje stabala grupe koja je doživela mortalitet je prvo vidljivo u širini godova i širini kasnog drveta. Samo u 1995 godine, kada je počela završna faza umiranja, primećeni su uži provodni elementi. Odnos između klime i analiziranih parametara (širina godova, širine ranog drveta, širine kasnog drveta, srednje površine traheja i ukupne površine traheja) je u vezi sa specifičnostima lokaliteta i stoga se oni razlikuju kod obe grupe. Vitalna drveće na blago brdovitom terenu su reagovala na srednje temperature i sume padavina. Propadajuća grupa iz ravnice Cigonca su reagovale samo na srednje mesečne temperature.

INTRODUCTION

Forest degradation has been well discussed topic in the last decades. Among tree species, oaks showed great decrease in their vitality all over the Europe. Driving forces for oak decline in Slovenia have already been described; from air pollution (Šolar, 1977), water regime manipulations (Čater and Batič, 1999; Levanič et al., 2011), pathogenic fungus (Sedlar, 2009) to insect outbreaks (Kelenc, 2008; Komanjc, 2009). Our research was focused on differences between two differently vital groups of pedunculate oaks (*Quercus robur*) from two closely related sites in Slovenia and their response to climate.

Dendrochronological approach enables us to investigate the historical development of tree parameters and their relationship to changes in their environment. Levanič et al., (2011) explained different mortality rate in pedunculate oaks from lowlands in Cigonca with differences in growth parameters in early stage of development. Trees that were almost dead at the time of sampling had significantly wider conductive elements and tree ring widths in earlier stages of development. Čater et al., (2008) determined differences between differently vital pedunculate oaks in pre-dawn water potential (PWP), radial growth and available nutrients. Stojanović et al., (2015) connected air temperatures and water level of Sava River with growth indices of pedunculate oak in Srem (Srbija). The water level and temperature changes caused oak forest decline in last 30 years. Similarly, oak dieback was also related to decreased water level of Danube River in Northern Serbia (Stojanović et al., 2014). However, there is a lack of comparison between differently affected oaks and wood-anatomical parameters. In a recent decade, great step forward has been done in the area focused on developing wood-anatomical proxy records (for a review see Fonti et al., 2010).

Environmental changes are one of the most challenging and crucial problems of the mankind. Oaks dieback has already been linked to extreme climate conditions (e.g. Pryzbylova, 1989; Rösel and Reuther, 1995; Hartmann et al., 1989). Therefore it is essential to understand the relationship between climate and forest growth.

Our goal is (1) to estimate the differences in dendrochronological and wood-anatomical parameters between differently affected groups of oaks and (2) to determine the relationship between dendrochronological and wood-anatomical parameters and climate.

MATERIALS AND METHODS

Study objects

Two study objects were included in our research. In study object Mlače (46°18′21.43″N, 15°30′35.43″E) vital trees were sampled. Plot is located at 300 m elevation, association is determined as *Querco-Carpinetum luzuletosum.* Surface is uneven on slightly hilly location; soil type is eutric brown soil on marl. Second research object is Cigonca (46°21′51.49″N, 15°34′44.75″E) where declining trees were sampled. Cigonca is located on a flat surface at elevation 265 m. Association is classified as *Querco–roboris carpinetum*. Surface in Cigonca is plane, soil type is deep, seasonally saturated and strongly gleyed (amphigleys) on alluvial loams. In 1982 large-scale drainage manipulations happened on nearby farmland, and soon afterwards a dieback of nearby forest was observed. Both forest stands are even aged, germinated in 1860 (Mlače) and 1870 (Cigonca).

Climate data

We received climate data from Slovene Environmental Agency (ARSO). Temperature data for Maribor were extended back in time till 1900 using data from Ljubljana and spatial linear interpolation. Overlapping years were from 1961 till 2012. Using the same principle we tried to extend also precipitation data for Slovenske Konjice, but due to high spatial variability of precipitation in Slovenia the unexplained variance was too high to produce meaningful result. Therefore only data from 1961 till 2012 for monthly precipitation were used in analysis.

Sampling methods

Vital trees from Mlače were cored in October 2012. From 12 trees we took 24 cores (2 per tree) at the breast height (1.30 m), from which 18 were 5 mm thick and 6 of them were 12 mm thick and later used in wood-anatomical analysis. 5 cross sections from Cigonca were collected in 2004. All 5 sampled trees showed clear signs of ensuing mortality.

Dendrochronological analysis

Samples were air dried and sanded to a high polish in the laboratory. Digital images were taken with ATRICS system (Levanič, 2007) and later used for measurements of ring widths (RW), earlywood (EW) and latewood widths (LW) with WinDendro. Final synchronization was done in PAST-4. With COFECHA the quality of measurements and eventual mistakes were checked. RW and LW chronologies were standardized using ARSTAN. Modified negative exponential

function was used to remove non-climate factors. In further analysis standardized chronologies were used.

Wood-anatomical analysis

5 samples from Cigonca and 6 samples from Mlače were used in wood-anatomical analysis. High quality images were analyzed with ImageJ program using macro EWVA (Jevšenak and Levanič, 2014). Macro EWVA was developed as a free alternative to highly specialized and payable software for analyzing earlywood conduits. Our macro enables automatized recognition of earlywood and effective analysis of vessels of ring porous species. Macro is presented in the paper Jevšenak and Levanič, (2014) it is free and could be provided by contacting the authors.

After measurements the following parameters were calculated using R program: total vessel area (TVA), mean vessel area (MVA), and maximal vessel area (MxVA) which included only the biggest vessel from each annual ring. The smallest vessel area included in analysis was set as 0.01 mm^2.

RESULTS

Dendrochronological and wood-anatomical parameters

The differences between vital and declining trees were determined in diameter increment and wood-anatomical features. Declining group showed higher RW, EW and LW in earlier stages of development. Vital group showed the tendency of increasing RW, EW and LW, while declining group showed the tendency of decreasing values (Figure 1). Obvious collapse in values of RW and LW of declining trees is visible in year 1982 (Figure 1), when large-scale drainage manipulations happened on nearby farmland.

Wood-anatomical analysis additionally explained differences in vitality and growing patterns. Declining group from lowlands had constantly higher values in MVA and MxVA till 1995, when all the values for declining group drastically dropped (Figure 2b and 2c). Parameter TVA started to drop in 1982, but more obvious decline also happened in 1996 (Figure 2a). Parallel behavior of chronologies from both sites is more obvious in the years before dieback in Cigonca.

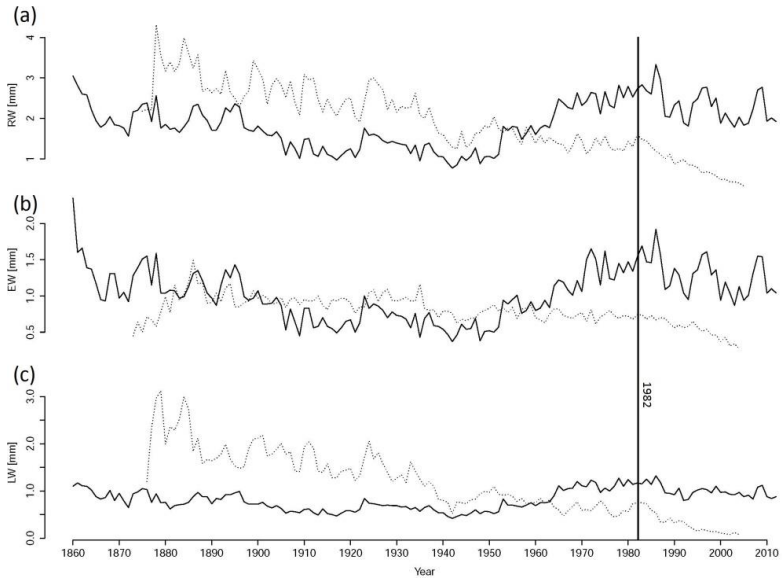


Figure 1. Tree-ring widths (a), earlywood widths (b) and latewood widths (c) of declining (dotted line) and vital (full line) trees.

Slika 1. *Širine prstenova (a), širine ranog drveta (b) i širine kasnog drveta (c) kod odumirućih (tačkasta linija) i vitalnih (puna linija) stabala*

Climate signal

Cigonca

Relationship between climate and growth parameters shows which climate variables are limiting factors in specific forest stands. Declining group from lowlands is significantly responsive only to the mean monthly temperatures. Dendrochronological parameters of declining group are responsive mostly to the temperatures in August of the current year. In general, spring and summer temperatures seem to have the highest influence on parameter values in Cigonca. Based on seasonal values, LW showed slightly stronger connection to temperatures than RW, but the highest linkage to climate showed EW which was also significantly correlated to the temperatures at the end of the previous growing season. All significant correlation coefficients were strictly negative. Significant correlations between chronologies from declining group and monthly precipitation were not found (Table 1).

In general, wood-anatomical parameters showed higher dependence on temperatures for declining group. The highest linkage showed TVA which values are strongly correlated to the temperatures at the end of previous growing season and also at the time of current growing season. Similar pattern showed also MVA and MxVA but with smaller and less significant correlation coefficients (Table 1).

The only significant correlation with the monthly precipitation was found for June of the current growing season.

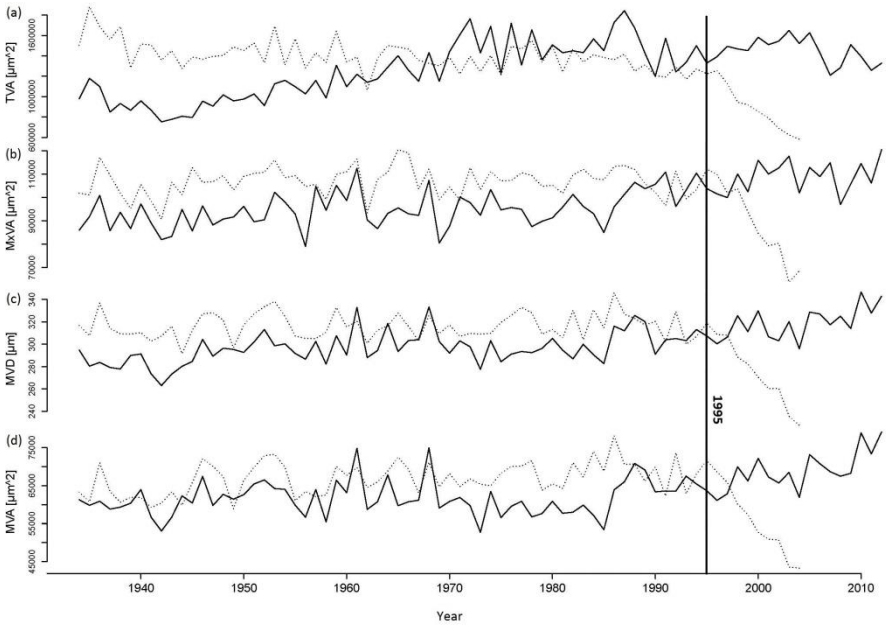


Figure 2. Total vessel area (TVA), mean vessel area (MVA) and maximal vessel area (MxVA) for vital (full line) and declining group (dotted line) for period 1934 – 2012(2004). Declining group had bigger conductive elements till the 1995 when final mortality stage started.

Slika 2. *Ukupna površina snopića (TVA), srednja površina snopića (MVA) i maksimalna površina snopića (MxVA) za vitalnu (puna linija) i odumiruću grupu (istačkana linija) za period 1934-2012(2004).Odumiruća grupa je imala veće sprovodne elemente do 1995 kada je počela finalna faza odumiranja*

Mlače

Vital group is responsive to the mean temperatures and sum of precipitations. Mean July temperature has the strongest influence on RW and LW. RW and LW capture climate signal to a similar extent. The highest correlation was found between RW and June precipitation. All significant correlation coefficients in Mlače are positive (Table 1).

Wood-anatomical parameters showed higher responsive rate to the temperatures than RW, EW and LW. The highest correlation value for a single month was calculated for April (r = 0.60) for parameter MVA. Also temperatures at the end of the previous growing season; in July and August showed significant positive influence on conductive elements (Table 1).

Table 1. Correlation coefficients (r) between environmental variables and dendrochronological parameters*
Tabela 1. *Korelacioni koeficijenti (r) između klimatskih promenljivih i dendrohronoloških parametara**

		WOOD-ANATOMICAL PARAMETERS *ANATOMSKI PARAMETRI*												DENDROCHRONOLOGICAL PARAMETERS *DENDROHRONOLOŠKI PARAMETRI*											
		TEMPERATURES *TEMPERATURE*						PRECIPITATION *PADAVINE*						TEMPERATURES *TEMPERATURE*						PRECIPITATION *PADAVINE*					
		Vital *Vitalna*			Declining *Odumiruća*			Vital *Vitalna*			Declining *Odumiruća*			Vital *Vitalna*			Declining *Odumiruća*			Vital *Vitalna*			Declining *Odumiruća*		
		TVA	MVA	MxVA	TVA	MVA	MxVA	TVA	MVA	MxVA	TVA	MVA	MxVA	RW	EW	LW	RW	EW	LW	RW	EW	LW	RW	EW	LW
PGS	Jul	0.27	**0.46**	**0.48**	-0.27									0.28	0.21	**0.30**		-0.23							
	Aug	0.33	**0.47**	**0.50**	**-0.57**	-0.29	-0.36							0.29	0.23	0.28	-0.29	**-0.47**							
	Sep		**0.36**	0.23																					
	Oct		0.28	**0.38**	-0.25		-0.24							0.27	0.19	**0.33**									
Growing season *Vegetacioni period*	Jan	0.27		0.33					**-0.33**	-0.29				0.19	0.22										
	Feb		0.23	0.34						-0.32								-0.21		0.28		0.32			
	Mar		**0.36**	**0.51**						-0.32							-0.21	-0.27							
	Apr		**0.60**	**0.39**	-0.24												-0.23	**-0.30**							
	May		0.29	0.31	**-0.48**		-0.26							0.21	0.21			**-0.34**	-0.20						
	Jun		**0.47**	**0.50**	-0.32	-0.33	-0.34						0.31				-0.30	-0.27	**-0.36**	**0.51**	**0.47**				
	Jul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.29	0.22	0.29		-0.22	-0.21						
	Aug	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	0.22	0.22	**-0.35**	**-0.52**	**-0.32**						

Labels: wood-anatomical parameters: total vessel area (TVA), mean vessel area (MVA) and maximal vessel area (MxVA); dendrochronological parameters: ring-width (RW), earlywood width (EW), latewood width (LW). Previous growing season (PGS). Correlation coefficients with $p \leq 0.05$ are displayed; bold coefficients have $p \leq 0.001$.
Oznake: anatomski parametri: ukupna površina snopića (TVA), srednja površina snopića (MVA), maksimalna površina snopića (MxVA); dendrohronološki parametri: širina prstena (RW), širina ranog drveta (EW), širina kasnog drveta (LW). Prethodni vegetacioni period (PGS). Predstavljeni su koeficijenti korelacije sa $p \leq 0.05$; podebljani koeficijenti imaju $p \leq 0.001$.

Sum of precipitation in January has a negative effect on MVA and MxVA. The impact of winter and spring precipitation on TVA is insignificant (Table 1).

DISCUSSION

Before onset of growth decline, declining group had a higher growth rate and larger conductive elements in comparison to the vital group from Mlače. Despite the minor differences in soil type and slope between sites Mlače and Cigonca, our finding from Mlače are in accordance with Levanič et al., (2011) where faster growing trees from Cigonca in younger stages showed higher vulnerability to droughts in later developmental stages. Some authors (e.g. Tyree and Zimmerman, 2002; Hacke and Sperry, 2001; Cochard, 2006) concluded that bigger conductive elements are more likely to be effected by cavitation, which could also help explaining mortality of oaks from Cigonca.

Large-scale drainage manipulations in 1982 and afterwards a decrease in the groundwater table caused dieback of oaks in Cigonca. Čater and Batič, (1999) also confirmed relationship between ground water table and degree of vitality. Physiologically weakened and with water less supplied trees are more likely to succumb to stressful ecological factors (Čater and Batič, 1999). The consequences of drainage manipulations were at first visible in RW, LW and TVA. Only in 1995 signs of dieback were visible in a decreasing dimensions of conductive elements. It seems like trees compensated their reduced vitality mostly by reducing LW, RW and dimensions of the conductive tissues. Conductive elements, in particular, are vital for survival since they supply all parts of the tree with water and minerals and tree will maintain its vessels using different survival strategies, one of them is also reduction of size, in our case, this happened after 1995. No extreme climate conditions were reported in years around 1995.

Understanding limiting factors may help us to explain oak dieback and to predict the future vitality in relation to the environmental changes. Tree parameters from both sites were correlated with average monthly temperatures, while trees from Mlače were additionally correlated to monthly sum of precipitation. Wood-anatomical parameters showed higher correlation to temperature for vital group than RW, EW and LW. However, declining group from Cigonca showed somehow similar degree of connection between temperatures and both types of parameters. We assume those differences are site-specific and could not be generalized.

In Cigonca negative influence of above average temperature on RW, EW, LW and wood-anatomical parameters was observed, but this phenomenon has to be interpreted with caution, since temperatures have increasing trend and growth parameters are decreasing. This could be causing false correlations. In fact, additional analyses confirmed our speculations.

EW and wood-anatomical parameters showed significant correlations with temperatures at the end of the previous growing season. This dependence is usually linked to oaks characteristic to start EW production before bud breaks (Wareing,

1951; Aloni, 1995), although some novel papers (Sass-Klassen et al., 2011) put doubts on that well accepted fact.

Dimensions of the conductive elements from both sites are slightly more dependent on temperatures at the time of their formation than on temperatures at the end of the previous growing season. Similar findings were reported from Matisons and Dauškane, (2009). Sum of precipitation at the end of the previous growing season did not show any influence on conductive elements. Many authors claim the strongest climate signal for oak species comes from LW (e.g. Eckstein and Schmidt, 1974; Zhang, 1997; Nola, 1996). However, our research did not confirm those findings. Declining group had the strongest climate signal in EW, while vital group captured climate signal mostly in RW and LW.

Some high correlations, like dependence between summer temperature and EW, are difficult to explain (e.g.). Recent research showed that last earlywood vessels in oak are produced in May (Gričar, 2008; Sass-Klaassen et al., 2011). Thus having a high correlations between earlywood vessels and summer temperature could be statistical artefact or could be related to multicollinearity among dendrochronological and wood-anatomical parameters (Tardif and Conciatori, 2006).

CONCLUSIONS

Declining and vital group of pedunculate oaks from two *Querco-Carpinetum* sites in Slovenia showed different growth characteristics in earlier stage of development. Declining group had higher growth rate and larger conductive elements in comparison to vital group from Mlače. Superior growth in earlier stages of development may contribute to higher vulnerability to environmental changes. Water regime changed in 1982 was at first visible in reduced RW and LW. EW and TVA showed only slightly decreasing values which were constantly dropping till the 2004. MVA and MxVA showed tree mortality only in 1995. Reduced vitality was therefore not compensated with smaller conductive elements. Both sites showed different response to climate variables. Response to climate is more related to site specifications than to tree species. We believe groundwater table should be more often taken into an account. Negative influence of precipitation on vessel size in Mlače could be better understood with wood anatomical research accompanied with precise daily climate data. Negative influence of temperatures on all analyzed parameters in Cigonca is caused by the opposite trends of increasing temperatures and decreasing growth variables connected with the dieback.

REFERENCES

Aloni R. (1995): The induction of vascular tissues by auxin and cytokinin. V: Plant Hormones. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 531-546

Cochard H. (2006): Cavitation in trees. Comptes Rendus Physique, 7: 1018-1026

Čater M.; Bobinac M.; Levanič T.; Simončič P. (2008): Water status, nutrients and radial increment of pedunculate oak (Quercus robur L.) in northern Serbia and comparison with selected sites in Slovenia. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87: 135-144

Čater M.; Batič F. (1999): Some ecophysiological stress indicators of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in the north eastern of Slovenia. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 58: 47-83

Eckstein D.; Schmidt B. (1974): Dendroklimatologische Untersuchungen an Stieleichen aus dem maritimen Klimagebiet Schleswig-Holsteins. Angewandte Botanik, 48: 371-383

Fonti P.; Arx G.; García-González I.; Eilmann B.; Sass-Klaassen U.; Gärtner H.; Eckstein D. (2010): Studying global change through investigation of the plastic responses of xylem anatomy in tree rings. New Phytologist, 185: 42-53

Gričar J. (2008): Xylogenesis dynamics in sessile oak during 2007. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 86: 45-50

Hacke U. G.; Sperry J. S. (2001): Functional and ecological xylem anatomy. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematic, 4: 97-115

Hartmann G.; Blank R.; Lewark S. (1989): Eichensterben in Norddeutschland, Verbreitung, Schadbilder, mögliche Urschauen. Forst und Holz, 44 (18): 475-487

Jevšenak J., Levanič T. (2014): Macro EWVA - an effective tool for analysis of earlywood conduits of ring porous species. *Acta silvae et ligni*, 104: 15-24

Kelenc J. (2008.): Health condition of lowland penduculate oak (*Quercus robur* L.) forests in forest - economy unit Ravensko: graduation thesis - higher professional studies. (University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources). Ljubljana: 97 p.

Komanjc B. (2009): Impact of some biotical factors (*Insecta: Coleoptera*) on the oaks decline (*Quercus spp*.) in the lower karst: graduation thesis - higher professional studies. (University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources). Ljubljana: 64 p.

Levanič T. (2007): ATRICS – a new system for image acquisition in dendrochronology. Tree Ring Research, 63 (2): 117-122

Levanič T.; Čater M.; McDowell N. G. (2011): Associations between growth, wood-anatomy, carbon isotope discrimination and mortality in a Quercus robur forest. Tree Physiology, 31: 298-308

Matisons R.; Dauškane I. (2009): Influence of climate on earlywood vessel formation of Quercus robur at its northern distribution range in central regions of Latvia. Biology, 753: 49-58

Nola P. (1996): Climatic signal in earlywood and latewood of deciduous oaks from northern Italy. V: Tree Rings, Environment and Humanity. Dean J.S., Meko D.M. in T.W. Swetnam (ur..). Tucson, Univ. Arizona, Radiocarbon. Dept. of Geosciences: 249-258

Pryzbyl K. (1989): Wplyw warunkow klimatycznych na zamieranie debow w Polsce oraz symptomy choroby. Arboretum Kornickie, 34: 143-160

Rösel K., Reuther M. (1995): Differentialdiagnostik der Schäden an Eichen in der Donauländern: Schlussbericht, GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, GmbH. Oberschleißheim: 381 p.

Sass-Klaassen U.; Sabajo C. R.; Ouden J. (2011): Vessel formation in relation to leaf phenology in pedunculate oak and European ash. Dendrochronologia, 29: 171-175

Sedlar I. (2009): Dieback of sessile oak (Quercus petraea) in the local unit Adlešiči: graduation thesis - university studies. (University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources). Ljubljana.: 53 p.

Stojanović D. B.; Levanič T.; Matović B.; Orlović S. (2015): Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. European Journal of Forest Research, 134: 555-567

Stojanović D. B.; Levanič T.; Matović B.; Galić Z.; Bačkalić T. (2014): The Danube water level as a driver of poor growth and vitality of trees in the mixed pedunculate oak-turkey oak stand. Šumarstvo, 3-4: 153-160

Šolar M. (1977): Poškodbe vegetacije (gozdov) vsled onesnaženja zraka, 4, Mežiška dolina, Ljubljana: Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti: 30 p.

Tardif J.C.; Conciatori F. (2006): Influence of climate on tree rings and vessel features in red oak and white oak growing near their northern distribution limit, southwestern Quebec, Canada. Canadian Journal of Forest Research, 36: 2317-2330

Tyree M. T.; Zimmerman M. H. (2002): Xylem structure and the ascent of sap. 2nd ed. New York, Springer-Verlag: 283 p.

Wareing P. F. (1951): Growth studies in woody species. IV. The initiation of cambial activity in ring-porous species. Physiologia Plantarum, 4 (3): 546-562

Zhang S. Y. (1997): Variations and correlations of various ring width and ring density features in European oak: implications in dendroclimatology. Wood Science and Technology, 31: 63-72

Rezime

DENDROHRONOLOŠKA I ANATOMSKA SVOJSTVA SASTOJINA LUŽNJAKA (QUERCUS ROBUR L.) RAZLIČITIH VITALNOSTI I NJIHOVA REAKCIJA NA KLIMU

od

Jernej Jevšenak., Tom Levanič

[1] *Dobrava 13a, SI-3214 Zreče, Slovenija, E-mail: jernej.jevsenak@gmail.com*
[2] *Prof. dr Tom Levanič, Slovenački šumarski institut, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, E-mail: tom.levanic@gozdis.si*

Propadajuća i vitalna grupa hrasta iz dve Querco-Carpinetum sastojine u Sloveniji pokazali su različite karakteristike rasta u ranijoj fazi razvoja. Propadajuća grupa imala je veću stopu prirasta i veće provodljive elemente u odnosu na vitalnu grupu iz Mlača. Brži rast u ranijoj fazi razvoja može da doprinese većoj ranjivosti na promene u životnoj sredini. Promena režima voda 1982. godine je prvo bila vidljiva u smanjenoj širini godova i širini kasnog drveta. Rano drvo i površina traheja pokazali su blago opadanje koja ja nastavljena sve do 2004. Prosečna i maksimalna površina traheja je ukazala da će doći do mortaliteta stabala nakon 1995. godine. Smanjena vitalnost stoga nije mogla biti kompenzovana sa manjim provodljivim elementima. Obe sastojine su pokazale drugačiji odgovor na klimatske promenljive. Odgovor na klimu je bio u vezi sa specifičnostima lokaliteta. Verujemo da nivo podzemnih voda treba dodatno razmotriti. Negativan uticaj padavina na veličinu traheja na lokalitetu Mlače bi se bolje mogao razumeti dopunom ksilogenetskim istraživanjima u kombinaciji sa preciznim dnevnim klimatskim podacima. Negativan uticaj temperature na sve analizirane parametare lokaliteta Cigonca je uzrokovan suprotnim tendencijama povećanja temperature i smanjenja prirasta zbog propadanja.

UDK: 631.4(497.11 Stara planina)

Original scientific paper *Izvorni naučni rad*

SOIL RESPIRATION MEASUREMENT IN BEECH FOREST DURING TWO VEGETATION PERIODS AT STARA PLANINA

Andrej Pilipović[1], Saša Orlović[1], Miglena Zhiyanski[2], Vlatko Andonovski[3], Zoran Galić[1]

Abstract: Stara planina presents one of the greatest mountains in Balkans spreading from Vrška Čuka to the Black sea where Western part of this mountain range is border between Serbia and Bulgaria. The research site was located at Vidlič in even-aged European beech coppice forest. In investigated stand, plot of 25x25 m area was established with 9 randomly selected where soil respiration was measured during climatically two different vegetation periods in 2013 and 2014. Measurements were performed with portable gas exchange measurement system ADC LCPro+. At the same time, evaporation, soil moisture content, soil temperature and air temperature were measured in order to correlate with soil respiration. Results showed significant impact of soil moisture content driven by climate conditions in two investigated years on soil respiration and evaporation.

Keywords: Stara planina, beech, soil respiration

DISANJE ZEMLJIŠTA U SASTOJINI BUKVE NA STAROJ PLANINI U TOKU DVE VEGETACIJE

Izvod: *Stara planina predstavlja jednu od najvećih planina na Balkanu koja se proteže od Vrške Čuke do Crnog mora. Na oglednom polju koje se nalazi u jednodobnoj izdanačkoj bukovoj sastojini na Vidliču je izvršeno merenje disanja zemljišta u toku vegetacionog perioda u toku 2013. i 2014. godine. Paralelno sa merenjem disanja je vršeno i merenje evaporacije, sadržaja vlage i temperature zemljišta, kao i temperature vazduha. Rezultati su pokazali začajan uticaj sadržaja vlage u zemljištu uslovljenih kimatskim prilikama na intenzitet disanja zemljišta i evaporaciju.*

Ključne reči: *Stara planina, bukva, disanje zemljišta*

[1] Dr Andrej Pilipović, E-mail: andrejp@uns.ac.rs ; prof. dr Saša Orlović; dr Zoran Galić - University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Serbia
[2] Dr Miglena Zhiyanski - Bulgarian Academy of Sciences, Forestry Research Institute, Sofia, Bulgaria
[3] Dr Vlatko Andonovski - University Ss. Cyril and Methodius, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia

INTRODUCTION

Stara Planina (Old Balkan mountains) presents one of the greatest mountains in Balkans spreading from Vrška Čuka to the Black sea. On the western part, it presents border between Serbia and Bulgaria. According to some authors (Vidanović, 1960), western part of Stara Planina is divided to two geologically different mountains Stara Planina and Vidlič. Most common forest ecosystems are mountain beech forests, subalpine beech forests, beech-silver fir forests and spruce-silver fir forests (Horak, 2015).

The global atmospheric carbon concentration increased in previous decades due to the increase of use of fossil fuels for industrial development. Soils, containing twice as much carbon as the atmosphere, could strongly change the carbon dioxide concentration in the atmosphere due to altered carbon losses (Smith et al., 2008). Faster oxidation of soil organic matter due to global warming can therefore significantly increase atmospheric CO_2 concentration (Raich and Potter, 1995). Forests play significant role as sink for 80% of aboveground and 40% of belowground carbon (Dixon, 1994), therefore small disturbance of carbon sink in forest soils can significantly affect global carbon cycle (Ferrera et al, 2012).

Considering the fact of significance of impact of forest ecosystems on climate change and vice versa, and the importance of beech as main stand forming tree species, the aim of this research was to investigate effect of climatic conditions on soil respiration in beech stand.

MATERIAL AND METHODS

Study includes two forest stand from the network of forest ecoswystems included in the monitoring under the framework of the project entitled: „*Biosensing Technologies and Global System for Long-Term Research and Integrated Management of Ecosystems*“ (43002) financed by Ministry of Education and Science of republic of Serbia for the period 2011-2015. The stand is coppice beech forest (*Fagenion moesiace montanum*) situated at locality Vidlič at Stara planina at elevation between 990 and 1080 m_{asl}, on limestone steep terrain with N-NE exposition.

The 25x25m grid for measurement of soil respiration with 25 points was set in the selected stand in May 2011, where 10 randomly selected points were selected for measurement that were made during vegetation period (May-October) with portable gas exchange system (ADC LcPro+). The measurements were made instantaneously in the morning from 9 to 12 hours. Also, during the time of soil respiration measurement, moisture content at depth of 10cm, soil temperature (Tsoil), air temperature (Tair) and air temperature at 30 cm above the ground (T30) was measured. The measurements were performed during two different seasons: with severe drought (2013) and intensive precipitation (2014). All data were processed with Microsoft Excel and Statistica 12 software.

RESULTS AND DISCUSSION

Results of soil respiration Rs (Figure 1.) measurement showed effect of drought in 2013, where values ranged from 0,967 to 3,777 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$. During 2013, the values of R_s had constant decrease from the beginning of the vegetation period until the end. The Rs values in 2014 were significantly higher in June, July and September when compared with 2013 and ranged from 1,675 to 4,610 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$.

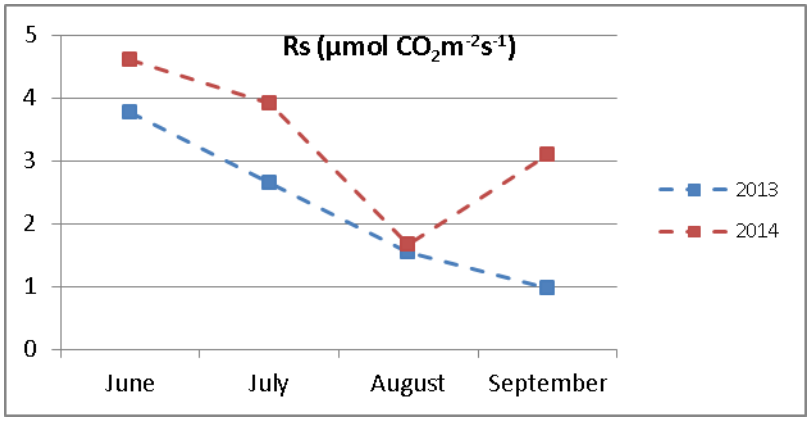


Figure 1. Soil respiration (R_s) in beech stand in vegetation seasons 2013-2014
Slika 1. *Disanje zemljišta (Rs) u bukovoj sastojini u vegetacionom period 2013-2014*

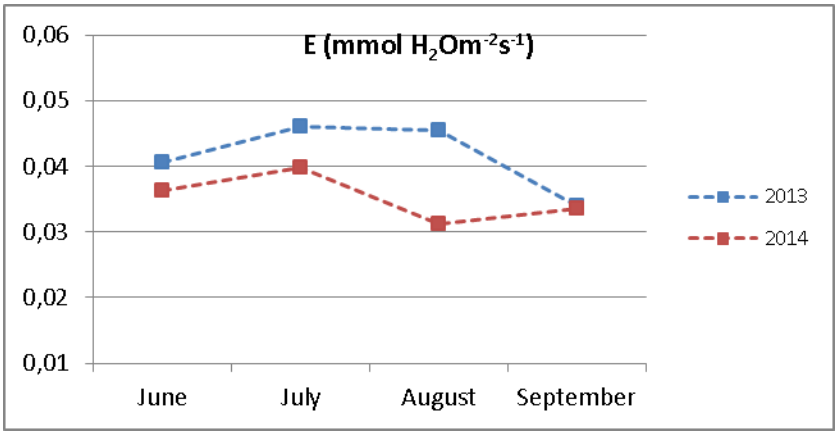


Figure 2. Evaporation (E) in beech stand in vegetation seasons 2013-2014
Slika 2. *Evaporacija (E) u bukovoj sastojini u vegetacionom period 2013-2014*

Results of soil evaporation (E) presented in figure 2. had higher values in 2013, when compared to 2014. The values in 2013 ranged from 0,033 to 0,046 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$, while in 2014 the range was lower from 0,031 to 0,039. When compared dates of measurement, only measurements in September had similar values bot in 2013 and 2014, while all other had higher values in 2013.

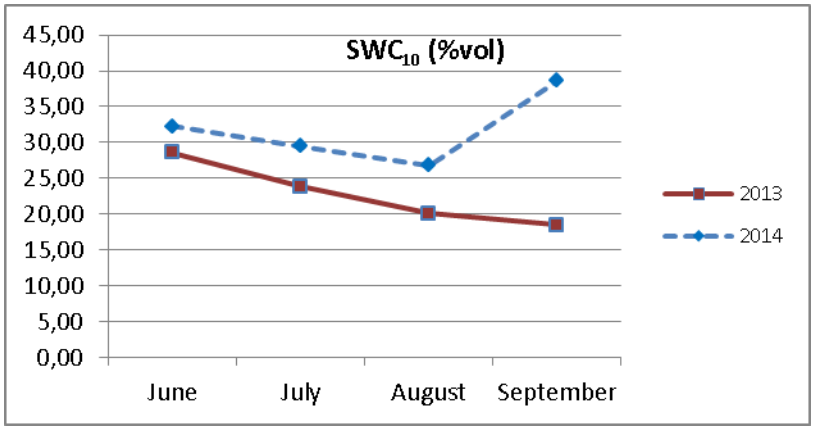


Figure 3. Soil moisture content (SWC_{10}) in top layer in beech stand in vegetation seasons 2013-2014

Slika 3. *Sadržaj vlage (SWC_{10}) u površinskom sloju zemljišta u bukovoj sastojini u vegetacionom period 2013-2014*

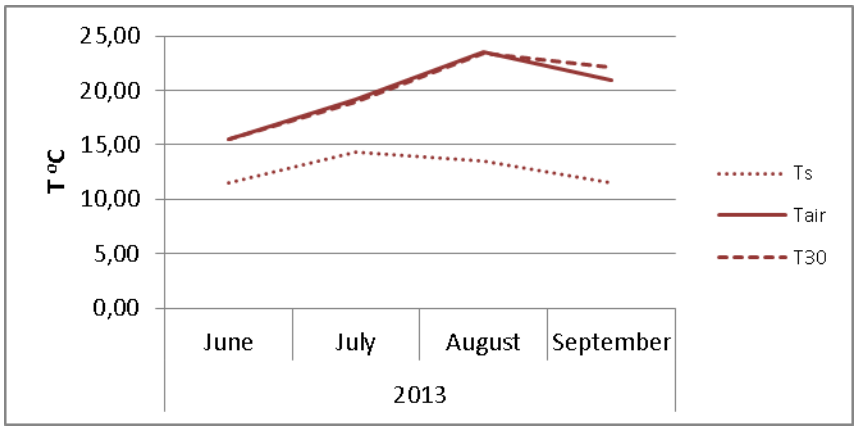


Figure 4. Soil temperature (T_s), atir temperature (T) and air temperature above soil surface (T_{30}) in beech stand in vegetation season 2013

Slika 4. *Temperature zemljišta (Ts), vazduha (T) i vazduha iznad površine zemljišta (T_{30}) u bukovoj sastojini u vegetacionom period u 2013*

The soil moisture content SWC_{10} (figure 3.) in top soli layer was significantly higher in 2014 during all four measured dates. The values ranged from 26,77%vol in August to 38,59% vol in September. The trend was decrease from June to August, and then increase in September. The soil moisture content in 2013 recorded decrease during whole vegetation period from June (28,56%vol) to September (18,48% vol).
Soil temperature T_s values in 2013 (figure 4.) ranged from 11,4°C to 14,7°C, while in 2014 (figure 5.) the range was higher from 9,9 °C to 16,4°C. As previously mentioned, the variability of soil temperature was significantly greater in 2014, when compared to 2013 what is similar to air temperature (figs. 4 and 5), where variations in 2014 caused fluctuation, while the air temperature in 2013 increased during the vegetation period and had highest value of 23,6°C in August.

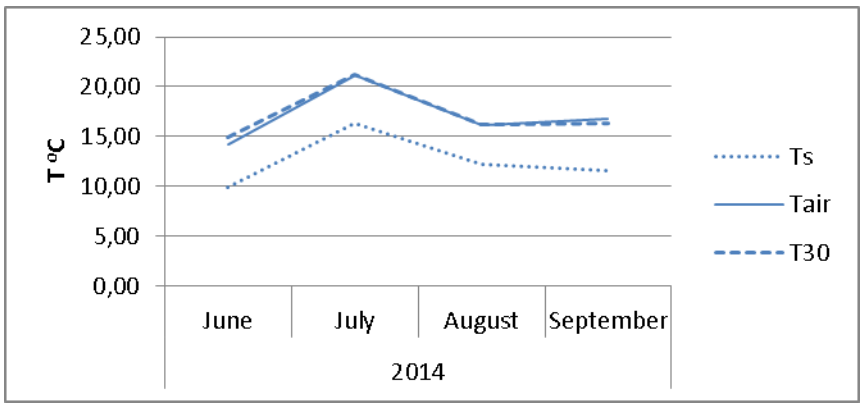


Figure 5. Soil temperature (T_s), atir temperature (T) and air temperature above soil surface (T_{30}) in beech stand in vegetation season 2014
Slika 5. *Temperature zemljišta (Ts), vazduha (T) i vazduha iznad površine zemljišta (T_{30}) u bukovoj sastojini u vegetacionom period u 2014*

Table 1 Correlation coefficients amongst investigated parameteras
Tabela 1. *Koeficijenti korelacije između ispitivanih parametara*

	T_s	E	SWC_{10}	T_{air}	T_{30}
R_s	0,0655	0,0944	0,7094*	0,5544	0,5768
T_{soil}		0,3522*	0,2298	0,6645	0,5945
E			0,3698	0,4848	0,4250
SWC_{10}				0,6548	0,7087*
T_{air}					0,9891*

*values were significant for $p<0,05$ / vrednosti su bile signifikantne za $p<0,05$

Statistical analysis of correlations showed significant dependence of soil respiration (R_s) on soil water content (SWC_{10}) with R^2=0,7094, while R_s was not dependant on soil temperature. On the other hand, evaporation (E) had significant weak correlation

with Ts (0,3533). As expected, SWC_{10} depended on air temperature above the soil surface (0,7087), while T and T_{30} were sigbificantly correlated (0,9891), as expected.

The R_s values differed between vegetation seasons with higher levels in 2014, what is influenced by drought in 2013. Soil respiration values range was between 0,967 and 4,610 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ what is less than soil respiration of boreal forest (0,4-6,9 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$) measured by Khomik et al., (2006). The decrease in August 2014 can be explained by the lowered temperatures (T_s, T and T_{30}) on the measurement date in August. The temperature effect of the soil temperature on the soil respiration shows linearity (Lloyd and Taylor, 1994) or exponetial dependence (Qi et al., 2002) in well humid soils, what explains decrease of R_s for above mentioned measuring date.

The evaporation of soils was higher in 2013 probably caused by lowered air humidity during dry seasons compared to higher air humidity in moist seasons. The soil humidity expressed through SWC_{10} was lower in 2013 with evident decreasing trend. This decrease affected soil respiration which decreased from the beginning of the vegetation period. These results are in accordance with Fenn et al. (2010) who showed that annual variation of SWC has less effect on R_s while seasonal effect of SWC is more evident during period July-September when it induces decrease of soil respiration.

The correlation between R_s and SWC_{10} was significant (0,7094), although the effect of soil temperature on soil respiration was not recorded both in correlation and multiple regressions calculations. However, the correlation between Ts and SWC10 was weak but significant (0,3522). The results of Pilipović et al., (2014) showed that soil respiration in Douglas fir-spruce plantation at nearby location did also not showed influence of soil temperature on soil respiration but only soil humidity. On the other hand, results of Vincentt et al., (2006), showed clear seasonal trend of the effect of T_s and SWC on soil respiration, especially during summer droughts.

CONCLUSIONS

Obtained results showed significant influence of drought on respiration of soil in mountain beech forest on Stara Planina. Although many researches showed influence of soil temperature on respiration of soil, the soil moisture content was most important driver of respiration processes on investigated site. In order to make more certain conclusions, the frequency of measurements should be increased during vegetation. On the other hand, the methodology selected for this investigation indicates its functionality as tool for monitoring of climate change on forest ecosystems and carbon cycle

Acknowledgements

This paper was realized as a part of the project " Biosensing Technologies and Global System for Long-Term Research and Integrated Management of Ecosystems" (43002) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research for the period 2011-2015.

REFERENCES

Dixon, R.K.; Brown, S.; Houghton, R.A.; Solomon, A.M.; Trexler, M.C.; Wisnewski J. (1994): Carbon pools and flux of global forest ecosystems. Science, 263: 185-190.

Fenn, K.M.; Malhi, Y.; Morecroft, M. (2010): Soil CO2 efflux in a temperate deciduous forest: Environmental drivers and component contributions. Soil Biology & Biochemistry, 42: 1685-1693.

Ferrea, C.; Zenone, T.; Comolli, R.; Seufert, G. (2012): Estimating heterotrophic and autotrophic soil respiration in a semi-natural forest of Lombardy, Italy. Pedobiologia, 55(6): 285–294.

Horak, R. (2015): Physiological adaptations of beech (*Fagus sylvatica* L.), spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) and fir (*Abies alba* Mill.) on seasonal variation of abiotic factors in four protected mountain habitats in the Republic of Serbia. PhD thesis (Serbian with English summary). University of Novi Sad, Faculty of Sciences. Novi Sad, Serbia.

Khomik, M.; Altaf Arain, M.; McCaughey, J.H. (2006): Temporal and spatial variability of soil respiration in a boreal mixedwood forests. Agricultural and Forest Meteorology, 140: 244-256.

Lloyd, L.; Taylor, J.A. (1994): On the temperature dependence of soil respiration. Functional Ecology, 8: 315-329.

Pilipović, A.; Orlović, S.; Galić, Z.; Stojnić, S.; Borišev, M.; Župunski, M. (2014): Disanje zemljišta u dve različite sastojine četinara tokom vegetacije u period 2011-2013. Topola, 193/194: 73-84.

Qi, Y.; Xu, M.; Wu J. (2002): Temperature sensitivity of soil respiration and its effects on ecosystem carbon budget: nonlinearity begets surprises. Ecological Modelling, 153: 131-142.

Raich, J.W.; Potter, C.S. (1995): Global patterns of carbon dioxide emissions from soils. Global Biogeochemical Cycles, 9: 23-36.

Smith, P.; Fang, C.M.; Dawson, J.J.C.; Moncrieff, J.B. (2008): Impact of global warming on soil organic carbon. Adv. Agron., 97: 1–43.

Vidanović, G. (1960) Vidlič-Zabrdje, contribute of recognition economic type of develop and disposition of production and trade of farms stagnant boundary

limestone area. (P. Vujević ed.) Serbain Academy of Sciences, Special editions of the Geographical Institute, Belgrade 15: 5.

Vincent, G.; Shahriari, A.R.; Lucot, E.; Badot, P-M; Epron, D. (2006): Spatial and seasonal variations in soil respiration in a temperate deciduous forest with fluctuating water table. Soil Biology and Biochemistry, 38: 2527-2535.

Sažetak

DISANJE ZEMLJIŠTA U SASTOJINI BUKVE NA STAROJ PLANINI U TOKU DVE VEGETACIJE

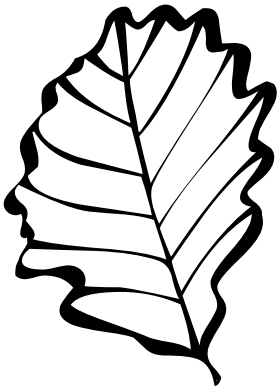
by

Andrej Pilipović[1], Saša Orlović[1], Miglena Zhiyanski[2], Vlatko Andonovski[3], Zoran Galić[1]

[1] University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Serbia
andrejp@uns.ac.rs
[2] Bulgarian Academy of Sciences, Forestry Research Institute, Sofia, Bulgaria
[3] University Ss. Cyril and Methodius, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia

Stara planina predstavlja jednu od najvećih planina na Balkanu koja se prostire od Vrške Čuke do Crnog mora, čiji zapadni dio ovog planinskog venca predstavlja granicu između Srbije i Bugarske. Najvažnije vrste drveća koje obrazuju sastojine na Staroj planini predstavljaju Fagus silvatica i Fagus orientalis, gde evropska bukve pokriva zapadni deo ovog planinskog lanca. Ovo istraživanje je obuhvatilo lokalitet Vidlič sa dozrevajućom izdanačkom šumom evropske bukve. Na odabranom lokalitetu je postavljena ogledna površina dimenzija 25x25 metara prostora sa 9 slučajno izabranih tačaka na kojima je izvršeno merenje disanja zemljišta u klimatski dva različita vegetaciona perioda u 2013. i 2014. Merenja su izvršena prenosnim uređajem ADC LCPro +. Istovremeno, evaporacija, sadržaj vlage zemljišta, temperatura zemljišta i temperatura vazduha su mereni u cilju određivanja korelacije sa disanjem zemljišta. Rezultati su pokazali razliku između sezona, gde je u 2014.disanje zemljišta bilo jačeg intenziteta i kretalo se od 1.66 do 4.68 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$, dok su se u 2013. vrednosti kretale od 0.97 do 3.78 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$. Takođe u pogledu sezonskih varijacija, u 2013. godini je pad bio konstantan od početka do kraja vegetacije, dok je u 2014. zabeležen rast disanja zemljišta u septembru 2014. godine. Sadržaj vlage u zemljišta se kretao od 18.48%$_{vol}$ u septembru 2013. godine u 38.59%$_{vol}$ u septembru 2014. godine sa dinamikom kretanja vlage sličnom dinamici disanju zemljišta. Rezultati regresione

analize ukazuju na značajnu korelaciju disanja zemljišta i sadržaja vlage u zemljištu (0,7094), kao i na korelaciju evaporacije i temperature zemljišta (0,3522). Dobijeni rezultati ukazuju na zavisnost disanja šumskih ekosistema bukve od sadržaja vlage u zemljištu uslovljene klimatskim prilikama, što nam daje dobar polazni osnov za daljnji razvoj metodologije monitoring uticaja klimatskih promena na disanje zemljišta šumskih ekosistema.



UDK: 543.94(Daedaleopsis confragosa)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

ФЕРМЕНТСКА АКТИВНОСТ ГЉИВЕ *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt.

Мирослав Марковић[1], Предраг Пап[1], Милан Дрекић[1], Леополд Пољаковић-Пајник[1], Саша Пекеч[1], Андреј Пилиповић[1]

Извод: У раду су приказани резултати испитивања ферментних реакција гљиве *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt. Оглед је изведен у три понављању, са три изолата гљиве *D. confragosa* у по 5 Петри посуда у политермостату на температури од 21^{0}C. За контролу је коришћена гљиа *Trametes. versicolor*), Контрола је вршена након 7 и 14 дана. Испитивани изолати гљиве *D. confragosa* су интензивно образовали ензиме из групе оксидаза. Реакција на обе подлоге (и са додатком галне и са додатком танинске киселине) означена је, према Davidson et al., (1938), са +++++. На подлози са додатком галне киселине после 14 дана, мицелија се развила у траговима само по површини инокулума, док се на подлози са додатком танинске киселине образовала мицелија у пречнику 2,1 – 3 x 2 – 3 cm, на основу чега је гљива, према кључу Davidson – a и сар., сврстана у 5. групу.

Кључне речи: *Daedaleopsis confragosa*, *Trametes versicolor*, ферментна реакција гљиве

FERMENT ACTIVITY OF DAEDALEOPSIS CONFRAGOSA (BOLT.: FR.) J. SCHRÖT FUNGUS

Abstract: *The results of the examination of ferment reaction of fungus name Daedaleopsis confragosa (Bolt.: Fr.) J. Schröt are presented in this work. In three repetitions by five Petri-dishes, three isolates of Daedaleopsis confragosa are cultivated in polythermostat on temperature of 21^{0}C. These results were related to the results obtained from the fungus Trametes versicolor. Estimations were performed after 7 and 14 days of cultivation. The examined samples of the fungus D. confragosa achieved intensive activity of enzymes from the group of oxidases. Reaction on both media (with addition of gallic and taninic acid) is labeled as "+++++", according to Davidson et al., (1938). Fourteen days after cultivation on medium with gallic acid, mycelium developed just in traces on the surface of the inoculum, while on the medium with tannic acid 2,1 – 3 by 2 – 3 cm mycelium developed. According to these results the fungus is classified in fifth group, according to Davidson et al.*

[1] Др Марковић Мирослав, др Пап Предраг, др Дрекић Милан, др Пољаковић-Пајник Леополд, др Пекеч Саша, др Пилиповић Андреј, Институт за низијско шумарство и животну средину, Антона Чехова 13, Нови Сад

Key words: *Daedaleopsis confragosa, Trametes versicolor, fungus ferment reaction*

УВОД

Daedaleopsis confragosa (Bolt.: Fr.) J. Schröt. је лигниколна гљива која изазива белу трулеж. Јавља се као паразит слабости или сапрофит на мртвом дрвету лишћара. Регистрована је на *Alnus, Betula, Salix, Corylus, Fagus, Quercus* и *Prunus avium* (Караџић, 2010), *Carpinus betulus* (Караџић, 2011). Марковић (2012) је ову гљиву описао на дивљој трешњи (*Prunus avium)*, јови (*Alnus incana*), врби (*Salix* spp.), липи (*Tilia* spp.), лески (*Corylus avelana*), грабу (*Carpinus betulus*), дивљој јабуци (*Malus silvestris*) и, први пут у Србији, и на смрчи (*Picea abies*).

Код нас (Република Србија) се најчешће јавља у влажним шумама и на стаблима поред река. Обично се налази на озлеђеним стаблима, стаблима у густом склопу (која су загушена околним стаблима других врста дрвећа) и на лежећем дрвном материјалу (Марковић, 2012). Током наших истраживања *D. confragosa* је често и у великом броју налажена на стаблима у шумама до 500 метара надморске висине (Фрушка Гора 468 m нв) док је релативно тешко било пронаћи је на стаништима изнад 1.100 метара надморске висине. На дивљој трешњи су карпофоре налажене и на живим стаблима што указује на чињеницу да се ова гљива на њима развија као паразит слабости, а свој развој наставља и након сушења стабала на дубећем или лежећем материјалу. Први пут је у Србији и Црној Гори описана на врбама као супстрату описана тек 2006. године (Марковић, 2006).

D. confragosa има полуокругле или лепезасте карпофоре (понекад лепезасто саставе цео круг или се мало и преклопе), конзоласте (мада понекад могу да буду слабо силазне), величине 4-15x3-10x2-4 cm. Горња страна је јаче или слабије концентрично зонирана, глатка, понекад са кратким чекињастим длачицама у концентричним зонама, без сјаја, најчешће у смеђим тоновима, мада боја може да варира од окер (ближе рубу) до смеђецрвене (према средини). Ивица је увек танка и оштра, најчешће светлија од осталог дела. Хименофор је изграђен од цевчица које могу бити дуге до 10 mm и, у зависности од положаја, могу попримити облик оргуља. У младости су беличасте, касније сивосмеђе а на оштећеним местима ружичастосмеђе боје. Поре су врло ретко округласте, углавном су издужене и, често, у облику лавиринта. Трама је жилава, танка и у сиво – смеђим нијансама. Карпофоре расту појединачно (када су правилно конзоласте) или у групама (када се цреполико преклапају или срастају). Базидије су издужене до батинасте, на врху са 4 стеригмате у основи са везицом. Базидиоспоре су хиалинске, цилиндричне до благо кифласто закривљене, глатке, величине (5,9) 7,1–9,4 (11,8)x(1,4) 2,3–2,8 (4,1) μм (Марковић, 2012). Према Ellis и Ellis (1990) плодоносна тела су конзоласта, широко прикачена за супстрат, плутаста, појединачна или у групама када се преклапају, полукружна или у облику лепезе, 5–20x4–10 cm, дебљине 2–5 cm, са танким, оштрим ивицама. Горња површина је равна, концентрично зонирана и назубљена, а често и са радијалним стријама, смеђа до црвенкасто браон или тамно браон. Доња површина је беличаста до бледо смеђа или сива са браон одсјајем, са розе или црвеним зонама. Поре су радијално издужене, 1–2 по милиметру, код варијетета tricolor у облику лавиринта са разгранатим, анастомозираним ламелама. Хифе су са везицама. Нема цистида. Скелетне хифе су присутне, жућкасте су и дебелих зидова. Базиди су 4-спори, димензија 15–25x4–5 μм. Споре су цилиндричне, благо заобљене, 7–11x2–3 μм, хиалинске, глатке.

Daedaleopsis confragosa var. *tricolor* је такође врло често налажена врста, нарочито на дивљој трешњи. Од *D. confragosa* се разликује по томе што је мањих

димензија, на горњој површини се јављају концентричне мркоцрвене до чоколадне зоне а ивица је често светлоокер до готово бела. Хименофор је изграђен из ламела (понекад су ламеле са попречним, концентрично распоређеним преградама). Ламеле су бледе до црвенкастосмеђе, изрецкане по ивици и често неправилно поређане, поцрвене на оштећеним местима. Трама је тамнија и мало плутаста (Караџић, 2010).

У почетној фази, под дејством фермената гљива, долази до разлагања материја садржаних у ћелијама дрета и овако добијеним продуктима се гљива храни. Касније хифе преносе своју активност на ћелијске мембране које постепено бивају хемијски измењене услед чега долази до појаве првих видљивих симптома трулежи.

У елементарном хемијском саставу дрвета нема већих разлика међу различитим врстама дрвећа. Према Grosser, (1985) компоненте које улазе у састав дрвних ћелија изграђене су од 50% угљеника, 43% кисеоника, 6% водоника и мање од 1% азота. Све гљиве изазивачи трулежи су способне да користе већ готове продукте као што су слободни шећери, липиди, пептиди и други примарни метаболити што има пресудан значај у почетној фази колонизације дрвета.

Угљени хидрати су главни и најважнији извор угљеника за исхрану епиксилних гљива. Целулуза, хемицелулоза и лигнин, као основни структурни елементи зида дрвних ћелија, престављају богат извор угљеника. Целулоза чини 40 – 50% зида дрвних челија, хемицелулоза 15 – 35% а лигнин 20 – 35%. За разградњу ових полисахарида неопходни су екстрацелуларни ензими чија продукција и деловање зависе од низа ендогених и егзогених фактора (Мирић, 1993). Целулоза је најважнији конституант дрвета и најраспрострањенији материјал на земљи. По неким проценама, око 80% овог материјала се налази у шумама наше планете (Grosser, 1985).

Гљиве које луче целулолитичке ензиме оштећују мембрану дрвних ћелија и доводе до њене постепене хидролизе. Дугачки молекули целулозе се скрачују и распадају на краче. Разлагање целулозе почиње тек када је хемицелулоза већим делом конзумирана од стране епиксилних гљива, и напредује до њеног потпуног разарања. Потпуно разлагање целулозе траје релативно дуго. Са губитком целулозе у ћелијском зиду настаје и губитак масе дрвета. Губитак масе дејством проузроковача беле трулежи је далеко бржа у односу на губитак дрвне масе услед дејства гљива изазивача мрке трулежи. Лигнин има пресудну улогу у механичком ојачању ћелијског зида и чврсточи дрвета, пе су ова својства више угрожена када су у питању изазивачи беле трулежи.

Изазивачи беле трулежи, у одмаклој фази разградње дрвета, доводе до тога да дрво добија светлију боју од боје нормалног, здравог дрвета и чешће се јавља код лишћарских врста дрвећа. Они су притом једини познати организми који су способни да интензивно разложе лигнин до угљен-диоксида и воде што је јако важно у процесу кружења угљеника с обзиром да је лигнин посебан комплекс ароматичних макромолекула који је посебно отпоран на ферментне и хидролитичке нападе. Ова трулеж настаје као резултат разградње пре свега лигнина, мада се поред лигнина, у поодмаклој фази разградње, разлажу и целулоза и хемицелулоза. Ензими задужени за процес труљења дрвета укључују слободне радикале за деполимеризационе механизме реакција. Главне лигнолитичке ензиме представљају манган пероксидаза, лактаза, лигнин пероксидаза и целебиоза дехидрогеназа. Због умрежености са другим компонентама ћелијског зида, лигнин умањује приступачност целулозе и хемицелулозе микробиалним ензимима. Из тог разлога је лигнин, генерално говорећи, задужен и за смањење дигестибилности биљне биомасе што помаже одбрани од патогена и пестицида (Кеберт, 2009). За гљиве изазиваче беле трулежи је карактеристично да на подлогама са додатком галне и танинске киселине показују позитивну оксидазну

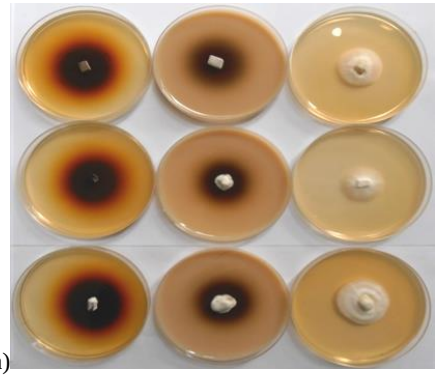
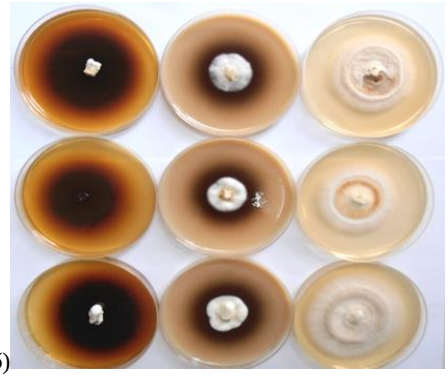
реакцију. Према Davidson et al., (1938) чак 95% гљива проузроковача беле трулежи показује реакцију на галној и танинској киселини.

Изазивачи мрке трулежи у одмаклој фази разградње дрвета доводе до тога да дрво добија тамнију боју од боје нормалног, здравог дрвета и чешће се јавља код четинарских врста дрвећа. Гљиве проузроковачи ове трулежи прво разлажу целулозу и хемицелулозу (разградња карбохидратних компонената) док је лигнин поштеђен. Труло дрво посмеђи због заосталог лигнина (одакле и назив овом типу трулежи), брзо пуца, постаје ломљиво и брзо губи механичка својства. Ово је права деструктивна трулеж јер је структура дрвета уништена и у завршној фази, код неких врста, цела срчика је распаднута тако да се јављају шупљине, што се види након обарања стабала (Караџић, 2010).

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

За испитивања ензимске активности гљиве *Daedaleopsis confragosa* коришћен је метод Bavanndamm – а и сар., који је касније допуњен од Davidson et al., (1938). Метод се састоји у стављању инокулума гљиве на подлогу малц – агар којој је додато 0,5% галне, односно танинске киселине.

Током постављања огледа посебна пажња је обраћена на редослед у припреми подлоге и стерилизацији. Гална и танинска киселина се не смеју стерилисати заједно са малт – агаром јер при загревању у присуству ових киселина долази до хидролизе агара. Додавање стерилисане галне, односно танинске киселине у стерилну малц – агарну подлогу се врши тек након што се малц-агарна подлога охлади да се посуда у којој се налази може држати у руци. Након мешања, у Петри посуде пречника 9 cm је разливено приближно по 35 кубика овако припремљене подлоге. Подлога са додатком танинске киселине добија млечну боју, док боја подлоге са додатком галне киселине остаје непромењена.

а)  б) 

Слика 1: Мерење ензимске активности гљиве *Daedaleopsis confragosa* гајених на подлогама са додатком галне киселине (прва колона), танинске киселине(друга колона) и малт-агарна подлога (трећа колона): а) након 7 дана; б) након 14 дана

Figure 1: *Estimation of enzyme activity of fungus Daedaleopsis confragosa cultivated on media with gallic acid (the first column), tannic acid (second column) and malt-agar medium (third column): a) after 7 days; b) after 14 days*

У огледу су коришћена 3 изолата гљиве *Daedaleopsis confragosa* – изолат бр. „36 – XXIV“ (изолован уз дивље трешње са Фрушке Горе) и „43 – XXXI“ (изолован из дивље трешњеса Копаоника) и изолат бр. „6“ из микотеке Шумарског факултета у Београду. Оглед је постављен у три понављања. Гљива *Trametes versicolor* (Fr.) Pilat, која је коришћена као тест гљива (изолат бр. „27“, микотека Катедре за заштиту шума, дрвета и украсних биљака, Шумарског факултет, Београд), према оцени Davidson – а и сар. припада групи 7.

Оглед је изведен у три понављању, са по 5 Петри посуда.. Петри посуде су затим стављене у политермостат на температуру од 21^{0}C а контролна мерења су вршена након 7 (Слика 1) и 14 дана (Слика 2).

Као критеријум за оцену активности излучених оксидаза у подлози коришћени су величина, боја и тон дифузионе зоне. Степен оксидације према Davidson et al., (1938) изражен је на следећи начин:

- негативна, нема смеђег обојавања агара испод или око инокулума;
+ дифузиона зона светло до тамно смеђа, образована испод инокулума у центру колоније и видљива само са доње стране Петри посуде. Када се колонија не образује појављује се најасно смеђе обојавање испод инокулума;
++ дифузиона зона светло до тамно смеђа (браон), формирана испод највећег дела колоније али не долази до обода колоније;
+++ дифузиона зона светло до тамно смеђа (браон), раширена на краткој дистанци од ивице колоније и видљива са горње стране;
++++ дифузиона зона тамно смеђа, непрозирна, шири се знатно преко линије која означава зону инокулума;
+++++ дифузиона зона врло интензивно обојена, тамно смеђа, непрозирна, образује широк венац око колоније. Обично овако јако реакцију имају оне врсте које не расту на подлози са додатком галне киселине.

За одређивање припадности гљиве некој од наведених група, према кључу Davidson et al., (1938), користи се брзина пораста колоније на испитиваним подлогама:

Негативне или нереагујуће гљиве

- ГРУПА 1 – Пораст мицелије и на галној и на танинској киселој средини приближно је исти;
- ГРУПА 2 – пораст на галној киселој средини је добар, пречник колоније је много већи него на танинској киселој средини;
- ГРУПА 3 – Добар раст на галној киселој средини док га на танинској киселој средини нема или се јавља само у траговима;

Позитивно реагујуће гљиве

- ГРУПА 4 – Не расту или се јављају само у траговима на обе, и танинској и галној киселој средини;
- ГРУПА 5 – Не расту или се јављају само у траговима на галној киселој средини, мицелија пречника до 25 mm на танинској киселој средини;
- ГРУПА 6 – Не расту или се јављају само у траговима на галној киселој средини, раст 25 – 50 mm (после 7 дана) на танинској киселој средини;
- ГРУПА 7 – Мицелија приближно истог пречника на обе киселе подлоге;

- ГРУПА 8 – Јасан раст на галној киселој средини, добар раст на танинској киселој средини;
- ГРУПА 9 – Добар раст на галној киселој средини док на танинској киселој средини не расте или се јавља само у траговима. Најчешће ове гљиве слабо реагују и за дефинитивне резултате је потребно сачекати 14 дана;

Гљиве имају негативну или позитивну реакцију у зависности од средине:

- ГРУПА 10 – Реакција негативна на галној киселој средини, позитивна на танинској киселој средини, са добрим порастом на обе (нпр. *Schizophyllum commune*).

РЕЗУЛТАТ И ДИСКУСИЈА

У табелама које следе дати су резултати оксидације галне киселине (табела бр. 1), резултати оксидације танинске киселине (табела бр. 2) и реакција и пораст изолата на малт – агарној подлози (контрола) (табела бр. 3).

Табела 1: Реакција и пораст изолата гљиве *Daedaleopsis confragosa* на подлози са галном киселином

Table 1: *Reaction and growth of isolates of fungus Daedaleopsis confragosa on medium with gallic acid*

Контрола *Control*	Реакција *Reaction*	Пречник дифузионе зоне (cm) *The diameter of diffusion zone (cm)*	Пораст мицелије у (cm) *Mycelium growth (cm)*	Група по Davidson -у *Group according to Davidson*
7 дан *7th day*	+++++	3,6 – 4,1 x 3,6 – 4	Без пораста *No growth*	5
14 дан *14th day*	+++++	4,5 – 6 x 4,5 – 6	У траговима *In traces*	5

Табела 2: Реакција и пораст изолата на подлози са танинском киселином

Table 2: *Reaction and growth of isolates of fungus Daedaleopsis confragosa on medium with tannic acid*

Контрола *Control*	Реакција *Reaction*	Пречник дифузионе зоне (cm) *The diameter of diffusion zone (cm)*	Пораст мицелије у (cm) *Mycelium growth (cm)*	Група по Davidson -у *Group according to Davidson*
7 дан *7th day*	+++++	3 – 3,8 x 3– 3,8	У траговима *In traces*	5
14 дан *14th day*	+++++	4 – 4,7 x 4,1 – 4,9	2,1 – 3 x 2 – 3	5

Пречник дифузионе зоне при реакцији са галном киселином након 7 дана износи 3,6–4,1x3,6–4 cm а након 14 дана 4,5–6x4,5–6 cm, и мало је већи од пречника дифузионе зоне на танинској киселини (3–3,8x3–3,8 односно 4–4,7x4,1–4,9 cm).

На подлози са додатом галном киселином након 7 дана нема пораста мицелије, док се након 14 дана мицелија јавља само у траговима. На подлози са

додатом танинском киселином пораст мицелије се бележи већ након 7 дана (у траговима) док након 14 дана полуваздушна, бело жућкаста мицелија достиже пречник до 3 cm. Из приказаних резултата се јасно види разлика у порасту мицелије на подлогама са додатком и галне и танинске киселине и контролној, малц-агарној подлози.

Дифузиона зона тест гљиве (*T. versicolor*), на подлогама са додатком и галне (табела бр. 4.) и танинске киселине (табела бр. 5), има приближно исте вредности са испитиваном гљивом након 7 дана. Након 14 дана дифузиона зона достиже знатно веће димензије (87–8x7–7,7 односно 9x9 cm). Када се упоређује пораст мицелије ових гљива, постоје знатне разлике у понашању мицелије тест гљиве на подлогама са додатком ових киселина. Пораст мицелије тест гљиве је знатно бујнији у односу на испитивану гљиву и након 7 и након 14 дана.

Табела 3: Реакција и пораст изолата на малт-агар подлози (контрола)
***Table* 3:** *Reaction and growth of isolates of fungus Daedaleopsis confragosa on malt-agar medium (control)*

Контрола *Control*	Пораст мицелије у (cm) *Mycelium growth (cm)*	Опис *Description*
7 дан 7th *day*	2,2 – 3,9 x 2,1 – 3,9	Мицелија бела, полуваздушаста до кожаста, око инокулума светло сива, правилан раст *White mycelium, semi loosely to leathery, pale gray eye of inoculum, regular growth*
14 дан 14th *day*	5,2 – 7,2 x 5,1 – 7,2	Мицелија на инокулуму бела, кожаста, полегла, око инокулума светло смеђа до плаво сива, правилан раст *White, leathery flattened mycelium, pale brown to blue eye of inoculum, regular growth*

Табела 4: Реакција и пораст изолата гљива (*T. versicolor*) на подлози са галном киселином
Table 4: *Reaction and growth of isolate* (*T. versicolor*) *on medium with gallic acid*

Контрола *Control*	Реакција *Reaction*	Пречник дифузионе зоне (cm) *The diameter of diffusion zone (cm)*	Пораст мицелије (cm) *Mycelium growth (cm)*	Група по Davidson -у *Group according to Davidson*
7 дан 7th day	+++++	4,3 – 4,8 x 4,3 – 4,5	2,9 – 3,3 x 2,3 – 3,4	7
14 дан 14th day	++++	7 – 8 x 7 – 7,7	6 – 7,2 x 6,4 - 7	7

Посматрани изолати гљиве *Daedaleopsis confragosa* су, према кључу Davidson et al., (1938), сврстани у 5. групу (позитивно реагујуће гљиве). Реакција на подлогама са додатком и галне и танинске киселине означена је са +++++.

Према Seguy, (1936), гална киселина се, услед лучења оксидационих материја гљиве у подлози обојава у смеђу боју. Обојење мења интензитет са удаљавањем од центра инокулума (цит. Кеча, 2001).

Табела 5: Реакција и пораст изолата тест гљива (*T. versicolor*) на подлози са танинском киселином

***Table* 5:** *Reaction and growth of isolates* (*T. versicolor*) *on medium with tannic acid*

Контрола *Control*	Реакција *Reaction*	Пречник дифузионе зоне (cm) *The diameter of diffusion zone (cm)*	Пораст мицелије (cm) *Mycelium growth (cm)*	Група по Davidson -у *Group according to Davidson*
7 дан 7th *day*	+++	4,5 – 4,8 x 4,5 - 5	3,7 – 4,1 x 3,7 – 4,2	7
14 дан 14th *day*	+++	9 x 9	8 – 9 x 8 – 9	7

Истраживања ферментне активности гљиве *Daedaleopsis confragosa* у Србији су оскудна па је и мали број радова у нашој научној и стручној литератури на ту тему. Овај рад ће допринети бољем познавању ферментне активности гљиве *Daedaleopsis confragosa*.

ЗАКЉУЧАК

- Испитивани изолати гљиве *Daedaleopsis confragosa* интензивно биосинтетишу ензиме из групе оксидаза;
- Реакција на обе подлоге (и са додатком галне и са додатком танинске киселине) означена је са +++++;
- На подлози са додатком галне киселине после 14 дана, мицелија се развија у траговима само по површини инокулума, док се на подлози са додатком танинске киселине образује мицелија у пречнику 2,1 – 3 x 2 – 3 cm, на основу чега је гљива према кључу Davidson – а и сар. сврстани у 5. групу.

Захвалница

Овај рад је реализован у оквиру пројекта ИИИ43007 „Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину, праћење утицаја, адаптација и ублажавање“, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

Караџић, Д. (2010): Шумска фитопатологија. Универзит у Београду, Шумарски факултет Београд. Стр. 774.

Караџић, Д. (2011): Најчешће паразитске и сапрофитске гљиве на грабу (Carpinus betulus L.) у Србији и њихова улога у пропадању стабала. Шумарство бр. 1-2 . Београд. Стр. 138 (1-11).

Кеча, Н. (2001): Проучавање најзначајнијих гљивичних болести топола (Populous x euramericana (Dode) Guinier) и могучност сузбијања. Магистарски рад. Универзитет у Београду. Шумарски факултет.

Марковић, М. (2006): Миколошки комплекс на Salix врстама на подручју средњег подунавља. Магистарски рад. Универзитет у Београду, Шумарски факултет. Стр. 79.

Марковић, М. (2012): Проучавање паразитских гљива на дивљој трешњи (Prunus avium L.) са посебним освртом на биоекологију гљиве Daedaleopsis confragosa (Bolt.: Fr.) J. Schroet. Докторска дисертација. Универзитет у Београду, Шумарски факултет. Стр. 181.

Mirić, M. (1993): Biološka istraživanja najvažnijih gljiva iz roda Stereum, izazivača truleži hrastovog drveta (Biological survey of one of the most important fungi of the genus Stereum, causal dacay on Quercus tree). Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd, Srbija.

Davidson, R. W., Campbell, W. A., Blaisdel, D. J. (1938): Differentitation of wood-decaying fungi by the reaction ob gallic or tannic acid medium. Jorrnal of agricultural research, Vol. 57, No. 7. Washington. (683-695)

Ellis, M. & Ellis, P. (1990): Fungi without gills (Hymenomycetes and Gasteromycetes) an Identification Handbook. Chapman and Hall. London, New York, Tokio, Melbourne, Madras. 329 pp.

Grosser, D. (1985): Pflanzliche und tieriche bau- und werkhoz- schadlinge. DRV – Verlag, Leinfelden, Echterdingen

Summary

FERMENT ACTIVITY OF DAEDALEOPSIS CONFRAGOSA (BOLT.: FR.) J. SCHRÖT FUNGUS

by

Miroslav Marković, Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Saša Pekeč, Andrej Pilipović

Abstract: *The results of the examination of enzyme reaction of fungus name Daedaleopsis confragosa (Bolt.: Fr.) J. Schröt are presented in this work. D.confragosa is lignicolous fungi that causes white wood decay. It appears as parasite of weakness or saprophyte on dead wood of broadleaved trees. It is registered on wild cherry (Prunus avium), grey alder (Alnus incana), willow (Salix spp.), lime (Tilia spp.), common hazel (Corylus avelana), common hornbeam (Carpinus betulus), wild apple (Malus silvestris) and, for the first time in Serbia, on Norway spruce (Picea abies). The examination of ferment reactions of fungi is important because the oxide reduction reactions are in the core of the process of wood decay by epixilic fungi. In three repetitions by five Petri-dishes, three isolates of Daedaleopsis confragosa and one of Trametes versicolor, that served as a control fungus are cultivated in polythermostat on temperature of 21^{0}C. Estimations were performed after 7 and 14 days of cultivation. The examined samples of the fungus D. confragosa achieved intensive activity of enzymes from the group of oxidases. Reaction on both media (with addition of gallic and taninic acid) is labeled as "+++++". Fourteen days after cultivation on medium with gallic acid, mycelium developed just in traces, on the surface of the inoculum, while on the medium with tannic acid 2,1 – 3 by 2 – 3 cm mycelium developed. According to these results the fungus is classified in fifth group.*

UDK: 630*18(497.113)“2015“

Stručni rad *Technical report*

MONITORING ZDRAVSTVENOG STANJA ŠUMA NA TERITORIJI VOJVODINE U 2015. GODINI

Predrag Pap[1], Milan Drekić[1], Leopold Poljaković-Pajnik[1], Miroslav Marković[1], Verica Vasić[1]

Izvod: U radu se daje presek zdravstvenog stanja šuma na teritoriji Vojvodine u 2015. godini, odnosno aktivnosti na otkrivanju, dijagnosticiranju, praćenju i suzbijanju najznačajnijih štetnih organizama. Predmet monitoringa bili su i faktori abiotičke prirode koji su imali značajan uticaj na stanje šumskih ekosistema u pozitivnom ili negativnom smislu. U celini gledajući, zdravstveno stanje šuma u Vojvodini je tokom 2015. godine bilo zadovoljavajuće. Zahvaljujući zajedničkom radu naučnika i stručnjaka na rešavanju problema iz oblasti zaštite šuma, otklonjene su štete većih razmera što je omogućilo normalno gazdovanje šumama.

Ključne reči: Vojvodina, zdravstveno stanje šuma, monitoring štetnih organizama

FOREST HEALTH MONITORING IN VOJVODINA IN 2015

Abstract: *The paper gives an overview of the forests health status in Vojvodina in 2015, ie activities in detecting, diagnosing, monitoring and suppression of the most harmful organisms. The subject of monitoring were also the abiotic factors that have had a significant impact on forest ecosystems in a positive and negative sense. In general, the forest health status in Vojvodina during 2015 was satisfactory. Due to the joint work of scientists and forestry professionals in solving the forest protection problems, larger scale damages were avoided which enabled the normal forest management.*

Key words: *Vojvodina, forest health, monitoring of harmful organisms*

UVOD

Osnovni zadatak i cilj rada službe prognozno-izveštajnih poslova u šumarstvu je sprovođenje stalnog monitoringa zdravstvenog stanja šuma, zasada, plantaža i rasadnika. Tokom 2015. godine, na teritoriji Vojvodine, a naročito intenzivno tokom vegetacije, odvijao se rad na utvrđivanju pojave štetnih organizama i praćenju razvoja i kretanja njihovih populacija. Predmet monitoringa bili su najvažniji fitopatološki i entomološki problemi, kao i čitav niz drugih faktora biotičke i abiotičke prirode koji su neposredno ili posredno ugrožavali šumske ekosisteme. Identifikacija

[1] Dr Predrag Pap, naučni saradnik; dr Milan Drekić, naučni saradnik; dr Leopold Poljaković-Pajnik, naučni saradnik; dr Miroslav Marković, naučni saradnik; dr Verica Vasić, naučni saradnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, Novi Sad

manje poznatih organizama obavljena je u laboratoriji standardnim metodama (gajenje insekata u kontrolisanim uslovima, determinacija obolenja po spoljnim simptomima, mikroskopska analiza reproduktivnih organa gljiva, gajenje patogena u čistim kulturama u cilju identifikacije i proučavanja odgajivačkih svojstava). Detaljno su analizirani i Izveštaji korisnika šuma u kojima su sadržani podaci o pojavi i obimu pojave štetnih organizama, te vremenu i načinu njihovog suzbijanja.

Klimatske prilike u Vojvodini tokom 2015. godine analizirane su na osnovu podataka dobijenih sa sajta Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije. Njihov uticaj je bio značajan, kako na pojavu mikoznih obolenja i štetnih insekata, tako i na gajene biljke, bilo u pozitivnom ili negativnom smislu. Vegetacioni period (april-septembar) je bio topliji (Δ+1,5C°) i sa manjom količinom padavina (21,7% taloga manje u odnosu na višegodišnji prosek). Padavine su bile pretežno lokalnog karaktera i nepravilno raspoređene. Tokom aprila i u prve dve dekade maja padavine su bile slabe i retke, a vreme vetrovito što je dovelo do isušivanja površinskih, ali i dubljih slojeva zemljišta. U trećoj dekadi maja, na području Bačke registrovano je 2-3 puta više padavina od uobičajenih (u Novom Sadu je palo 176mm vodenog taloga, a u Somboru 125mm), što je značajno popravilo zalihe vlage u zemljištu. Leto su obeležili dugi periodi suvog i veoma toplog vremena. Tek sredinom avgusta zabeležene su veće količine padavine pljuskovitog karaktera koje su nadmašile višegodišnji prosek padavina u Vojvodini za ovaj mesec, a slični vremenski uslovi (toplo i vlažno vreme) vladali su i tokom septembra. Male količine dospelih padavina i visoke temperature u većem delu vegetacionog perioda bile su nepovoljne sa epidemiološkog aspekta za prouzrokovače lisnih obolenja, a nepovoljan uticaj su imale i na stanje šumske vegetacije.

Već dugi niz godina, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu obavlja poslove od javnog interesa u oblasti dijagnostike štetnih organizama i zaštite zdravlja šumskog bilja. Budući da je monitoring zdravstvenog stanja šuma stalan zadatak, koji se obavlja u kontinuitetu, iz godine u godinu, ukazala se potreba da se rezultati monitoringa tokom 2015. godine saopšte javnosti u obliku stručnog rada.

Cilj ovog rada je da u osnovnim crtama upozna šumarsku praksu sa najznačajnijim štetnim faktorima biotičke i abiotičke prirode u šumama Vojvodine i merama kontrole koje su preduzete da se njihovo štetno delovanje otkloni ili ublaži. Stručna saopštenja sa rezultatima monitoringa najznačajnijih prouzrokovača bolesti i štetnih insekata na pomenutom području sadržana su u prethodnim radovima (Pap et al., 2011, 2014).

U nastavku rada daje se pregled pojave svih biotičkih i abiotičkih činilaca koji su ugrožavali šumske ekosisteme u Vojvodini tokom 2015. godine, uključujući i proces sušenja šuma.

I BILJNE BOLESTI

Dothichiza populea Sacc. et Br. – rak kore topole

Simptomi napada gljive nisu otkriveni ni u jednom zasadu klonskih topola koji su pregledani u Podunavlju i Posavini u prolećnom razdoblju (nekrotirane površine na kori sadnica sa pojavom piknida).

Gljiva je utvrđena u rasadnicima Živa (Vodoprivredno društvo „Dunav“ A.D. – Bačka Palanka) i Kanlija pesak (ŠG Sombor, ŠU Apatin) u novozasnovanim ožilištima klonskih topola. Na reznicama izvađenim iz zemlje konstatovane su nekroze velikih dimenzija koje su „prstenovale“ njihovo kortikalno tkivo. Nekrotirane reznice se nisu ožilile i formirale nadzemni deo. Proizvodnja sadnog materijala je na taj način bila umanjena za više od 30% u oba rasadnika. Smatra se da je do napada gljive došlo usled propusta u manipulativnom postupku od izrade reznica do zasnivanja ožilišta. U tom smislu, date su preporuke o primeni preventivnih mera sa ciljem da se otklone ili na minimum svedu štete od ovog patogena.

Gljive iz roda *Cytospora* spp. na topolama

U nekolicini novopodignutih zasada klonskih topola u kojima su tokom proleća konstatovani problemi sa prijemom biljaka, uočene su na kori sadnica nekroze sa piknidima *Cytospora* vrsta (Slika 1). Pojava nekroza ukazala je na naglo isušivanje tkiva kore, što je u prvom redu bila posledica slabijeg kvaliteta sadnje koja je obavljena u proleće van optimalnog roka i deficita padavina u ranoprolećnom periodu. Najveći problemi sa prijemom sadnica konstatovani su na terenima Šumskog gazdinstva Sombor (lok. Monoštorske šume, odel. 41c, cca 20% suvih i nekrotiranih sadnica, lok. Apatinski Rit, odel. 21a) i Šumskog gazdinstva Novi Sad (lok. Topolik, odel. 7/3, cca 15% suvih sadnica sa pojedinačnim nekrozama).

Slika 1. Nekroza sa piknidima gljive *Cytospora* sp. na sadnici klona I-214 (ŠG Sombor, lok. Monoštorske šume, odel. 41c) (12. 06. 2015.)
Figure 1. *Necrotic lesions with pycnidia (seedling of clone I-214) (FE Sombor, loc. Monoštorske šume, sect. 41c) (June 12th, 2015)*

***Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn. – prouzrokovač smeđe pegavosti lišća topola**

Od početka pa sve do kraja vegetacije, uslovi za razvoj i širenje ove gljive u rasadnicima i mladim zasadima topola nisu bili povoljni. Dugotrajna sušna razdoblja praćena temperaturama značajno višim od uobičajenih usporili su širenje gljive. U trećoj dekadi maja i sredinom avgusta zabeležene su obilne, ali kratkotrajne padavine

jakog intenziteta koje su dovele do spiranja spora sa površine biljnih organa, ne dozvoljavajući da one proklijaju i ostvare infekcije. Tokom septembra, u mladim zasadima topola u Posavini i Podunavlju konstatovan je slab napad gljive koji nije prouzrokovao promenu boje lišća (prosečno utvrđeno 4-5 pega po listu u donjim delovima krošnji). U srednjedobnim zasadima kl. *Pannonia* (starosti 8-14 godina) krajem septembra zapažena je delimična promena boje lišća. Budući da se gljiva u ovim zasadima javila krajem vegetacije, štetnih posledica po gajene biljke nije bilo.

Gljiva je preventivno hemijski suzbijana tokom juna, jula i avgusta u mladim zasadima klonskih topola (*Populus* x *euramericana*) na području Šumskog gazdinstva Sombor. Zaštita je obavljena preparatima Queen i Bakarni oksihlorid-50 na 121,5ha.

Gljive iz roda *Melampsora* spp. – prouzrokovači „rđe“ na lišću topola

Od sredine avgusta pa sve do vremena promene boje i opadanja lišća topola vladali su relativno povoljni uslovi za razvoj i propagaciju gljiva iz roda *Melampsora* spp. Pojava uredosorusa je zabeležena u drugoj polovini septembra u Posavini, na lokalitetima gde se gaje klonovi koji pripadaju vrsti *P. deltoides* (kl. Bora, B-81, PE 19/66, 665, S 1-5). Simptomi su se manifestovali delimičnom promenom boje lišća u unutrašnjosti krošnji stabala topola starosti 3-5 godina. U zasadima klona I-214 starosti 20 i više godina nije primećena promena boje lišća izazvana napadom ovih gljiva, a lišće je ostalo u funkciji sve do kraja vegetacije.

***Glomerella miyabeana* (Fuk.) v. Arx. – prouzrokovač sušenja vrhova izbojaka i nekroza kore vrbe**

Duž kore pojedinih potištenih sadnica bele vrbe u rasadniku Šmaguc (šumska uprava Bački Monoštor) konstatovane su nekroze prouzrokovane gljivom *Glomerella miyabeana* (Slika 2). Predloženo je čepovanje takvih sadnica, a potom iznošenje i spaljivanje njihovih nadzemnih delova.

Slika 2. Nekroza kore prouzrokovana gljivom *Glomerella miyabeana* na sadnici vrbe (rasadnik Šmaguc, 05. 05. 2015.)

Figure 2. *Bark necrosis caused by Glomerella miyabeana on willow seedling (nursery Šmaguc, May 5th, 2015)*

***Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. – hrastova pepelnica**

Kao što je već rečeno u uvodnom delu rada, uslovi za razvoj hrastove pepelnice nisu bili naročito povoljni (duga sušna razdoblja sa smenom kratkotrajnih

padavina jakog intenziteta). Na svim podmladnim površinama ponik lužnjaka se u ranoprolećnom periodu javio u dovoljnom broju, a na mladom lišću, pepelnice nije bilo. U daljem toku vegetacije, konstatovano je da su ponik i podmladak bili „dobre vitalnosti i visoke brojnosti, a napad pepelnice slab".

Tokom 2015. godine, zaštita ponika i podmlatka lužnjaka od pepelnice sprovedena je na području ŠG Sremska Mitrovica na 843,9ha (fungicidi „Ardent", „Rubigan" i „Falcon"), u ŠG Sombor na 306,8ha („Stroby", „Queen", „Rubigan", „Impact"), a u ŠG Novi Sad na 37,6ha („Ardent"). Tretiranja su imala pretežno preventivni karakter, a rezultati suzbijanja ocenjeni su kao veoma dobri.

Dothistroma pini Hulb. – crvena prstenasta pegavost četina bora

Kao i ranijih godina, u srednjedobnim kulturama crnog bora na Subotičkoj peščari obavljen je monitoring gljive *Dothistroma pini.* Pregledane su borove kulture na reonima Hrastovača (odel. 35d, 44c, 45f), Daščan-Krivo Blato (odel. 19b, 29d), Bukvać (odel. 53j, 55q) i Radanovac (odel. 70a, c). Uzorkovane su donje sa zemlje dostupne grane i na njima vizuelnom ocenom utvrđen stepen zaraženosti i očuvanosti četina starosti 1-4 godine.

U svim kulturama utvrđen je višestruko veći stepen zaraženosti četina u poređenju sa ocenom obavljenom u jesen 2014. godine kada je „opšte zdravstveno stanje većine stabala u pregledanim kulturama bilo zadovoljavajuće, a gljiva prisutna u obimu koji nije zahtevao primenu hemijskih mera". Zaraženost jednogodišnjih četina se u proleće 2015. godine kretala u rasponu od 1,6-28,1%, a dvogodišnjih od 29,3-87,0%. Najteže zdravstveno stanje konstatovano je u kulturama na reonu Hrastovača (odel. 35d, 44c i 45f) gde su cele krošnje stabala, usled jakog napada gljive poprimile jednoličnu smeđu boju (Slika 3, 4). Na pojedinim uzorkovanim stablima u kulturama na reonima Hrastovača (odel. 35d, 45f) i Daščan-Krivo Blato (odel. 29d) konstatovano je da su letorasti ubijeni gljivom *Sphaeropsis sapinea*.

Slika 3. Jak napad gljive *D. pini* Subotička peščara, reon Hrastovača, odel. 44c (11. 05. 2015.)
Figure 3. Severe attack of *D. pini* (Subotica Sand, loc. Hrastovača, sect. 44c) (May 11th, 2015)

Slika 4. Jak napad gljive *D. pini* Subotička peščara, reon Hrastovača, odel. 45f (11. 05. 2015.)
Figure 4. Severe attack of *D. pini* (Subotica Sand, loc. Hrastovača, sect. 45f) (May 11th, 2015)

Visok nivo zaraženosti stabala u većini pregledanih kultura je, u prvom redu, bio rezultat povoljnih spoljnih uslova za razvoj i propagaciju *D. pini* tokom vegetacionog perioda 2014. godine.

Hemijska zaštita borovih kultura na Subotičkoj peščari nije obavljena zbog poznate FSC odredbe da se na poslednju listu zabranjenih pesticida za primenu u sertifikovanim šumama, uvrste i preparati na bazi bakra, odnosno njihove aktivne materije.

Početkom septembra, u borovim kulturama na Subotičkoj peščari (reon Hrastovača, odel. 35d, 44c i 45f) obavljena je opšta vizuelna procena zaraženosti stabala gljivom *D. pini*. Zapaženo je da su stabla formiranjem novih izbojaka sa mladim, još uvek nezaraženim četinama, delom regenerisala svoje krošnje.

Monitoring gljive obavljen je i u srednjedobnim kulturama crnog bora na Deliblatskoj peščari. Pregledane su čiste i mešovite kulture crnog bora starosti 22-36 godina na reonu Sokolica u odelenjima 409b,d, 410a,e, 411a, 412d, 414e, 415m,n, 475c i 476h (Slika 5, 6). Relativno nizak stepen zaraženosti stabala i njihov zadovoljavajući opšti izgled i vitalnost ukazali su da zaštita kultura od *D. pini* na ovom području nije potrebna. U većini pregledanih kultura konstatovana su pojedinačna jako zaražena stabla crnog bora (njihovo učešće u ukupnom broju stabala je bilo manje od 10%).

Slika 5. Slab do umereno jak napad gljive *D. pini* Deliblatska peščara, reon Sokolica, odelenju 409b (10. 06. 2015.)

Figure 5. Weak to moderate attack of *D. pini* (Deliblato Sand, loc. Sokolica, sect. 409b) (June 10th, 2015)

Slika 6. Slab do umereno jak napad gljive *D. pini* Deliblatska peščara, reon Sokolica, odelenju 476h (10. 06. 2015.)

Figure 6. Weak to moderate attack of *D. pini* (Deliblato Sand, loc. Sokolica, sect. 476h) (June 10th, 2015)

Na području JP NP Fruška gora preovlađuju borove kulture starosti 40 i više godina, a u njima je gljiva prisutna u obimu i intenzitetu koji ne zahteva primenu hemijske zaštite.

II ŠTETNI INSEKTI

Ranoprolećni defolijatori hrasta

Monitoring ranoprolećnih hrastovih defolijatora sproveden je kao i prethodnih godina, primenom svih priznatih metoda za utvrđivanje nivoa populacije ovih insekata.

Brojnost ženki mrazovaca na lepljivim pojasevima u periodu jesen-zima 2014. godine utvrđena je na području ŠG Sremska Mitrovica i JP NP Fruška gora. Nivo populacije mrazovaca kod pomenutih korisnika šuma bio je nizak, a prosečna brojnost ženki mrazovaca bila je daleko ispod kritičnih vrednosti (0,7-1 ženka/1cm' obima stabla).

Kod Šumskog gazdinstva Sremska Mitrovica, kontrola brojnosti ženki mrazovaca je obavljena u svim Gazdinskim jedinicama u kojima se gaji hrast lužnjak. Na ukupno 127 kontrolnih punktova je utvrđeno da je nivo populacije ovih insekata i dalje na niskom nivou (0 – 0,095 jedinki/1cm' obima stabala). Blagi trend povećanja brojnosti ženki mrazovaca u odnosu na prošlu godinu uočen je na području šumske uprave Klenak.

JP NP Fruška gora kontrolisalo je nivo populacije ovih insekata na sedam kontrolnih punktova (GJ 3802, odel. 9, 28, 33, GJ 3803, odel. 30, 31 i GJ 3804, odel. 1, 46) na kojima se brojnost ženki mrazovaca kretala u intervalu od 0,050-0,187 jedinki/1cm' obima stabala, odnosno daleko ispod kritičnog praga vrednosti. Pažljiva analiza podataka ukazala je na blagi trend povećanja brojnosti ženki u odnosu na prošlu godinu.

U periodu januar-mart 2015. godine, u prostorijama Instituta su analizirani uzorci "zimskih" grančica sa područja ŠG Sremska Mitrovica (39 uzoraka), ŠG Sombor (62 uzorka), ŠG „Banat" – Pančevo (24 uzorka), ŠG Novi Sad (3 uzorka), JP NP Fruška gora (43 uzorka), VU Morović (7 uzoraka) i VU Karađorđevo (4 uzorka). Relativna brojnost gusenica i pagusenica ranoprolećnih defolijatora nije dostigla kritične vrednosti (100 i više jedinki na 1000 listova) ni na jednom analiziranom uzorku. Na gajenim grančicama su u najvećem broju evidentirane gusenice savijača (Tortricidae). Predstavnici ostalih familija (Tenthredinidae, Noctuidae, Pyralidae) su bili zastupljeni pojedinačno. Gusenice iz familija Tortricidae, Pyralidae i Noctuidae su gajene do kraja razvića u cilju dobijanja leptira i determinacije vrsta. Leptiri zelenog hrastovog savijača (*Tortrix viridana*) su bili najbrojniji (>85%). Predstavnici ostalih vrsta evidentirani su pojedinačno (*Aleimma loeflingiana*, *Acrobasis tumidella*, *Ptycholoma lecheana*). Iz lutaka sovica (fam. Noctuidae) nije došlo do eklozije leptira.

*** * ***

Pri prolećnim pregledima hrastovih sastojina u Vojvodini nisu zabeležena vidljiva oštećenja lisne mase stabala budući da se ova grupa štetnih insekata nalazi u latenci.

U povećanoj brojnosti, gusenice ranoprolećnih defolijatora su se javile u mladim zasadima topola na dva lokaliteta:

a) U neposrednoj blizini autoputa Beograd-Zagreb kod Sremske Mitrovice, gusenice sovica (fam. Noctuidae) su u 11 godina staroj plantaži obrstile deo lisne mase. Suzbijanje je obavljeno preparatom Lebaycid sa potpunim uspehom.

b) Gusenice velikog i malog mrazovca (fam. Geometridae) javile su se u mladoj kulturi topole na području ŠU Zrenjanin (lok. Gornje Potisje, odel. 25a). Do momenta tretiranja, gusenice su obrstile 40% lisne mase stabala, a uspešno su suzbijene preparatom Calypso na 13,6ha.

***Lymantria dispar* L. - hrastov gubar**

Kao i ranoprolećni defolijatori, tako se i hrastov gubar na teritoriji Vojvodine nalazi u latenci. Jajna legla ove štetočine su u leto 2015. godine položena fragmentarno i u malom broju na području ŠG Sremska Mitrovica (lok. Rađenovci-Novi, odel. 4, 5; lok. Vinična-Žeravinac-Puk, odel. 47) i ŠG Sombor (lok. Zaštićene šume, odel. 32b, 49e).

***Nycteola asiatica* Krul. - mala topolina sovica**

Gusenice male topoline sovice javile su se u povećanoj brojnosti na sadnom materijalu euramerič kih klonskih topola (I-214, *Pannonia*) u rasadniku Ratno Ostrvo u blizini Kaća. Od sredine jula do kraja septembra gusenice su suzbijane u četiri navrata preparatom Actara sa dobrim uspehom. Prva generacija gusenica nije blagovremeno uočena i suzbijana što je prouzrokovalo delimičnu defolijaciju terminalnog lišća sadnica.

Štetočina je konstatovana početkom septembra i u rasadniku Čelarevo na sadnicama klona I-214. Nisu preduzete mere suzbijanja jer su se gusenice javile pojedinačno.

***Paranthrene tabaniformis* L. - mali topolin staklokrilac**

Jak napad malog topolinog staklokrilca registrovan je u mladim zasadima topola na području šumske uprave Klenak. Na lokalitetima Grabovačko-Vitojevačko Ostrvo (odel. 36) i Leget (odel. 9, 10, 12, 15) gotovo sva stabalca su imala po nekoliko „gala“, odnosno larvenih hodnika. Stabla klona PE 19/66 su bila najjače napadnuta (dvogodišnje biljke i biljke iz popune), a u manjem broju i stabla klonova B-81 i „Bora“. Injektovanje larvenih hodnika obavljeno je benzinom u drugoj polovini septembra na ukupnoj površini od 28,1ha.

U mladim zasadima topola na području šumske uprave Titel, štetočina je konstatovana na manjem broju stabala – pretežno u zonama mehaničkih ozleda kore od srndaća. Nisu predložene mere suzbijanja obzirom da se radilo o pojedinačnim napadnutim biljkama.

Chrysomelidae – bube listare

Bube listare su tokom proleća 2015. godine suzbijane u mladim zasadima topola na području ŠG Novi Sad (106,7ha) i ŠG Sombor (66,9ha) pri slabom do srednjem napadu, a pri jačem napadu kod ŠG „Banat“ – Pančevo (ŠU Zrenjanin, lok. Donje Potisje, odel. 9, 14, 18) na 30,2ha. Tretiranja su obavljena u periodu april-jun različitim insekticidima sa dobrim uspehom (Actara, Calypso, Futocid EC).

***Aphididae* – biljne vaši**

Biljne vaši su se javile, a i suzbijane su početkom juna u novopodignutom zasadu bele topole kod šumske uprave Apatin (lok. Staklara, odel. 50). Zaštita je obavljena insekticidom Actara (0,02%) na 3,4ha sa potpunim uspehom.

Krajem maja, pregledane su mlade kulture poljskog jasena, bagrema, bele topole i crnog bora na Deliblatskoj peščari. Na sadnicama bele topole (odel. 427/4) utvrđeno je prisustvo vrste *Chaitophorus populeti* Panz., a na terminalnim izbojcima bora *Cinara brauni* Börn. (odel. 426/6). Mere zaštite nisu predložene jer je napad obe vrste bio slabog intenziteta.

***Corythucha arcuata* (Say.) – hrastova mrežasta stenica**

Hrastova mrežasta stenica je nova štetočina hrastovih šuma u Vojvodini (Slika 7). Hraneći se ćelijskim sadržajem listova, prouzrokuje hlorozu tipičnu za ovu grupu insekata. To je severnoamerička vrsta koja je na evropskom kontinentu zabeležena 2000. godine na području severne Italije (Bernardinelli i Zandigiacomo, 2000). Tri godine kasnije primećena je u Turskoj (Mutun, 2003), a 2005. godine je otkrivena u Švajcarskoj (Forster et al., 2005). U razdoblju koje je usledilo nije bilo novih informacija o njenom širenju u Evropi sve do nedavno, kada je otkrivena u Bugarskoj 2012. godine (Dobreva et al., 2013), a potom i na teritoriji Mađarske (Csóka et al., 2013) i Hrvatske (Hrašovec et al., 2013). U Vojvodini je prvi put ustanovljena 2013. godine, u sastojinama lužnjaka kod Jamene u Sremu.

Tokom 2015. godine, prisustvo ove invazivne vrste je utvrđeno na svim područjima gajenja hrasta u Vojvodini, osim na Vršačkom bregu. Kao što se i moglo očekivati, hrastova stenica se na velikim površinama javila u Bosutskim šumama gde je pod jakim napadom bilo više od 17000ha lužnjakovih sastojina. Štetočina se raširila i na celokupan prostor hrastovih šuma u Gornjem i Srednjem Podunavlju i Posavini gde je registrovana u različitom intenzitetu napada. Otkrivena je i na Fruškoj gori (GJ 3812, odel. 10, 11, 15, 36) u sastojinama lužnjaka, dok je na Subotičkoj peščari utvrđena sporadično, na manjem broju hrastovih stabala.

Slika 7. Larve i imaga *Corythucha arcuata* na lišću cera
(ŠG Novi Sad, lok. Bođanska šuma, odel. 11a) (19. 06. 2015.)
Figure 7. *Larvae and adults Corythucha arcuata on European turkey oak (FE Novi Sad, loc. Bođanska šuma, sect. 11a) (June 19th, 2015.)*

Može se zaključiti da se radi o štetočini ogromnog potencijala razmnožavanja koju je potrebno striktno pratiti i na ostalim područjima gajenja hrasta u Srbiji. Kada se prouči štetan uticaj hrastove stenice na fiziološke procese i vitalnost biljaka, treba razmotriti mogućnost primene neposrednih mera zaštite.

***Lytta vesicatoria* L. – španska buba**

Sredinom juna, trogodišnja kultura poljskog jasena na području Šumskog gazdinstva Sombor (lok. Kurjačica, odel. 9a, 10a, 11b) bila je napadnuta španskom bubom (*Lytta vesicatoria*). Obrštene su sadnice u različitom stepenu (od slabog do golobrsta na manjem broju biljaka) (Slika 8). Štetočina je uspešno suzbijena, ali sa zakašnjenjem (23. juna 2015.) preparatom Futocid EC.

Slika 8. Obrštene sadnice poljskog jasena od španske bube (*L. vesicatoria*) (Šumsko gazdinstvo Sombor, lok. Kurjačica, odel. 9a) (26. 06. 2015.)
Figure 8. *Narrow-leaved ash seedlings defoliated by spanish fly (L. vesicatoria) (FE Sombor, loc. Kurjačica, sect. 9a) (June 26th, 2015.)*

***Obolodiplosis robiniae* Haldeman – bagremova muva galica**

Krajem maja, u kulturi bagrema na Deliblatskoj peščari (odel. 427/4) utvrđeno je sporadično prisustvo bagremove muve galice - *Obolodiplosis robiniae*. Ova invazivna vrsta, poreklom iz Severne Amerike, introdukovana je u Evropu 2003. god. (Italija) i vrlo brzo se proširila na ceo Evropski kontinent. U Srbiji je prvi put otkrivena u jesen 2006. godine u okolini Šapca. U Srbiji je proučavana biologija ove vrste, način rasprostranjenja, prirodni neprijatelji i njen ekološki značaj (Mihajlović et al., 2008). Iako je vrsta sada široko rasprostranjena, nije konstatovano da uzrokuje ekonomski značajne štete.

***Neodiprion sertifer* Geoffr. - riđa borova zolja**

U kulturama belog i crnog bora na Subotičkoj i Deliblatskoj peščari zabeležena je pojava, a delom i štete manjeg obima od riđe borove zolje (*N. sertifer*). Početkom maja u kulturama belog bora na Subotičkoj peščari (reon Daščan-Krivo Blato, odel. 10c, e) konstatovano je da je većina pagusenica uginula od nuklearne virusne poliedrije (Slika 9). Na Deliblatskoj peščari utvrđeno je pojedinačno prisustvo pagusenica u kulturama, a vidljivih oštećenja u krošnjama stabala nije bilo.

Slika 9. Pagusenice riđe borove zolje (*N. sertifer*) uginule od nuklearne virusne poliedrije (Subotička peščara, reon Daščan-Krivo Blato, odel. 10e) (11. 05. 2015.)
Figure 9. *European pine sawfly (N. sertifer) larvae killed by nuclear polyhedrosis virus (Subotica Sand, loc. Daščan-Krivo Blato, sect. 10e) (May 11th, 2015)*

Borovi potkornjaci (fam. Scolytidae)

U borovim kulturama na Deliblatskoj i Subotičkoj peščari postavljena je početkom marta prva serija „lovnih" stabala na kojima je do kraja maja kontrolisano prisustvo i brojnost potkornjaka. Nivo populacije potkornjaka bora koji naseljava deblo (*Ips sexdentatus*) određen je na osnovu prosečnog broja ubušnih otvora imaga na probnim površinama veličine 20x20cm (4dm²). Na svakom lovnom stablu uzet je jednak broj probnih površina (ukupno 10). Podaci o prosečnom broju otvora upoređeni su sa kritičnim brojevima za pomenutu vrstu potkornjaka (Karadžić et al., 2011).

Na Subotičkoj peščari je postavljeno 12 „lovnih" stabala u šest odelenja (42f, 45f, 50f, 56f, 95f i 98d), odnosno u svakom odelenju po dva stabla. Slab napad utvrđen je u odelenjima 95f i 98d (<0,5 ubušnih otvora /4dm²), a na stablima u ostalim odelenjima „nije bilo znakova prisustva potkornjaka".

Kontrola brojnosti potkornjaka na Deliblatskoj peščari obavljena je na 14 lokaliteta (3c, 10a, 50a, 55a, 57c, 63a, 98a, 140e, 140h, 157f, 173f, 194c, 444f i 453g). Jak napad utvrđen je u odelenjima 3c, 140e i 140h (1,56-8,80 otvora/4dm²), srednji u odelenju 453g (0,60/4dm²), a slab u odelenjima 50a, 63a, 98a i 444f (0,15-0,45/4dm²). Na ostalim lokalitetima (6) nisu registrovani ubušni otvori na stablima.

Kada se rezultati o konstatovanom broju ubušnih otvora *Ips sexdentatus* uporede sa podacima iz prošle godine, zapaža se značajan pad populacije ove štetočine na oba kontrolisana područja. Data je preporuka da se „lovna" stabla okoraju u cilju uništenja nakota (larava i lutaka).

III SUZBIJANJE KOROVSKE VEGETACIJE

Korisnici šuma na teritoriji Vojvodine su tokom godine intenzivno i na velikim površinama primenjivali čitav niz mehaničkih i hemijskih mera borbe protiv korova u novoobnovljenim hrasticima, mladim zasadima topola i vrba, kao i na terenima koji se pripremaju za nova pošumljavanja.

Kod Šumskog gazdinstva Sremska Mitrovica, na površinama zasejanim žirom, a pre nicanja lužnjaka, korovska vegetacija je tokom prve polovine aprila tretirana totalnim herbicidom (Glifosat, 2%) na 186,5ha.

Podmladne površine lužnjaka u Bosutskim šumama i Posavini tretirane su tokom vegetacije selektivnim herbicidima na bazi nikosulfurona (Motivell, Nikosav) i klopiralida (Piralis 100) u dozi 1-1,3l/ha na 462,2ha. Uspeh preduzetih akcija bio je različit u zavisnosti od rokova primene herbicida, te floističkog sastava i razvijenosti korova. Na istom području, u sklopu pripreme terena za pošumljavanja hrastom, tretirani su panjevi preparatom Garlon 3-A u konc. 10% na 47,6ha, a korovska vegetacija totalnim herbicidom (Glifosav 7-13,4l/ha) na 572,9ha.

U mladim hrasticima na području Šumskog gazdinstva Sombor, međuredno suzbijanje korova obavlja se hemijskim putem (totalni herbicidi).

U mladim zasadima klonskih topola u Posavini, obrada zemljišta se obavlja senzorskim tanjiračama. Na ostalim područjima gajenja topola (ŠG „Banat“ – Pančevo, ŠG Sombor, ŠG Novi Sad) primenjuje se kombinacija mehaničkih i hemijskih mera borbe protiv korova (međuredna obrada zemljišta tanjiranjem, tarupiranje korova, suzbijanje korova oko sadnica mehanički (okopavanje) i hemijski (totalni herbicidi). Odnedavno Šumsko gazdinstvo Novi Sad za suzbijanje korova u zoni oko sadnica topola i u redovima upotrebljava „hemijsku motiku“ koja obezbeđuje visoku efikasnost i dobre učinke pri radu.

IV ŠTETE OD DIVLJAČI

U lovištima Šumskog gazdinstva Sombor, jelenska, ali i ostala divljač, svake godine nanosi ogromne štete mladim zasadima mekih lišćara, ali i stablima u starijim sastojinama. Razlog je neusklađena brojnost divljači sa prehrambenim mogućnostima i površinom lovišta.

U periodu zima-rano proleće 2015. godine na području šumske uprave Bački Monoštor (lok. Monoštorske šume, Karapandža) jelenska divljač je oglodala i skinula koru sa 6023 stabala u srednjedobnim kulturama topole (9-15 god.), sastojinama poljskog i američkog jasena (10-70 god.) i sastojinama ostalih tvrdih lišćara (7-70 god.), a slične štete pričinila je i u mladim zasadima klonskih topola, vrbe i bele topole (1-2 god.) na 3007 biljaka. Kora stabala je oguljena i skinuta od pridanka do 1,5m visine (Slika 10, 11).

U mladim zasadima klonskih topola i vrbe kod šumske uprave Apatin jelenska divljač je polomila ili jako oštetila 1087 sadnica, dok su srne odgrizanjem terminalnih izbojaka nanele štete lužnjaku u mladim kulturama (1669 biljaka).

Kod šumske uprave Odžaci divlje svinje su kljovama i češanjem u blizini kaljužišta oštetile 24 dvogodišnje sadnice topole (lok. Kamarište, odel. 4e). Sadnice u jednogodišnjoj kulturi vrbe oštetila je jelenska divljač odgrizanjem i guljenjem kore (80 kom.), dok su srne odgrizanjem vršnih pupoljaka oštetile 53170 sadnica lužnjaka starosti 4-6 godina.

Slika 10. Stablo američkog jasena oštećeno od jelenske divljači (ŠG Sombor, lok. Monoštorske šume, odel. 32g) (05. 05. 2015.)

Figure 10. *American ash tree damaged by red deer (FE Sombor, loc. Monoštorske šume, sect. 32g) (May 5th, 2015)*

Slika 11. Stablo poljskog jasena oštećeno od jelenske divljači (ŠG Sombor, lok. Monoštorske šume, odel. 32g) (05. 05. 2015.)

Figure 11. *Narrow-leaved ash tree damaged by red deer (FE Sombor, loc. Monoštorske šume, sect. 32g) (May 5th, 2015)*

V ABIOTIČKI FAKTORI

Monitoring sušenja stabala u sastojinama tvrdih lišćara

U periodu maj-juni sproveden je monitoring sušenja stabala na oglednim poljima postavljenim u sastojinama tvrdih lišćara u Vojvodini. U odnosu na prethodni period osmatranja (kraj vegetacije 2014.) konstatovano je da „nije bilo značajnih promena u smislu sušenja stabala“.

Pojava sušenja poljskog jasena

U mladim sastojinama poljskog jasena, prirodnog ili veštačkog porekla, primećeni su, poslednjih godina, znaci odumiranja biljaka. Pojava sušenja se najčešće manifestuje pojavom suhovrhosti, a delom i odumiranjem bočnih grana (Slika 12). Na suvim letorastima dolazi do promene boje kore koja je nekrotirana i tamnija u odnosu na izbojke pod listom (Slika 13). Iz prirodnog podmlatka i mladih kultura u Posavini i Podunavlju uzeti su uzorci biljnog materijala za laboratorijsku analizu. Sa nekrotiranih lezija izbojaka izvršena je izolacija gljiva na hranljivu podlogu (PDA). Iz tkiva kore izolovane su u najvećem broju vrste iz roda *Phomopsis* (na svim lokalitetima sa učešćem većim od 50%), a potom vrste iz rodova *Alternaria* i *Fusarium*. Pomenuti predstavnici mikoflore pripadaju parazitima sasvim slabih

domaćina i njihovo prisustvo ukazuje da razlozi sušenja nisu patogene, već abiotičke prirode (poremećeni hidrološki uslovi staništa, klimatski ekstremi i dr.).

Slika 12. Suhovrho stablo poljskog jasena u kulturi staroj 6 godina (ŠG Sombor, lok. Monoštorske šume, odel. 15c) (05. 05. 2015.)

Figure 12. *Narrow-leaved ash dieback from the top, six year old plantation (FE Sombor, loc. Monoštorske šume, sect. 15c) (May 5th, 2015)*

Slika 13. Nekrotiran izbojak iz prirodnog podmlatka poljskog jasena (ŠG Sr. Mitrovica, lok. Vinična, odel. 16) (06. 03. 2015.)

Figure 13. *Necrotic lesion on narrow-leaved ash sprout from offspring (FE Sombor, loc. Monoštorske šume, sect. 15c) (March 6th, 2015)*

Sušenje stabala u srednjedobnim zasadima topola (8-10 godina)

Na području šumske uprave Kupinovo zabeležena je pojava sušenja stabala topola na zemljištima nepovoljnim za gajenje ove vrste (močvarno-glejna zemljišta tipa α, α/β i β glej). Na lokalitetu Jasenska-Belilo (odel. 11d, 16g i 17b) primećeno je sušenje stabala u manjim grupama ili pojedinačno. Sušenjem su bila zahvaćena stabla klona *Pannonia* u „nizama“ gde je prevlaživanje zemljišta najveće, a pojedinačno i stabla klonova *P. deltoides* (Slika 14). Stabla su formirala plitak korenov sistem u zoni fiziološki aktivnog sloja, a na nekima od njih uočena je i pojava „smeđih mrlja“ (Slika 15).

Slika 14. Sušenje stabala u zasadu topole (ŠG Srem. Mitrovica, lok. Jasenska-Belilo, odel. 17b) (25. 06. 2015.)

Figure 14. *Tree dieback in poplar plantation (FE Srem. Mitrovica, loc. Jasenska-Belilo, sect. 17b) (June 25th, 2015)*

Slika 15. „Smeđe mrlje“ na stablu kl. *Pannonia* (ŠG Srem. Mitrovica, lok. Jasenska-Belilo, odel. 16g) (25. 06. 2015.)

Figure 15. *“Brown flecks“ on the tree of clone Pannonia (FE Srem. Mitrovica, loc. Jasenska-Belilo, sect. 16g) (June 25th, 2015)*

Krajem 90-tih godina prošlog veka na ovom lokalitetu su sprovedeni opsežni hidromeliorativni radovi. Prokopan je sistem kanala u cilju isušivanja terena i stvaranja pogodnih uslova za pošumljavanje. Zemljište je ovde fiziološki vrlo plitko (20-60cm) i nalazi se pod stalnim uticajem visoke podzemne vode. Kanali su zagušeni i drže visok nivo podzemnih voda u zasadima, te u zonu korenovog sistema stabala ne dospeva dovoljna količina kiseonika.

Predloženo je da se što pre pročiste kanali da bi se suvišna voda odvela u Savu, a uz konsultacije sa stručnjacima iz oblasti pedologije zaključeno je da je na ovim tipovima zemljišta poljski jasen dovoljno otporan da preživi, a u manjem stepenu i bela vrba.

Pregledani su i zasadi klona *Pannonia* (11-15 god.) na lokalitetu Čenjin-Obreške širine (odel. 1b, 9e, 10a), podignuti na istom tipu zemljišta (α/β i β glej). Konstatovano je da su krošnje stabala bile jednolične svetlo zelene boje zbog prevlaživanja zemljišta i nedostatka kiseonika u njemu. Zasadi su mestimično proređeni zbog pojedinačnog sušenja stabala.

Data je opšta preporuka da se izbor vrsta šumskog drveća na staništima sličnih ekoloških karakteristika u Posavini ubuduće preciznije definiše na osnovu dubine fiziološki aktivnog sloja zemljišta i prisutnih edifikatora prizemne flore.

ZAKLJUČAK

U šumama, zasadima, plantažama i rasadnicima na teritoriji Vojvodine javio se tokom 2015. godine veliki broj biotičkih i abiotičkih štetnih faktora. Kao najznačajniji u smislu nanošenja šteta označeni su gljiva *Dothistroma pini* koja se u razmeri lokalne epifitocije javila na Subotičkoj peščari i hrastova mrežasta stenica

(*Corythucha arcuata*), invazivna vrsta, koja je velikom brzinom osvojila gotovo sva područja gajenja hrasta u Vojvodini. Ostali štetni organizmi su registrovani u relativno manjem obimu. Hemijske mere borbe preduzete su protiv prouzrokovača biljnih bolesti (*Marssonina brunnea*, *Melampsora* spp., hrastova pepelnica) i štetnih insekata (ranoprolećni defolijatora hrasta, bube listare, biljne vaši, *Nycteola asiatica*, *Paranthrene tabaniformis* i *Lytta vesicatoria*). Veoma velike štete pričinila je visoka divljač u sastojinama tvrdih i mekih lišćara na području Šumskog gazdinstva Sombor. Pojava sušenja stabala topola i poljskog jasena na pojedinim lokalitetima pripisana je nepovoljnim uslovima staništa i klimatskim ekstremima.

Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, kao Centar službe prognozno-izveštajnih poslova u šumarstvu, nastavlja sa aktivnim radom na utvrđivanju pojave i rasprostranjenosti najvažnijih štetnih činilaca u šumama Vojvodine.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III 43007), Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Srbije za period 2011-2015.

LITERATURA

Bernardinelli, I.; Zandigiacomo, P. (2000): Prima segnalazione di *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) in Europa. Informatore Fitopatologico, 50: 47-49.

Csóka, G.; Hirka, A.; Somlyai, M. (2013): A tölgy csipkéspoloska (*Corythucha arcuata* Say, 1832 - Hemiptera, Tingidae) elsô észlelése Magyarországon. Növényvédelem, 49 (7): 293-296.

Dobreva, M.; Simov, N.; Georgiev, G.; Mirchev, P.; Georgieva, M. (2013): First Record of *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) on the Balkan Peninsula. Acta Zoologica Bulgarica, 65 (3): 409-412.

Forster, B.; Giacalone, I.; Moretti, M.; Dioli, P.; Wermelinger, B. (2005): Die amerikanische Eichennetzwanze *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) hat die Südschweiz erreicht - Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 78: 317-323.

Hrašovec, B.; Posarić, D.; Lukić, I.; Pernek, M. (2013): Prvi nalaz hrastove mrežaste stenice (*Corythucha arcuata*) u Hrvatskoj. Šumarski list, 9-10: 499-503.

http://www.hidmet.gov.rs/ Republički hidrometeorološki zavod Srbije

Karadžić, D.; Mihajlović Lj.; Milanović, S.; Stanivuković, Z. (2011): Priručnik izveštajne i dijagnostičko prognozne službe zaštite šuma. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, 517.

Mihajlović, Lj.; Glavendekić, M.; Jakovljević, I.; Marjanović, S. (2008): *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera: Cecidomyiidae) - nova štetočina bagrema u Srbiji. Glasnik Šumarskog fakulteta 97, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd, 197-207.

Mutun, S. (2003): First report of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) from Bolu, Turkey. Israel Journal of Zoology, 49 (4): 323-324.

Pap, P.; Marković, M.; Poljaković-Pajnik, L.; Vasić, V.; Drekić, M. (2011): Najvažniji prouzrokovači bolesti u šumskim ekosistemima Vojvodine i njihovo suzbijanje u periodu 2002-2011. godina. Biljni lekar, XXXIX, br. 6: 618-634.

Pap, P.; Drekić, M.; Poljaković-Pajnik, L.; Marković, M.; Vasić, V. (2014): The most important insect pests in forest ecosystems of Vojvodina and their suppression during the period 2004-2013. Silva Balcanica, 15 (2): 68-80.

Summary

FOREST HEALTH MONITORING IN VOJVODINA IN 2015

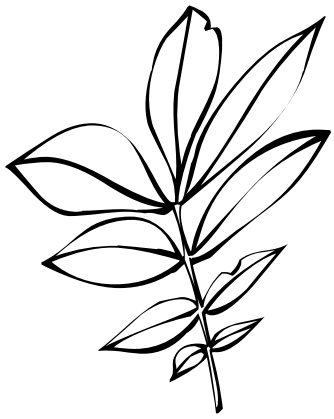
by

Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Miroslav Marković, Verica Vasić

University of Novi Sad, Institut of lowland forestry nd environment, Antona Čehova 13, Novi Sad

Numerous harmful biotic and abiotic factors in the forest stands, plantations and nurseries in Vojvodina during 2015 were observed. The most damaging were fungus Dothistroma pini which occurred in local epiphytotic in Subotica Sand and oak lace bug (Corythucha arcuata), invasive species, which rapidly spread throughout the almost all areas of oak growing in Vojvodina. Other harmful organisms appeared in the relatively lower population density. Chemical control measures were taken against the plant diseases (Marssonina leaf spot, poplar leaf rusts, oak powdery mildew) and insect pests (early season oak defoliators, leaf beetles, plant lice, eastern nycteoline, poplar twig borer and Spanish fly. Big game species caused great damage in the broadleaved stands in Gornje Podunavlje. The dieback of young poplar and ash trees at some localities was connected to unfavorable habitat conditions and climatic extremes.

Institute of Lowland Forestry and Environment, as a center of forecasting and reporting service, continues its work in determining the occurrence and prevalence of the most harmful factors in the forests of Vojvodina.



UDK: 630*232:582.632.2

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

EFEKAT BENZALKONIJUM HLORIDA, Ca-PROHEKSADIONA I KOBALT HLORIDA NA KLIJANJE ŽIRA HRASTA LUŽNJAKA

Branislav Kovačević[1], Marina Katanić, Saša Orlović, Verica Vasić, Vid Rađević[2]

Žir hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) je korišćen radi ispitivanja mogućnosti regulacije klijanja ovog rekalcitrantnog semena u pravcu razvoja metoda koji bi omogućio privremeno odlaganje klijanja i produžetka perioda skladištenja. Ogled je postavljen 27. 06. 2015. sa žirom koji je čuvan u hladnjači na 0±1°C od jeseni prethodne godine. Najjasniji efekat odlaganja kretanja korena dao je tretman rastvorom benzalkonijum hlorida i Ca-proheksadiona (13 dana), a odmah za njim tretman samim benzalkonijum hloridom (BAC). Nakon tretmana kombinovanim rastvorom BAC, Ca-proheksadiona i kobalt hlorida relativno brzo su se pojavili prvi žirevi sa korenom, ali je bilo žireva koji su formirali koren i 20 dana nakon poslednjeg proklijalog žira u kontroli. Efekat ispitivanih tretmana na svojstava izbojka je najjasniji u slučajevima perioda do pojave prvog žira sa izbojkom i srednjeg perioda do pojave izbojka (20 dana prolongiranje u odnosu na kontrolu). Diskutovani su mogući uzroci dobijenog efekta ispitivanih aktivnih supstanci, kao i njihov značaj za dalja istraživanja. Rezultati istraživanja bi mogli da budu interesantni u praksi skladištenja žira, ali bi istraživanja trebalo proširiti, kako u kontrolisanim, tako i poljskim uslovima.

Ključne reči: rekalcitrantno seme, dormantnost, čuvanje

EFFECT OF BENZALKONIUM CHLORIDE, Ca-PROHEXADION AND COBALT CHLORIDE ON PEDUNCULATE OAK ACORN GERMINATION

Branislav Kovačević, Marina Katanić, Saša Orlović, Verica Vasić, Vid Rađević

Abstract: *The pedunculated oak (Quercus robur L.) acorns were used to examine the possibility of regulating recalcitrant seed germination aiming towards the development of a temporary delay of germination and extension of storage period. The experiment was set 27th June 2015 with acorn collected in the Autumn of 2014 and stored in refrigeration on 0±1°C. The most efficient root emergence delay effect was found after the treatment with solution of bezalkonium chloride (BAC) and Ca-prohexadion (13 days), as well as with solution with*

[1] Dr Branislav Kovačević, viši naučni saradnik; dr Marina Katanić, naučni saradnik; prof. dr Saša Orlović, naučni savetnik; dr Verica Vasić, naučni saradnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, Novi Sad

[2] Dipl. ing. Vid Rađević - JP "Vojvodinašume", ŠG „Sremska Mitrovica"**,** Parobrodska 2, Sremska Mitrovica

BAC alone. After the treatment with combined solution of BAC, Ca-prohexadion and cobalt chloride root emerged on some acorns after the same period as in control, but on some acorns twenty days after the last germinated acorn in the control. Effect of examined treatments on shoot emergence was the most clear in cases of period for the appearance of the first acorn with emerged shoot and average period for shoot emergence (20 days delay related to control). The possible reasons for such effects of examined substances are discussed as well as their significance for further research. The results of study could be interesting in acorn storage praxis, but the research should be extended in controlled as well as in field conditions.

Key words: *recalcitrant seed, dormancy, storage*

UVOD

Rekalcitrantnost hrastovog žira predstavlja problem prilikom njegovog skladištenja. Naime, slaba dormantnost, ubrzano sušenje i relativno intenzivni fiziološki procesi dovode do brzog gubljenja vitalnosti i klijavosti. Zbog toga se skladištenje vrši u hladnjačama, uz preporuku pakovanja u plastične vreće (Pasquini *et al.*, 2011). I preliminarna istraživanja u Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu ukazuju na jasan pad vitalnosti žira tokom perioda skladištenja, te se javlja potreba za daljim pronalaženjem postupaka koji bi mogli da unaprede očuvanje vitalnosti i klijavosti žira na što duži period.

Jedan od načina unapređenja postupka skladištenja koje smo u ovom radu ispitali je jačanje dormantnosti žira, kako bi se na taj način usporili metabolički procesi u žiru i očuvala njegova vitalnost na duže vreme. Postoji više aktivnih materija koje mogu da podstaknu dormantnost. Abscisinska i giberelinska kiselina su ključni hormoni u procesu uspostavljanja dormantnosti semena i njihov odnos reguliše ovaj proces (Koornneefet et al., 1982). Druge materije mogu da pomognu process dormantnosti kao npr. inhibitori sinteze giberelinske kiseline (Marshall et al., 2000). Takođe, inhibitori sinteze etilena, hormona koji u većim količinma može da uzrokuje efekte od usporenog procesa rasta do nekroze tkiva. Aktivnost abscisinske kiseline može da se podstakne dejstvom faktora koji dovode biljku u stanje stresa. Tako benzalkonium hlorid (BAC), jedinjenje koje se široko koristi kao površinski dezinficijens (Ceragioli et al., 2010) može da reaguje sa fosfolipidnim komponentama ćelijske membrane narušavajući integritet ćelije i fiziološke funkcije (Salton, 1968; McDonnell et al., 1999; Maillard, 2002) i time pokrene akumulaciju ABA kao odgovor na stres (Bandurska et al., 2003).

U ovom radu ispitan je efekat benzalkonijum hlorida (BAC), Ca-proheksadion (inhibitor sinteze giberelinske kiseline) i kobalt hlorida (inhibitor sinteze etilena) na jačanje dormantnosti žira hrasta lužnjaka.

MATERIJAL I METODE

U ogledu je korišćen žir hrasta lužnjaka sakupljen na području ŠG „Sremska Mitrovica“ u jesen 2014. Žir je bio uskladišten u hladnjači Semensko-doradnog centra u Moroviću krajem 2014. nakon termoterapije i čuvan na 0±1°C u

plastičnim gajbama. Dana 27. 06. 2015. godine su pripremljeni su žirevi za ogled time što im je odsečen gornji deo perikarpa i bazalni deo semena. Tom prilikom su izabrani vitalni žirevi na kojima nisu uočeni znakovi napada bolesti ni štetočina. Ovako pripremljeni žirevi su potopljeni u ispitivanim rastvorima jedan čas, zatim isprani u česmenskoj vodi, i onda postavljeni na vlažnu filter hartiju. Ispitano je dejstvo četiri tretmana tj. rastvora:

1. **C**: Kontrola (destilovana voda)
2. **A**: Rastvor 0,05% benzalkonijum hlorida (BAC)
3. **AR**: Rastvor 0,05% BAC i 10 µM Ca-proheksadiona
4. **ARC**: Rastvor 0,05% BAC, 10 µM Ca-proheksadiona i 100 µM $CoCl_2 \cdot 6H_2O$

Do navedenih koncentracija se došlo na osnovu preliminarnih istraživanja, koja su pokazala da su primenjene koncentracije ostvaruju značajan uticaj na rast i razvoj biljaka. Ogled je postavljen u tri ponavljanja, sa po 6-7 žireva po ponavljanju, u uslovima kontrolisane temperature (26±2°C), fotoperiodom od 16h, pri čemu je belim neonskim sijalicama ostvareno svetlo jačine 3500 lux. Nakon postavke ogleda na 3 do 4 dana za svako onavljanje je beležen broj žireva sa korenom odnosno izbojkom. Na osnovu ovih podataka izvedena su sledeća svojstva: srednji period do pojave korena (dani) (SK), period pojave prvog žira sa poteralim korenom (dani) (K1), period do pojave korena na 50% od ukupnog broja žireva kod kojih se pojavio koren (dani) (K50), period do pojave korena kod svih žireva kod kojih se pojavio koren (K100), udeo žireva kod kojih se pojavio koren (%) (PK), srednji period do pojave izbojka (SI), period do pojave prvog žira sa poteralim izbojkom (dani) (I1), period do pojave izbojka na 50% od ukupnog broja žireva kod kojih se pojavio izbojak (dani) (I50), period do pojave izbojka kod svih žireva kod kojih se pojavio izbojak (dani) (I100) i udeo žireva kod kojih se pojavio izbojak (%) (PI). U dalju statističku analizu su ušle srednje vrednosti ponavljana.

Svojstva PK i PI su pre statističke analize transformisana arcsin-transformacijom kako bi se ostvarila normalna distribucija frekvencija. Nakon toga je za svako ispitivano svojstvo izvršena analiza varijanse i test najmanje značajnih razlika, kako bi se utvrdila značajnost uticaja ispitivanih tretmana na variranje ispitivanih svojstava. Srednje vrednosti ovih svojstava u tabelama dobijena su retransformacijom sredina transformisanih vrednosti. Za statističku analizu korišćen je programski paket R (R Development Core Team, 2008).

REZULTATI I DISKUSIJA

Prvi korenovi su se pojavili 9 dana, dok su se prvi izbojci pojavili nakon 20 dana od postavke ogleda. Procenat žireva kod kojih se formirao koren je bio relativno visok (preko 80%) (Tabela 2, Slika 1). Prema rezultatima analize varijanse ispitivanih svojstva, jedino su period do pojave korena kod svih žireva kod kojih se pojavio koren (K100) i srednji period do pojave korena (SK) bili pod značajnim uticajem razlika među ispitivanim tretmanima. F-test kod svojstva period pojave prvog korena (K1) je bio na samoj granici značajnosti. Za nijedno svojstvo vezano

za pojavu izbojka F-test nije bio značajan (Tabela 1). Dobijeni rezultati govore da se radi o veoma varijabilnim svojstvima i da bi u narednim istraživanjima trebalo da se poveća uzorak i broj ponavljanja. Takođe, ovom prilikom nisu ispitane razlike među genotipovima, koji, prema Mihajlović et al. (2014), takođe može bude značajan izvor variranja.

Tabela 1. Rezultati analize varijanse za ispitivana svojstva klijanja žira hrasta lužnjaka
Table 1. *Results of analysis of variance for examined characters of pedunculate oak acorns*

Svojstva [2] *Characters*	Tretmani *Treatments* [1]		Pogreška *Error*		F-vrednost *F-value*	Verovatnoća *Probability*
	Suma kvadrata *Sum of Squares*	Sredina kvadrata *Mean squares*	Suma kvadrata *Sum of Squares*	Sredina kvadrata *Mean squares*		
SK	274,143	91,381	71,641	8,955	10,204	0,004
K1	16,000	5,333	10,667	1,333	4,000	0,052
K50	130,917	43,639	122,000	15,250	2,862	0,104
K100	1358,667	452,889	178,000	22,250	20,355	0,000
PK	1045,480	348,493	1020,450	127,556	2,732	0,114
SI	618,969	206,323	631,800	78,975	2,613	0,123
I1	801,583	267,194	811,333	101,417	2,635	0,122
I50	603,583	201,194	982,667	122,833	1,638	0,256
I100	456,250	152,083	1116,000	139,500	1,090	0,407
PI	494,647	164,882	1133,228	141,653	1,164	0,382

[1] Stepeni slobode: za tretmane df_t=3, za pogrešku df_e=8
[2] Oznake svojstava: Srednji period do pojave korena (SK), Period pojave prvog žira sa poteralim korenom (dani) (K1), Period do pojave korena na 50% od ukupnog broja žireva kod kojih se pojavio koren (dani) (K50), Period do pojave korena kod svih žireva kod kojih se pojavio koren (K100), Udeo žireva kod kojih se pojavio koren (%) (PK), Srednji period do pojave izbojka (SI), Period pojave prvog žira sa poteralim izbojkom (dani) (I1), Period do pojave izbojka na 50% od ukupnog broja žireva kod kojih se pojavio izbojak (dani) (I50), Period do pojave izbojka kod svih žireva kod kojih se pojavio izbojak (dani) (I100) i Udeo žireva kod kojih se pojavio izbojak (%) (PI)
[1] Degrees of freedom: for treatments df_t=3, for error df_e=8
[2] Characters' labels: Average root emergence period (SK), The period for the appierence of the first acorn with emerged root (days) (K1), The period for the emergence of root on 50% of the total number of acorns with emerged root (K50), The period for the root emergence for all acorns with emerged root (K100), Ratio of acorns with emerged root (%) (PK), Average shoot emergence period (SI), The period for the appierence of the first acorn with emerged shoot (days) (I1), The period for the emergence of shoot on 50% of the total number of acorns with emerged shoot (I50), The period for the shoot emergence for all acorns with emerged shoot (I100) and Partition of acorns with emerged shoot (%) (PI).

Rezultati testa najmanje značajne razlike su ukazali da su neki tretmani ostvarili značajan uticaj na klijanje žira po više ispitivanih svojstava. Tretman A (0,05% rastvor benzalkonijum hlorida (BAC)) je ostvario maksimalni udeo žireva kod kojih se pojavio koren (PK), a tretman AR (BAC i Ca-proheksadion) minimalan (Tabela 2).

Prema svojstvima kojima je praćena dinamika kretanja korena primetno je da se razlika između ispitivanih tretmana i kontrole povećavala tokom vremena. Najjasniji efekat je uočen kod srednjeg perioda do kretanja korena (SK). Svi eksperimentalni tretmani su, prema ovom svojstvu, ostvarili značajan inhibitorni

efekat na dinamiku kretanja korena u odnosu na kontrolu. Najjači efekat je ostvario tretman AR, nakon koga je ostvareno prolongiranje pojave korena od 13 dana. Svojstva K1, K50 i K100 ukazuju na to da je u okviru svih ispitivanih tretmana bilo žireva koji su formirali koren već u isto vreme kada i prvi žirevi kod kontrole, ali je period formiranja korena kod ostalih žireva bio sve duži u odnosu na kontrolu. Ovaj efekat je najjasniji kod tretmana AR, ali je i kod ostalih tretmana bilo žireva koji su 20 do 30 dana kasnije formirali koren nego poslednji žir koji je formirao koren u kontroli.

Tabela 2. Test najmanje značajne razlike za ispitivana svojstva izbijanja korena
Table 2. *The least significant difference test for examined root emergence characters*

Tretman [1] *Treatment*	SK (dani *days*) [2]	K1 (dani *days*)	K50 (dani *days*)	K100 (dani *days*)	PK (%)
C	10,24 c	9,00 b	10,33 b	11,67 b	90,27 ab
A	19,83 ab	9,00 b	12,33 ab	37,00 a	100,00 a
AR	23,19 a	11,67 a	18,67 a	38,33 a	81,36 b
ARC	16,56 b	9,00 b	11,00 b	30,33 a	92,16 ab

[1] Oznake tretmana: C - kontrola, A - 0,05% rastvor benzalkonijum hlorida (BAC), AR - Rastvor 0,05% BAC i 10 µM Ca-proheksadiona, ARC - Rastvor 0,05% BAC, 10 µM Ca-proheksadiona i 100 µM $CoCl_2 \cdot 6H_2O$

[2] Oznake svojstava: Srednji period do pojave korena (SK), Period pojave prvog korena (dani) (K1), Period do pojave korena na 50% od ukupnog broja žireva kod kojih se pojavio koren (dani) (K50), Period do pojave korena kod svih žireva kod kojih se pojavio koren (K100), Udeo žireva kod kojih se pojavio koren (%) (PK)

[1] Treatment labels: C - control, A - 0,05% solution of benzalkonium chloride (BAC), AR – 0,05% BAC i 10 µM Ca-prohexadion solution, ARC - 0,05% BAC, 10 µM Ca-prohexadion and 100 µM $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ solution

[2] Characters' labels: Average root emergence period (SK), The period for the appierence of the first acorn with emerged root (days) (K1), The period for the emergence of root on 50% of the total number of acorns with emerged root (K50), The period for the root emergence for all acorns with emerged root (K100), Partition of acorns with emerged root (%) (PK).

Slika 1. Klijanje žireva nakon 30 dana
Figure 1. *Germination of acorns after 30 days*

Vrednosti za ispitivana svojstva za tretman ARC su najčešće bila između kontrole i ostala dva tretmana. Dok bi u slučaju dodavanja Ca-proheksadiona, moglo da se kaže da je doprinelo prolongiranju izbijanja korena, dodatak kobalt hlorida kao da je taj efekat ublažio, mada ne u toj meri da se u potpunosti eliminiše efekat BAC i Ca-proheksdiona.

Prvi izbojci su se pojavili na žirevima oko 20 dana nakon postavke ogleda, tj. oko deset dana nakon pojave prvih korenova. Iako ni za jedno ispitivano svojstvo vezano za pojavu izbojka F-test nije bio značajan, test najmanjih značajnih razlika ukazuje na značajan uticaj ispitivanih tretmana na razlike u srednjem periodu do izbijanja izbojka (SI) i perioda do pojave prvog izbojka (I1). Kod navedena dva svojstva uticaj tretmana A, na odlaganje kretanja izbojka u odnosu na kontrolu je bio značajan. U slučaju pojave prvog žira sa izbojkom (I1) razlika u odnosu na kontrolu je bila dvadeset dana. tj trebalo je duplo više vremena od kontrole da se pojavi prvi žir sa izbojkom nakon tretmana sa rastvorom BAC. Razlika od dvadesetak dana je očuvana i kod ostala tri svojstva dinamike pojave žira sa formiranim izbojkom, ali razlika u odnosu na kontrolu kod I50 i I100 nije bila značajna. Jasno je i da je nakon sva tri eksperimentalna tretmana procenat žireva sa izbojkom bio niži od kontrole, ali za ovu razliku nije dobijena statistička značajnost (Tabela 3).

Tabela 3. Test najmanje značajne razlike za ispitivana svojstva formiranja izbojka
Table 3. *The least significant difference test for examined shoot emergence characters*

Tretman [1)] *Treatment*	SI (dani *days*) [2)]	I1 (dani *days*)	I50 (dani *days*)	I100 (dani *days*)	PI (%)
C	28,72 b	19,67 b	24,67 a	44,33 a	73,21 a
A	48,11 a	39,67 a	44,33 a	58,33 a	55,65 a
AR	35,92 ab	29,00 ab	34,67 a	43,00 a	42,64 a
ARC	33,23 ab	20,00 b	31,33 a	45,33 a	56,40 a

[1)] Oznake tretmana: C - kontrola, A - 0,05% rastvor benzalkonijum hlorida (BAC), AR - Rastvor 0,05% BAC i 10 µM Ca-proheksadiona, ARC - Rastvor 0,05% BAC, 10 µM Ca-proheksadiona i 100 µM $CoCl_2 \cdot 6H_2O$

[2)] Oznake svojstava: Srednji period do pojave izbojka (SI), Period pojave prvog žira sa poteralim izbojkom (dani) (I1), Period do pojave izbojka na 50% od ukupnog broja žireva kod kojih se pojavio izbojak (dani) (I50), Period do pojave izbojka kod svih žireva kod kojih se pojavio izbojak (dani) (I100) i Udeo žireva kod kojih se pojavio izbojak (%) (PI).

[1)] Treatment labels: C - control, A - 0,05% solution of benzalkonium chloride (BAC), AR – 0,05% BAC i 10 µM Ca-prohexadion solution, ARC - 0,05% BAC, 10 µM Ca-prohexadion and 100 µM $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ solution

[2)] Average shoot emergence period (SI), The period for the appierence of the first acorn with emerged shoot (days) (I1), The period for the emergence of shoot on 50% of the total number of acorns with emerged shoot (I50), The period for the shoot emergence for all acorns with emerged shoot (I100) and Partition of acorns with emerged shoot (%) (PI).

Vrednosti za ispitivana svojstva za tretman AR i ARC su najčešće bila između kontrole i tretmana A, pri čemu su u slučaju I100 bili i nominalno na nivou kontrole. U ovom slučaju i dodavanje Ca-proheksadiona i dodavanje kobalt hlorida je ublažio efekat BAC (Tabela 3, Slika 2).

Slika 2 Klijanje žireva nakon 48 dana
Figure 2. *Germination of acorns after 48 days*

Na osnovu dobijenih rezultata može se reći da je najjasniji efekat u pravcu odlaganja kretanja korena ostvario tretman rastvorom sa BAC i Ca-proheksadionom (tretman AR), dok je u slučaju odlaganja pojave izbojka kod žireva najjasniji efekat ostvario tretman sa rastvorom BAC tj. tretman A. Inhibitorni efekat BAC na kretanje korena i izbojka bi mogao da se poveže sa mogućnošću formiranja oksidativnog stresa. Odgovor biljaka na oksidativni stres počinje porastom aktivnosti abscisinske kiseline (ABA), koja je odgovorna i za uvođenje i održavanje semena u stanju fiziološke uspavanosti. Interesantan je rezultat da je udeo žireva koji su formirali koren bio i viši nego kod kontrole, dok je sa druge strane, nakon svih eksperimentalnih tretmana procenat žireva sa formiranim izbojkom bio niži nego kod kontrole. Navedene razlike, međutim, nisu bile i statistički značajne, što ukazuje na potrebu dodatnih istraživanja. Značajna osobina benzalkonijum hlorida je da je uspešan površinski dezinficijens, te se može očekivati da bi tretman sa BAC dao i doprinos očuvanju zdravstvenog stanja žira tokom skladištenja.

Pretpostavljali smo da će dodatkom Ca-proheksadiona biti pojačan inhibitorni efekat na dinamiku klijanja, što je i potvrđeno u slučaju kretanja korena, ali ne i u slučaju dinamike kretanja izbojka. Šta više, dodatak Ca-proheksadiona kao da je ublažio inhibitorni efekat BAC. Još jedan nepovoljan podatak za primenu Ca-proheksadiona je i da su, nominalno, mada ne i statistički značajno, svojstva PK i PI za ovaj tretman bili najniži. Iako je Ca-proheksadion uključen o ova istraživanja imajući u vidu njegov inhibitorni efekat na sintezu giberelinske kiseline, ključnog faktora za aktivaciju klijanja semena, izneseni rezultati ukazuju da primenu Ca-proheksadiona u svrhu povećanja dormantnosti semena treba uzeti sa rezervom. Ovaj rezultat nije u skladu sa rezultatima Marshall et al. (2000), koji su dobili odlaganje klijanja od 4-5 dana, inače rekalcitrantnog semena srebrnolisnog javora (*Acer saccharinum* L.) nakon 12-točasovnog tretmana 1mM rastvorom paklobutrazola, inhibitorom sinteze giberelinske kiseline, a efekat je za jedan dan pojačan dodatkom 50 µM abscisinske kiseline. Ovaj inhibitorni efekat nije mogao da bude prevaziđen dodatkom giberelinske kiseline. Efekat tretmana 50 µM abscisinskom kiselinom na odlaganje klijanja nije bio značajan.

Dodatak kobalt hlorida inhibitora etilena je proizveo ublažavanje inhibitornog efekta BAC. U ovom istraživanju inhibicija etilena je trebala da doprinese povećanju vitalnosti klijanca. Međutim, rezultati ukazuju da izvesno postoji i efekat na dormantnost semena koji ublažava efekat BAC i Ca-

proheksadiona, što takođe dovodi u pitanje korišćenje ovog jedinjenja za postizanje željenog cilja. Šta više, nakon tretmana A, postignuti su dobri rezultati na prolongiranju klijanja, a vrednosti za svojstva koja ukazuju na procenat žireva koji su formirali koren i izbojak (PK i PI) su bila viša ili na nivou vrednosti dobijenih za tretman ARC. Kod ožiljavanja reznica i formiranja ožiljenica Kovačević et al., (2012) i Kovačević et al., (2014) su takođe dobili su stimulativan efekat kobalt hlorid.

Negativan uticaj Ca-proheksadiona na pojavu izbojka je u skladu sa rezultatima Marshall et al., (2000) koji upućuju na negativan uticaj i paklobutrazola na klijanje srebrnolisnog javora. Naime, udeo semenki kod kojih je izbio koren je bio oko 40%, a onih kod kojih se pojavio izbojak ispod 10%, dok su se pomenuta svojstva u kontroli i nakon tretmana 50 µM abscisinskom kiselinom, kretali oko 70%. Kombinovani rastvor paklobutrazola i abscisinske kiseline je dalje smanjio klijavost semena. Ostvareni procenti pojave korena i izbojka u našem istraživanju su povoljniji, ali rezultati oba istraživanja ukazuju na značaj nastavka rada na optimizaciji postupka.

Dobijeni rezultati ukazuju da istraživanja postizanja dormantnosti rekalcitrantnog semena i primena njihovih rezultata u praksi zaslužuju pažnju i da treba da budu nastavljena, kako u kontrolisanim, tako i u poljskim uslovima.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2015. godine, i „Unapređenje gajenja nizijskih šuma“, koji finansira JP „Vojvodinašume“, Petrovaradin za period 2013-2017. godine.

LITERATURA

Bandurska, H.; Stroiński, A.; Kubiś J. (2003): The effect of jasmonic acid on the accumulation of ABA, proline and spermidine and its influence on membrane injury under water deficit in two barley genotypes. Acta Physiologiae Plantarum, 25(3): 279-285.

Ceragioli, M.; Mols, M.; Moezelaar, R.; Ghelardi, E.; Senesi, S.; Abee, T. (2010): Comparative transcriptomic and phenotypic analysis of the responses of *Bacillus cereus* to various disinfectant treatments. Applied and Environmental Microbiology, 76, 3352–3360.

Koornneef, M.; Jorna, M.L.; Brinkhorst-van der Swan, D.L.C.; Karssen, C.M. (1982): The isolation of abscisic acid (ABA) deficient mutants by selection of induced revertants in non-germinating gibberellin sensitive lines of *Arabidopsis thaliana* L. *Heynh*. Theor Appl Genet, 61: 385–393.

Kovačević, B.; Miladinović, D.; Orlović, S.; Tomović, Z.; Rončević, S.; Poljaković-Pajnik, L. (2012): Effect of leaf treatment with cobalt chloride on

adventitious rooting of Cottonwood (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh) cuttings. Propagation of Ornamental Plants, 12(1): 52-57.

Kovačević, B.; Orlović, S.; Pap, P.; Katanić, M.; Dabić, S. (2014): Efekat primene praškastih formulacija sa kobalt hloridom i indolbuternom kiselinom na ožiljavanje drvenastih reznica bele topole. Topola, 193/194: 117-127.

Maillard, J. Y. (2002): Bacterial target sites for biocide action. J Appl Microbiol, 92 Suppl:16S-27S.

Marshall, J.; Beardmore, T.; Whittle, C.A.; Wang, B.; Rutledge, R.G.; Blumwald, E. (2000): The effects of paclobutrazol, abscisic acid, and gibberellin on germination and early growth in silver, red, and hybrid maple. Can. J. For. Res., 30: 557–565.

McDonnell, G.; A. D. Russell (1999): Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. Clin Microbiol Rev, 12: 147-179.

Mihajlović, E.R.; Živanović, S.V.; Kovačević, B.; Zigar, D. (2014): Influence of high environmental temperature ability of seeds from the genus of oaks (*Quercus*). Romanian Biotechnological Letters, 19(2): 9248-9256.

Pasquini, S.; Braidot, E.; Petrussa, E.; Vianello, A. (2011): Effect of different storage conditions in recalcitrant seeds of holm oak (*Quercus ilex* L.) during germination. Seed Sci. & Technol., 39: 165-177.

R Development Core Team (2008): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing,Vienna, Austria.

Salton, M. R. (1968): Lytic agents, cell permeability, and monolayer penetrability. J Gen Physiol, 52: 227-252.

Summary

EFFECT OF BENZALKONIUM CHLORIDE, Ca-PROHEXADION AND COBALT CHLORIDE ON PEDUNCULATE OAK ACORN GERMINATION

by

Branislav Kovačević[1], Marina Katanić[1], Saša Orlović[1], Verica Vasić[1], Vid Rađević[2]

[1]University of Novi Sad, Institute of lowland forestry and environment, Antona Čehova 13, Novi Sad
*[2]Public enterprise "Vojvodinašume", Forest estate „Sremska Mitrovica"**,** Parobrodska 2, Sremska Mitrovica*

The pedunculated oak (Quercus robur L.) acorns were used to examine the possibility of regulating recalcitrant seed germination aiming towards the development of a temporary delay of germination and extension of storage period. Acorns were rinsed in examined solutions for one hour, then washed in tap water and put to germination. Four treatments were tested: C - control, A - 0,05% solution of benzalkonium chloride (BAC), AR – 0,05% BAC i 10 µM Ca-prohexadion solution, ARC - 0,05% BAC, 10 µM Ca-prohexadion and 100 µM $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ solution. Three active substances were tested: The experiment was set 27th June 2015 with acorn collected in the Autumn of 2014 and stored in refrigeration on

4°C. The most efficient root emergence delay effect was found after the treatment with solution of bezalkonium chloride (BAC) and Ca-prohexadion (13 days), as well as with solution with BAC alone. After the treatment with combined solution of BAC, Ca-prohexadion and cobalt chloride root emerged on some acorns after the same period as in control, but on some acorns twenty days after the last germinated acorn in the control. Effect of examined treatments on shoot emergence was the most clear in cases of period for the appearance of the first acorn with emerged shoot and average period for shoot emergence (20 days delay related to control). Positive effect of benzalkonium chloride seems to be related to its ability of cell membrane injury that triggers accumulation of abscisic acid, known to promote seed dormancy. Additionally, this relatively stable surface disinfecting agent could improve seed health and quality during storage. The possible significance of examined substances for further research and praxis are discussed. The results of study could be interesting in acorn storage praxis, but the research should be extended in controlled as well as in field conditions.

UDK: 630*93

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

OCENA I ANALIZA ŠUMARSKO-POLITIČKIH INSTRUMENATA U KONTEKSTU ADAPTIVNOG PRISTUPA POLITIČKIM PROCESIMA: ELEMENTI ZNAČAJNI ZA KREIRANJE ANALITIČKOG OKVIRA

Mirjana Stevanov[1], Sonja Trifunov[2], Max Krott[3]

Izvod: Sprovođenje ciljeva politike održivog gazdovanja šumama se oslanja na širok spektar političkih instrumenata. Izbor tih instrumenata zavisi od političkih, ekonomskih i društvenih okolnosti jedne zemlje, čije promene mogu zahtevati nova rešenja. Međutim, pažnju je potrebno posvetiti i drugim vrstama promena, kao na primer klimatskim, a koje u velikoj meri mogu uticati na uspešnu realizaciju postavljenih ciljeva. Adekvatno i pravovremeno reagovanje na te promene zahteva fleksibilnost u upravljanju i gazdovanju, a što zahteva stalno preispitivanje primenjenih mera. U te svrhe je potrebno kreirati okvir za ocenu i analizu šumarsko-političkih instrumenata u odnosu na promenljive uslove okruženja. Kako u literaturi još uvek nisu definisani elementi od značaja za kreiranje takvog okvira, cilj ovog rada je da sagleda i opiše elemente od značaja za analizu, a koji bi uklapanjem u jednu smislenu celinu mogli poslužiti za kreiranje (dinamičnog) analitičkog okvira. U tome se polazi od pretpostavke da postoje instrumenti „dobre prakse“, čiju ocenu i analizu je dalje potrebno vršiti u odnosu na različite scenarije budućih promena. U ovom radu, šumarsko-politički instrumenti prvo su sagledani kao sastavni deo političkog ciklusa, pri čemu je pažnja dalje posvećena njihovim različitim definicijama i klasifikacijima. U cilju detaljnog razmatranja i odabira elemenata od značaja za analizu, korišćen je materijal sekundarnog tipa, koji je sistematizovan u odnosu na relevantnost i analiziran u nekoliko međusobno povezanih faza. Na samom kraju, razmatrani su kriterijumi za ocenu i analizu instrumenata i uz razmatranje opcija/scenarija budućih promena data je sinteza svih elemenata koji mogu poslužiti kao osnova za razvoj analitičkog okvira. Skiciran okvir je prikazan, uz primere njegove primene.

Ključne reči: šumarska politika, politički proces, šumarsko-politički instrumenti, adaptivnu upravljanje, analitički okvir

[1] Dr Mirjana Stevanov, naučni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet Novi Sad, E-mail: mzavodj@gwdg.de

[2] Master Sonja Trifunov, istraživač saradnik, Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Novi Sad, E-mail: sonja.trifunov@dbe.uns.ac.rs

[3] Prof. dr Max Krott, Katedra za šumarsku politiku Univerziteta u Getingenu (Nemačka), E-mail: mkrott@gwdg.de

ASSESSMENT AND ANALYSIS OF FOREST-POLICY INSTRUMENTS IN THE CONTEXT OF ADAPTIVE APPROACHES TO POLITICAL PROCESSES: ELEMENTS OF RELEVANCE FOR THE ANALITICAL FRAMEWORK

Abstract*: Policy goals of sustainable forest management rely on a wide spectrum of policy instruments. The choice of instruments may depend on factors like country's political, economic or social conditions, whereby changes in these conditions may require new solutions again. Also other kinds of changes, as for example climate change, can to a great degree influence successful goal achievement. Adequate and timely response to different changes requires, therefore, flexibility in governance and management, which necessitates continual (re)assessment of the applied measures. For this, it is usefull to have a framework for assessment and analysis of forest policy instruments that takes into account also the changeable conditions of the environment. As, so far, comprehensive analytical framework has not been defined in literature, the aim of this article is to explore and single out some elements of relevance, in order to understand how their logical combining could contribute towards framework development. The baseline for our assessment are instruments perceived as the "best practice", analysis of which can be conducted in relation to different envisaged scenarios of change. In our paper, we consider the "stage" of (re)defining forest policy instruments as an integral part of a policy cycle, and we give attention to different definitions and classifications of instruments before we examine and select elements considered important for the analysis. A secondary type of material was used, classified and analysed throughout several interrelated phases. The criteria for assessing instruments (efficiency, effectiveness) are examined, and options/scenarios of change included into analysis of selected ones. All considered elements are synthesised in a table-form, together with application examples.*

Key words: *forest policy, policy process, forest policy instruments, adaptive management, analitical framework*

UVOD

Paradigma održivog gazdovanja šumama (*sustainable forest management paradigm*) je bez sumnje već uveliko prihvaćena kako na nacionalnom tako i na međunarodnom nivou (Cubbage et al., 2006). Ona podrazumeva da šumama treba gazdovati na način i u obimu koji pruža čitav spektar ekoloških, ekonomskih i društvenih vrednosti. To pred šumarsku politiku postavlja kao jedan od osnovnih ciljeva obezbeđivanje širokog dijapazona dobara i usluga (ibid.), što sa jedne strane zahteva adekvatnu biološku osnovu, a sa druge zadovoljavajući šumarsko-politički okvir (Stevanov et al., 2010). U pogledu ovog drugog, šumarsko-politički instrumenti predstavljaju veliki oslonac, kao „sredstva za dostizanje cilja" (Krott, 2005). Njihov izbor, međutim, u velikoj meri zavisi od političkih, ekonomskih i društvenih okolnosti jedne zemlje, dok promene tih okolnosti mogu zahtevati nova rešenja. Nacionalni politički sistemi zemalja sa ekonomijom u tranziciji pretrpeli su velike promene, što je šumarskim sektorima donelo kako nove probleme tako i nove šanse (Lazdinis et al., 2005:527). U tom kontekstu se fleksibilnost u adaptaciji/prilagođavanju na promenljive uslove prepoznaje kao jedna od najvažnijih

karakteristika uspešnih nacionalnih programa u šumarstvu (Whiting, 2000). Ovde se pod adaptacijom misli na adaptivno upravljanje i gazdovanje, tj. konstantno modifikovanje pristupa zarad dostizanja postavljenih ciljeva (Helms, 1998). U te svrhe, kreiranje analitičkog okvira za ocenu i analizu šumarsko-političkih instrumenata igra veoma važnu ulogu (Nilsson, 2005), jer u promenljivim uslovima (reformama) pruža pouzdaniju osnovu za adekvatno i pravovremeno reagovanje. Pored reformskih procesa prisutnih kako u Srbiji tako i u šumarskim sektorima drugih Evropskih zemalja, brojne druge promene, kao na primer klimatske promene, zahtevaju konstantno preispitivanje instrumenata i kritički odnos prema njima, kao neophodan preduslov adaptivnog upravljanja/gazdovanja (Cooney i Lang, 2007).

Svi navedeni razlozi ukazuju na potrebu da se sagleda koji su to aspekti (elementi) relevantni za ocenu i analizu adekvatnosti šumarsko-političkih instrumenata u odnosu na promenljive uslove prirodnog, društveno-ekonomskog i političkog okruženja. Kako u literaturi jedan takav skup elemenata još uvek nije definisan, ovaj rad ima eksplorativni karakter i nastoji da sagleda aspekte od značaja, koji bi poslužili u kreiranju okvira za kritičku analizu „upotrebljivosti" pojedinačnih instrumenata. Taj okvir bi, za razliku od statičnih okvira, bio dinamičan, jer uslove okruženja posmatra kao promenljivu kategoriju. Pored toga, polazi se od pretpostavke o postojanju tzv. „dobre prakse" (Engl. „best practice"), odnosno instrumenata čija se primena pokazala kao uspešna, te ih kao takve treba prepoznati, analizirati i dalje razvijati kako bi se prilagodili promenljivim uslovima sredine. Kako se, međutim, ni jedna promena ne može sa sigurnošću i tačno predvideti, ono sa čime nauka raspolaže jeste oslanjanje na različite „scenarije", što se u ovom radu takođe uzima u obzir kao bitan element adaptivnog pristupa.

TEORIJSKA OSNOVA

Po Cubbage et al., (2006:17) najvažniji izazovi sa kojima se susreću kreatori šumarske politike jesu dobra identifikacija društvenih ciljeva, pravovremeno odlučivanje o tome kada bi država/vlada trebala da interveniše, adekvatan izbor šumarsko-političkih instrumenata (u saradnji sa javnim i privatnim akterima) i efektivna implementacija predložene politike. U okviru svakog od njih odluke jesu i ostaju u domenu političke prakse i politički akteri se rukovode različitim argumentima pri izboru (Krott, 2005), a što mogu biti i naučno-utemeljeni rezultati i preporuke. Nauka o šumarskoj politici pri tome koristi metode i postupke društvenih nauka, te sistematskim, analitičkim i objektivnim pristupom nastoji da sa svog stanovišta da doprinos rešavanju konkretnih problema u šumarstvu (ibid.). Ovaj rad je fokusiran na treći od prethodno navedena četiri izazova: adekvatan odabir šumarsko-političkih instrumenata.

Prema sistemskoj teoriji, nijedan element se ne može posmatrati izolovano (Jervis, 1997:6). Tako su i politički instrumenti deo jednog šireg, kompleksnijeg fenomena koji se u političkim naukama opisuje kao politički proces (Krott, 2005). I

pored prepoznate kompleksnosti političkih procesa moguće je analitički sagledati „mesto i ulogu“ političkih instrumenata (1), što podrazumeva jasnoću analitičke definicije, u ovom slučaju, pristupa klasifikaciji šumarsko-političkih instrumenata (2).

1. Politički proces – politički ciklus

Politički procesi se sastoje od velikog broja različitih elemenata i faza, koje su međusobno povezane i isprepletane. Zato se u njihovom sagledavanju najčešće upotrebljavaju modeli, koji su uglavnom bazirani na racionalnom pristupu, odnosno proces se posmatra kao niz koraka koji zajedno sačinjavaju jedan zatvoren ciklus (Slika 1). Iako u tom ciklusu koraci često nemaju pravi redosled niti su izolovani jedan od drugog, i prisutan je uticaj brojnih spoljašnjih fakora (Nilsson, 2005), ovakav pristup se i dalje smatra analitički najadekvatnijim (Krott, 2005).

U literaturi postoji veliki broj modela političkih procesa. U ovom radu posmatran je model političkog ciklusa “po Nilsonu” (Nilsson, 2005) zato što “klasične faze” formulacije ciljeva, implementacije i evaluacije, proširuje dodatnim elementima od značaja za adaptivno upravljanje/gazdovanje, što u celosti rezultira u deset faza (Slika 1 – Nilsson, 2005):

- faza formulisanja političkih ciljeva, kao interaktivan proces u kome kontekst, akteri i sadržaj igraju veoma bitnu ulogu (Mayers i Bass 1999), sve više se oslanja na participativni pristup, čiji ishod zavisi od načina i nivoa saradnje, kao i razumevanja u okviru konkretne političke zajednice (Reed, 2008; Rauschmayer et al., 2009).
- faza formulisanja šumarsko-političkih instrumenata, koja podrazumeva ili uvođenje novih ili promenu postojećih mera, prvenstveno služi kao potpora implementaciji postavljenih ciljeva odnosno njihovoj konkretnoj realizaciji u praksi.
- faza reformi postojećih institucija odnosi se na promenu formalnih i neformalnih “pravila igre“ u konkretnom sektoru, kao osnov bez koga se ne mogu stvoriti uslovi za realizaciju novoformiranih ciljeva i mera. U tom kontekstu Stiglitz, (1999) je ukazao na činjenicu da su pitanja ekonomskog razvoja i tranzicije (ka nečem novom) pre svega stvar reforme institucija a ne samog načina vođenja ekonomije.
- faza uvođenja kriterijuma i indikatora, sertifikacije i ostalih aspekata koji omogućavaju kako praćenje tako i verifikaciju urađenog u odnosu na međunarodno prihvaćene kriterijume (npr. Pan-evropski kriterijumi i indikatori održivog gazdovanja šumama), uz harmonizovanje sa konceptualnim okvirom održivog razvoja, konkretno održivog šumarstva.
- faza održivog gazdovanja šumama na operativnom nivou se zasniva na prethodno opisanim fazama i predstavlja sponu sa ostalim fazama političkog ciklusa.
- faza transparetnog monitoringa podrazumeva ustanovljavanje konzistentnih i transparentnih sistema za praćenje stanja (npr. inventura šuma) i izveštavanje o situaciji na terenu, u svrhe praćenja rezultata i efekata

političkih aktivnosti. Ove sisteme prvo treba dizajnirati, a zatim održavati aktivnim tako da se stanje može pratiti u odnosu na različite parametre.

- faza uspostavljanja informacionog i analitičkog okvira za analizu i praćenje toka, rezultata i efekata usvojenih politika, takođe zahteva dizajniranje i implementaciju takvih sistema na način koji bi omogućio pružanje naučno-zasnovanih informacija kreatorima politike i donosiocima odluka, čime se stvara osnova i za uspostavljanje relevantnih istraživačkih prioriteta.
- faza formulisanja relevantnih istraživačkih prioriteta, koja uključuje identifikovanje potreba za re-formulacijom istraživačke agende koja prati relevantne tokove. Kroz dijalog naučne i političke zajednice može doći do brže implementacije agendi.
- faza pokretanja procesa adaptacije u novonastalim uslovima, ukoliko se ustanovi da bi zadržavanje postojećih ciljeva, instrumenata, kriterijuma i indikatora, sertifikacionih šema, itd. moglo imati kontraproduktivan efekat. Korišćenjem adaptivnog pristupa promenljivost uslova se posmatra kao konstantna kategorija koja dalje zahteva analizu pojedinačnih faza ciklusa u odnosu na te promene.
- faza evaluacije u odnosu na postavljene strateške ciljeve šumarsko-političkih programa je potrebna zbog toga što sektorske politike imaju dugoročni uticaj, naročito u šumarstvu. Takve "glavne" evaluacije, međutim, nisu česte i vrše se u dužim vremenskim intervalima, inicirane ugavnom nekom većom promenom u samom sektoru ili njegovom okruženju.

Posmatrano iz ugla ovog rada, kada se zbog određene promene (npr. novopostavljenog cilja) pokrenu procesi adaptacije (Slika 1 – unutrašnje isprekidane linije), potrebno je, između ostalog, ustanoviti nove i/ili reformisati postojeće šumarsko-političke instrumente (Slika 1 – prva podebljana isprekidana strelica), a kreiranje okvira za njihovu analizu i ocenu može doprineti uspostavljanju šireg okvira za kreiranje politike i analizu uticaja (Slika 1 – druga podebljana strelica).

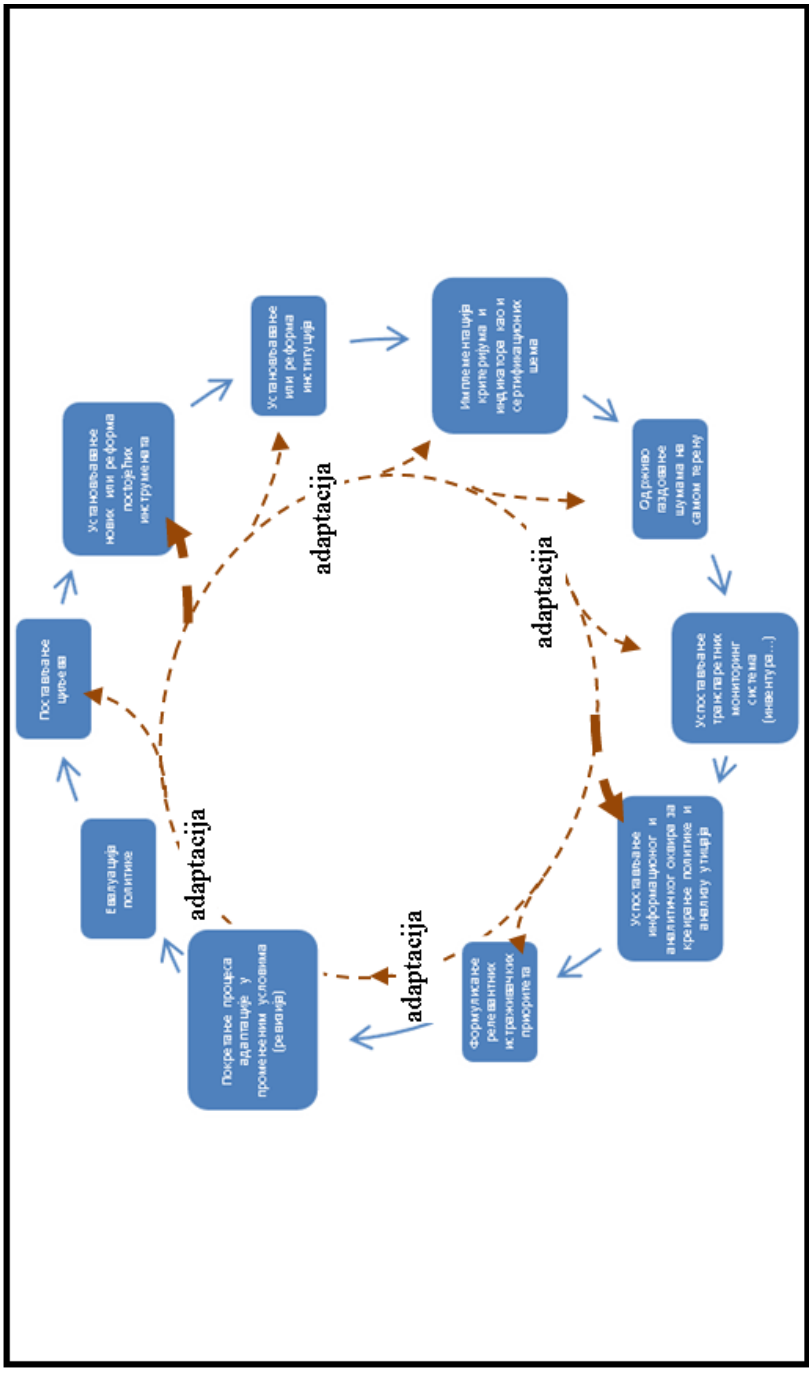
2. Šumarsko-politički instrumenti

Teoretska osnova na kojoj se bazira koncept šumarsko-političkih instrumenata veoma je široka. U ovom radu će akcenat stoga biti na definiciji i klasifikaciji.

Definicije

Postojeće definicije šumarsko-političkih instrumenata, iako često veoma različite, mogle bi se generalno podeliti u dve osnovne grupe.

Prvu grupu čine definicije koje instrumente ne vezuju ni za jednu određenu perspektivu. Primer jedne od njih može se naći u knjizi Krott, (2005), koji instrumente naziva "sredstvima pomoću kojih je moguće dostići postavljene šumarsko - političke ciljeve". Velki broj autora, kao na primer Böcher i Töller,



Slika 1: Šematski prikaz političkog procesa u vidu ciklusa (prema Nilsson 2005)
***Figure 1**: Sheme of a political process - a cycle (according to Nilsson 2005)*

(2007) i Böcher, (2008) se slaže da bez političkih instrumenata i uticaja koji oni vrše na ponašanje i delovanje društvenih aktera generalno, ne bi bilo moguće dostići političke ciljeve. Zato je primena ovakvih definicija česta.

Druga grupa autora definiše instrumente koristeći jednu određenu perspektivu. Tako recimo Howlett, (1999) koristi *government*-perspektivu i naziva instrumente tehnikama "(...) koje stoje vladi na raspolaganju pri implementaciji javnih političkih ciljeva" i koje kao takve mogu da menjaju i prate ponašanje javnosti.“ Ova perspektiva je još uvek veoma dominantna, a jedan od osnovnih razloga za to je taj što je država dugo bila i uglavnom još uvek jeste centralni akter u političkim procesima (Krott, 2005). Uključivanjem ostalih aktera, npr. društva i privrede, u procese kreiranja i implementacije sektorskih politika, „tradicionalne“ uloge počinju polako da se menjaju i samim tim pojavljuje se jedna nova, *governance*-perspektiva (Voβ, 2007). Ona instrumente vidi kao sredstva koja su "(...) i tehnička i društvena, i koja regulišu specifične društvene odnose između države i onih na koje se odnose, kako što se zastupljenosti tiče tako i u odnosu na značenje koje nose" (Lascoumes i Le Gales, 2007). Ovakav način posmatranja je još uvek u začetku, te su i definicije kao i studije malobrojne.

U ovom radu usvojena je definicija po Krott-u, obzirom da se instrumenti posmatraju na veoma uopštenom, generalnom nivou.

Klasifikacije

Usvajajući definiciju instrumenata u kojoj se oni posmatraju kao „pomoćna“ sredstva, tj. mere za dostizanje cilja, utiče na to da se njihov broj i vrste graniče samo maštom kreatora politike (Howlett i Ramesh, 2003:88). Iz tog razloga naučnici ulažu veliki trud, ne samo da bi instrumente identifikovali, već i da bi došli do neke od adekvatnih klasifikacija. Nijedna od tih klasifikacija nije idealna (Howlett, 1999), ali su sve one korisne jer predstavljaju polazni osnov za analize i diskusije (Cubbage et al., 2006). Zato je, zajedno sa definisanjem, proces pronalaženja/usvajanja klasifikacije veoma važan kada se se želi pristupiti analizi, poređenju i/ili evaluaciji šumarsko-političkih instrumenata (Lazdinis et al., 2005:528). Pri tome se podela može izvršiti na potpuno nov i drugačiji način ili se pak mogu usvojiti već postojeće klasifikacije, u originalnom ili promenjenom obliku, npr. kombinovanjem postojećih (Lazdinis et al., 2005).

U nauci o šumarskoj politici najzastupljenija je klasifikacija koja se bazira na Jann-ovoj (1981) podeli „sredstava upravljanja“ na tri osnovna „dela“ - moć, novac i informacije. Stoga se i instrumenti dele na regulativne, ekonomske i informacione (Krott, 2005):

- regulativni instrumenti odnose se na pravila (zakone, uredbe, odredbe, itd.) koja propisuju određene načine ponašanja. Pri tome se misli na političke intervencije, koje svojim obavezujućim karakterom formalno utiču na društvene i ekonomske aktivnosti, a oslanjaju se na moć države kao upravljača, te njenu mogućnost sankcionisanja (Ottitsch,

2002). Ta mogućnost postoji zato što država poseduje monopol fizičke sile (npr. policija, vojska) (Ottitsch, 2002; Krott, 2005).

- ekonomski instrumenti oslanjaju se na mehanizam tržišta i odnose se na sve one mere političke intervencije koje formalno utiču na društvene i ekonomske aktivnosti kroz princip razmene "ekonomskih vrednosti" (Krott, 2005). U toj razmeni (dobara i usluga za novac) država se oslanja (direktno ili indirektno) na one kojima su te mere upućene, pretpostavljajući da će oni biti sposobni da maksimalno uvećaju svoju korist (profit). Pri tome ona može koristiti različite pozitivne ili negativne podsticaje, koji se uglavnom odnose na podsticajne mere, odnosno subvencije[4], zatim kompenzacije[1], investicione kredite (pozitivne) i/ili oporezivanje (negativne).
- informacioni instrumenti odnose se na korišćenje informacije kao sredstva kojim se može podstaknuti određeno ponašanje, odnosno aktivnost. To podrazumeva političku intervenciju kojom se poboljšava „informaciona baza“ onih kojima je instrument upućen, što dalje treba da omogući određeni uticaj na njihovo donošenje odluka. Neki od primera su statističke informacije, edukacija, savetodavni servis, itd.

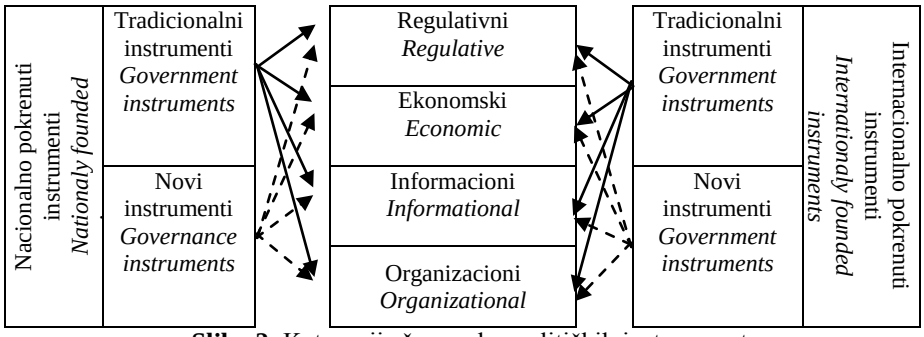
Ove tri grupe instrumenata se nazivaju i „spoljašnjim“, odnosno eksternim zato što je njihov uticaj namenjen akterima izvan sistema u kome se kreira politika (Weiss, 2000; Glück, 2000). Drugi naziv koji se kao sinonim takodje sreće u literaturi jeste “supstantivni instrumenti“ (engl. *substantive),* kojima Howlett i Ramesh, (2003) dodaju i formalnu organizaciju kao četvrtu kategoriju (takozvana "NATO"-taksonomija[5]). Čini se da, za sad, Cubbage et al., (2006) primenjuju najsveobuhvatniju klasifikaciju, jer uzimaju u obzir sve četiri navedene kategorije instrumenata, i tome pridodaju inovacije, koje su se počele razvijati kao posledica sve izraženije multi-funkcionalnosti ciljeva održivog gazdovanja šumama i internacionalizacije određenih tema i aspekata. Na taj način, oni vrše podelu na tradicionalne i nove instrumente, pri čemu je prelaz jedan kontinuum. Pored toga, uključen je i nacionalni i internacionalni aspekt, što je druga značajna razlika u odnosu na ostale klasifikacije.

Klasifikacija po Cubbage et al. (2006) je kao najsveobuhvatnija usvojena u ovom radu, a njeni elementi su poslužili za kreiranje Tabele 1, kao vizuelne sinteze značajne za analitički okvir. Dve osnovne kategorije su nacionalno i internacionalno

[4] Razlika između podsticajnih mera (subvencija) i kompenzacija je u tome što prve podržavaju aktivnosti šumovlasnika na dobrovoljnoj osnovi (npr. aktivnosti nege kao što su prorede u mladim sastojinama), dok kompenzacije služe ublažavanju ili nadoknadi troškova prouzrokovanih propisanim merama (npr. sprovođenje minimalnih propisanih minimalnih mera nege).

[5] NATO = “Nodality”= informacioni instrumenti; “Authority”= zakonska moć, regulativa; “Treasure”= novac, finansijski instrumenti; “Organisation”= formalna organizacija.

pokrenuti instrumenati (npr. kroz proces evropskih integracija). U okviru tih kategorija, regulativni, ekonomski, informacioni i organizacioni instrumenti se dalje dele prema pripadnosti tradicionalnim (*government*) i novim (*governance)* oblicima političkog planiranja i upravljanja (Slika 2).



Slika 2: Kategorije šumarsko-političkih instrumenata
Figure 2*: Categories of forest policy instruments*

MATERIJAL I METOD

Da bi se identifikovali i opisali elementi od značaja za kreiranje okvira podesnog za ocenu i analizu šumarsko-političkih instrumenata, preduzet je niz koraka. Prvi korak je prikupljanje i sistematizovanje materijala. Materijal se odnosi na dokumente u štampanoj i elektronskoj formi koji u sebi sadrže relevantne teorijske elemente, vezane za šumarsko-političke procese i instrumente. Radi se, dakle, o sekundarnom materijalu, koji je sakupljan pretraživanjem dostupnih baza i izvora podataka. Tako sakupljeni materijal je posle prvog čitanja sistematizovan u odnosu na relevantnost. Kategorija relevantih dokumenata je zatim razvrstana u pod-kategorije: procesi, instrumenti i pomoćno, gde svakako dominira druga, ali u velikom broju slučajeva dolazi i do preklapanja. Ovako razvrstan materijal je bio polazna osnova za analizu. Ona se sastojala iz nekoliko međusobno povezanih faza. Po Babbie, (2007), prvo je detaljno isčitavanje materijala koje je neophodno da bi se dobro razumeo sadržaj, identifikovale ključne poruke i primenjeni koncepti. Nakon toga je moguće vršiti dublje analize, ukrštanjem dobijenih informacija sa onim što je krajnji cilj istraživanja. Na taj način se, sa jedne strane, može izvršiti određena redukcija podataka njihovim grupisanjem u smislene celine (aksijalno kodiranje), a sa druge strane se pokreće proces koji se u literaturi naziva individualnim kreativnim aktom istraživača (Babbie, 2007). Individualan ne u smislu da se radi o samo jednom insraživaču (često su to čitave grupe), već zato što nema univerzalno definisanog načina (metoda, tehnike). Kreativan je zato što "finalni proizvod" zavisi kako od poznavanja samih tehnika (npr. induktivnog i deduktivnog zaključivanja i logike koji su korišćeni u ovom radu), tako i od veštine njihove primene, inovativnog kombinovanja. Zato se u slučajevima korišćenja

ovakve metode, osim konačnog rezultata i diskusije (naredno poglavlje), često daje i jedan širi, tj. detaljniji prikaz pojedinačnih elemenata (prethodno poglavlje). Ovakav pristup nije neobičan u društvenim naukama, pa ni u šumarskoj politici. Primer za to su Foster et al., (2010), koji na sličan način dolaze do iterativnog okvira za donošenje odluka o održivom gazdovanju šumama. U okviru tog okvira, ovi autori identifikuju tri osnovne grupe elemenata (ciljevi, implementacija, evaluacija), a zatim detaljno opisuju konceptualne elemente vezane za implementaciju održivog gazdovanja u praksi.

REZULTATI I DISKUSIJA

Elementi značajni za kreiranje analitičkog okvira

Elementi, kao pojedinačni delovi jedne celine, odnosno strukture, su u ovom slučaju vezani za analitički okvir pomoću koga bi se mogla vršiti ocena i analiza šumarsko-političkih instrumenata, te razmatrale mogućnosti njihovog daljeg razvijanja, ako se radi o već postojećem primeru dobre prakse.

1. Kriterijumi za ocenu i analizu adekvatnosti i dalji razvoj instrumenata

Savršen instrument ne postoji. Samo manje ili više adekvatan (Krott, 2005). Zato je razmatranje pitanja adekvatnosti instrumenta veoma relevantno. Međutim, upotrebom određenih kriterijuma se može izvršiti njihova ocena i analiza, što smo analitički razmatrali i najvažnije sumirali u nastavku poglavlja. Pri tom, treba naglasiti da jedinstvenih kriterijuma za ocenu adekvatnosti i analizu instrumenata još uvek nema, i autori ih uglavnom obrađuju pojedinačno ili ih kombinuju u odnosu na sopstveni cilj i svrhu istraživanja (Lazdinis et al., 2005).

Ocena

I pored nepostojanja jedinstvenog seta kriterijuma za ocenu adekvatnosti instrumenata, većina autora se slaže da bi svaki instrument trebao da bude efikasan i efektivan (Krott, 2005; Cubbage et al., 2006). Pod efikasnošću se u ekonomskom smislu podrazumeva minimalan, tj. razuman utrošak sredstava, a da pri tom efektivnost nije ugrožena (Oesten i Roeder, 2009). Efektivnost je vezana za postizanje planiranog, odnosno željenog efekta, koji može biti ekološki, društveno-ekonomski, politički, itd. (ibid.). U šumarskoj politici ocenjivanjem, odnosno sagledavanjem dobre prakse ("*best practice*") u primeni političkih instrumenata bavi se nauka o javnoj administraciji (Nem. *Verwaltungswissenschaft*). Razvojem Janovih kriterijuma (Jann, 1985) stvorila se mogućnost sagledavanja efikasnosti i efektivnosti instrumenata u slučaju kada postoji bar jedan alternativan, i to ocenom:

- doprinosa koji može dati dostizanju postavljenih ciljeva i rešavanju konkretnih šumarsko-političkih problema,

- nivoa u kome je njegovom primenom moguće dostići željeni ekološki/ekonomski/itd. efekat,
- stepena podrške koju ima od strane relevantnih šumarsko-političkih aktera, tj. razmatranje potencijala za nastanak sukoba interesa (npr. sukob interesa između šumarstva i zaštite prirode) i
- mogućnosti uklapanja u postojeće političke i društveno-ekonomske okvire (npr. demografske promene).

Pored toga, instrumente treba sagledati i u odnosu na kriterijume kao što su pravičnost i legitimnost. Prema Adger et al., (2003), pravičnost se odnosi na to kako određena odluka (u ovom slučaju izbor instrumenta) ima uticaja na pravednu raspodelu dobara, ali i na raspodelu posledica. Legitimnost se odnosi na to u kojoj meri je odluka društveno prihvatljiva (Adger et al., 2003) ili može uticati na određene stečene ekonomske i političke interese, a od kojih može zavisiti uspešnost realizacije cilja (Turner i Opschoor, 1994). Interpretacija ovih kriterijuma zavisi od konteksta u kom se posmatraju (Bromley i Paavola, 2002). Kriterijumi, međutim, mogu da isključuju jedan drugog (npr. ono što je efikasno ne mora biti i legitimno), zbog čega su ponekad potrebni kompromisi, s tim da bi iza prioritizacije kriterijuma trebao da stoji deliberativni proces (Bromley i Paavola, 2002).

Na ovaj način ocena instrumenata se vrši u relativnom odnosu i usko je vezana za ciljeve strateških šumarsko-političkih dokumenata, tj. njihove prioritete. Iskustvo pokazuje da su prioriteti, kao i uslovi okruženja, jedna dosta promenljiva kategorija i, kao takva, vrlo pogodna za pravljenje različitih scenarija, te analizu razvoja instrumenata u odnosu na njih. O tome će biti više reči u narednom delu kom su prikazani analitički okvir i njegova primena.

Analiza

Promenljivost uslova okruženja je sve značajniji faktor. Ona, pre svega, utiče na izmene u strukturi problema, što povećava neizvesnost. To je trenutno najuočljivije u kontekstu klimatskih promena i u diskusijama o tome u kom pravcu treba reformisati institucije javnog sektora. Pored toga, neizvesno je da li će instrumenti koji su danas prepoznati kao efikasni i efektivni, takvi ostati i u promenjenim uslovima. Iz tog razloga se razmatranje adaptacije instrumenata u promenljivim uslovima smatra podjednako važnim kao i adaptacija šumarsko-političkih ciljeva i strategija (Slika 1). Ono što je predmet diskusije jesu, pre svega, načini adaptacije, što u mnogome zavisi od sposobnosti da se procene prioritetni budući ciljevi. Kada su ciljevi poznati, analitički okvir koji uzima u obzir promenljivost uslova, može razviti svoj puni potencijal i analiza pružiti informacije o načinima i sredstvima za postizanje tih prioriteta (u kontekstu predloženih scenarija). Pri tome, analiza može ukazati na instrumente čije se poželjno dejstvo može očekivati u više prognoziranih scenarija, te ih kao takve (fleksibilne) treba dalje razvijati.

U analizi, pored prioritetnih ciljeva, potrebno je uzeti u obzir i sam kontekst, tj. državu, vrstu (šumskog) dobra, društvene vrednosti, funkcionisanje i efektivnost

tržišta, prioritete vladine finansijske podrške, i druge faktore koji se čine relevantnim, a koji zajedno mogu pružiti traženu sliku (Cubbage et al., 2006:17). Tako, na primer, nije isto da li se instrument analizira u kontekstu korišćenja šuma ili zaštite prirodnih dobara, da li se radi o državi sa tradicionalnom tržišnom ekonomijom ili ekonomijom u tranziciji, da li je vlada/država finansijski spremna da podrži planirane mere i u kojoj meri može da kontroliše primenu na terenu, itd. Prema tome, analiza nije uniforman korak, već zavisi od konteksta u kome se određeni instrument posmatra.

2. Analitički okvir i njegova primena

Okvir sačinjava skup međusobno povezanih elemenata koji služe kao osnova za ocenu i analizu šumarsko-političkih instrumenata, a koji se prema potrebi, u zavisnosti od cilja/svrhe i konteksta, mogu modifikovati i menjati. Tabela 1 predstavlja sintezu svih prethodno diskutovanih elemenata i kao takva može biti polazna osnova za kreiranje okvira za ocenu i analizu šumarsko-političkih instrumenata u promenljivim uslovima. Pre ulaska u samu analizu, mora se znati koji su to postojeći šumarsko-politički instrumenti trenutno u primeni, i koji od njih su tema aktuelnih diskusija. Tu se, pre svega, misli na domaće instrumente, ali i one koji se primenjuju u drugim zemljama ili potiču sa međunarodnog nivoa. U odnosu na to, vrši se prvo ocena njihove adekvatnosti, za šta su potrebni određeni kriterijumi. Oni koji se predlažu u ovom radu navedeni su u prethodnom poglavlju. Uz njihovu pomoć treba izdvojiti konkretne instrumente za koje se može reći da su primeri dobre prakse (Tabela 1). Tu se pre svega misli na efikasne i efektivne instrumente, posmatrano iz ugla koji se smatra relevantnim, npr. očekivane demografske promene, smanjivanje obima javne administracije, zatim aktuelni ciljevi šumarske-politike, kao i tipična struktura interesa i sukob interesa između sektorskih/vansektorskih aktera. Osnovna pretpostavka jeste da je bolje pronaći takve instrumente i modifikovati ih, odnosno prilagoditi očekivanoj promeni, nego stalno i neminovno tragati za novim. Drugim rečima, sadašnji primeri dobre prakse to mogu i ostati, u modifikovanom obliku, pod uslovom da se kompleksni i nepredvidivi uslovi okruženja i problemi vezani za njih (npr. klimatske promene, reforme javnog sektora, itd.) na vreme prepoznaju i naprave određene prognoze (scenariji), u odnosu na koje bi se prvo izvršila analiza (Tabela 1), a zatim razmatrao njihov dalji razvoj, tj. adaptacija (u domenu dijaloga sa političkim akterima).

Nakon identifikacije primera dobre prakse, njihovog svrstavanja u određenu kategoriju (Tabela 1), i razvoja određenog broja očekivanih scenarija (npr. dva scenarija u Tabeli 1), prelazi se na analizu. Ona je predstavljena poljima koja podrazumevaju sagledavanje mehanizama koji stoje iza sadašnjih instrumenata prepoznatih da su primeri dobre prakse, i koji se po Dozeu nazivaju „tipičnim faktorima uspeha“ (Dose, 2006). Pri tome se, u analizi, prvo sagledavaju socio-ekonomski aspekti koji su omogućili uspešnu primenu postojećeg instrumenta, a zatim načini na koje su se prevazišli sukobi interesa. Nakon toga se ovi i drugi aspekti uključuju u predviđene scenarije i tako diskutuju posledice koje bi primena

instrumenta izazvala, kao i koji bi faktori uspeha morali biti ispunjeni da bi se taj instrument mogao smatrati osloncem buduće šumarske politike. Pri tome se može raditi sa tematski veoma različitim scenarijima. U Tabeli 1 su dati hipotetički primeri klimatskih promena i promena političkih trendova. U prvom scenariju, promena klime se dešava polako do umereno i bez velikih posledica po šume i šumarstvo, dok se u drugom scenariju dešava brzo i ostavlja velike posledice. U scenarijima različitih političkih trendova, sa jedne strane je predviđeno jačanje *government*-a, a sa druge narastajući trend *governance*-a.

Na primer, ako se posmatra problem klimatskih promena u okviru prvog scenarija vezanog za politički trend *government*-a (Salamon, 2002), onda se polazi od pretpostavke da će doći do ekspanzije ovog trenda i da će jačanjem klasičnih instrumenata *government-a* moći bolje da se zaštite prirodna šumska dobra nego što bi to inače bio slučaj sa drugim pristupima. Pre analize se radi ocena već postojećih instrumenata (regulativa, subvencija, itd.), nakon čega oni za koje se smatra da su primeri dobre prakse ulaze u dalje razmatranje. To mogu biti instrumenti koji se već koriste u samoj državi, primećeni su kao adekvatni u nekoj drugoj državi, instrumenti čije je iniciranje poteklo sa međunarodnog nivoa i adaptirano na nacionalnom, itd. Analiza podrazumeva sagledavanje brojnih aspekata u odnosu na pretpostavljeni scenario (jačanje *government-a)*, tj. kako bi se modifikovanjem posmatrane restrikcije, zabrane ili nekog drugog tipičnog *government*-instrumenta mogao dostići prioritetni cilj ublažavanja efekta klimatskih promena. Pri tome se uzima u obzir činjenica da su klasični *government*-instrumenti mnogo teže primenljivi u slučajevima kada „opasnost“ nije konkretno „vidljiva“ (Krott, 2005), što, na primer, znači da se aspekt državne administracije mora mnogo intenzivnije diskutovati, obzirom da u takvim slučajevima administracija (uprava) mora biti dovoljno jaka da može da prati, kontroliše i, po potrebi, sankcioniše implementaciju. U tom kontekstu bi jedan od aspekata za diskusiju bio kritikovanje trenda smanjenja broja državnih službenika i opravdanosti takve mere u šumarstvu i zaštiti prirode, obzirom da dalji razvoj predloženog instrumenta upravo zahteva adekvatne ljudske resurse.

Jedan od relativno novih ciljeva koji se postavlja pred šumarsku praksu jeste očuvanje biološke raznovrsnosti. U sprovođenju ovog cilja se uglavnom prvobitno oslanjalo na tradicionalne regulativne instrumente „*government*“-a, pre svega zbog prirode samih dobara (recimo zaštićena područja, zaštitu vrsta, itd.) čiju ekonomsku vrednost zbog tzv. „promašaja tržišta“ nije moguće tačno odrediti (COM, 2007). U novije vreme se, međutim, teži ka razvoju tržišno zasnovanih instrumenata, kako bi se „proizvođači/snabdevači“ ekonomski podstakli na očuvanje biodiverziteta. U tome se polazi od tvrdnje da biodiverzitet ima određenu „vrednost“ za ljude zbog obezbeđivanja različitih tipova usluga (MEA, 2007), zbog čega se može utvrditi i njegova ekonomska vrednost (TEEB, 2008). Težnja za razvojem tržišno zasnovanih instrumenata pojavila se zbog male efektivnosti zaštićenih područja, posebno u uslovima redukovanog budžeta i nedovoljne političke podrške (Mullan i Swanson, 2009).

Tabela 1: Skup elemenata za ocenu i analizu šumarsko-političkih instrumenata
***Table 1**: Elements for judgment and analysis of forest-policy instruments*

Kategorije instrumenata *Instrument category*		**Konkretni** šumarsko-politički instrumenti ocenjeni kao dobra praksa *Best practice instruments*	**Prognozirani scenario** *Expected scenarios* Scenario 1 (blaga do umerena promena klime / jačanje „*government*“ trenda) *Scenario 1* *(mild to moderate climate change / strengthening of "government"trend*	Scenario 2 (npr. jaka promena klime / jačanje „*governance*“ trenda) *Scenario 1* *(strinje climate change / strengthening of "governance"trend*
a) Tradicionalni „government“ ILI novi „governance“ *Government OR Governance* b) Nacionalni ILI međunarodno pokrenuti *Nationaly OR internationaly founded*	Regulativni instrumenti, planiranje *Regulative instruments, planning*	OCENA *EVALUATION*	ANALIZA *ANALYSIS*	ANALIZA *ANALYSIS*
	Ekonomski instrumenti *Economic instruments*	OCENA *EVALUATION*	ANALIZA *ANALYSIS*	ANALIZA *ANALYSIS*
	Informacioni instrumenti *Informational instruments*	OCENA *EVALUATION*	ANALIZA *ANALYSIS*	ANALIZA *ANALYSIS*
	Organizacioni instrumenti *Organisational instruments*	OCENA *EVALUATION*	ANALIZA *ANALYSIS*	ANALIZA *ANALYSIS*

Zbog toga bi npr. korišćenje tradicionalnih regulativnih instrumenata u scenariju sa jakim „*government*“ trendom moglo u budućnosti biti nepoželjno. U okviru scenarija sa „*governance*“ trendom bi, međutim, poboljšanja bila moguća i to kroz razvoj novih modela upravljanja. Ipak, ako bi se uzela u obzir i jaka promena klime u tom istom scenariju, onda bi zaštićena područja, bez obzira na model upravljanja, mogla izgubiti na značaju. Konkretno, promene u klimi bi mogle dovesti do promene areala rasprostranjenja mnogih šumskih vrsta od značaja za zaštitu, ili čak njihovog iščezavanja. Prema Bollmann i Braunisch, (2013) segregativni instrumenti, kao što su prirodni rezervati, su zbog svoje statične prirode nedovoljni za očuvanje „ekološke memorije“. Isti autori predlažu fleksibilnije konzervacione instrumente, tzv. „područja ekoloških procesa“ (Engl. *ecological process areas*), koji bi prostorno i vremenski bili ograničeni, tj. tip gazdovanja bi vremenski i prostorno bio promenljiv.

Dok se razvoj novih instrumenata za zaštitu biodiverziteta još uvek dosta teoretski razmatra, jasno je da postoji potreba za razmatranjem/pronalaženjem komplementarnih instrumentata (OECD, 2007). Zbog toga bi u slučaju biloške raznovrsnosti bilo poželjno analizirati i kombinacije instrumenata u okviru datih scenarija, jer se njihovo optimalno kombinovanje menja u vremenu i kontekstu (Gunningham i Young, 1997). Ovo uključuje i analizu u odnosu na druge instrumente šumarske politike, u cilju njihovog boljeg koordinisanja.

ZAKLJUČAK

U vremenu reformi i potrebnih adaptacija na promenljive uslove okruženja javlja se potreba stalnog preispitivanja postojećih instrumenata i njihovo prilagođavanje u odnosu na raznolike ekološke, ekonomske i društvene zahteve koji se postavljaju pred današnju šumarsku politiku. Kriterijumi za selekciju instrumenata vezuju se za njihovu efektivnost i efikasnost, ali i za to koliko su takvi instrumenti pravični i legitimni. U ovom radu smo sagledali aspekte od značaja za kreiranje analitičkog okvira, koji bi uklapanjem u jednu smislenu celinu mogli da posluže kritičkoj analizi „upotrebljivosti“ aktuelnih instrumenta šumarske politike u odnosu na predložene buduće scenarije. Pri tome smo analizu bazirali na shvatanju da se uvek prvo trebaju identifikovati, tj. sagledati primeri dobre prakse i, kao takvi, dalje analizirati i razvijati u odnosu na pretpostavljene uslove, nego uvek iznova polaziti od samog početka. Elementi okvira za analizu instrumenata koje smo razmatrali u ovom radu mogu poslužiti kao osnov za detaljniju analizu, što zavisi od tipa problema i konteksta u kom se analiza vrši. Sem određenih kategorija instrumenata došli smo do zaključka da je takođe potrebno obratiti pažnju i na kombinovanje instrumenata, njihov međusobni uticaj i aspekt optimalnosti u odnosu na date (različite) uslove. Na kraju, treba naglasiti da je rad baziran na modelu i svaku preporuku koja proizilazi iz korišćenja analitičkog okvira treba uzeti kritički, jer modeli i realne situacije u sebi sadrže različite nivoe kompleksnosti (Ostrom, 1990, 2009).

Zahvalnica

Rad je razultat projekta „ Šumarsko-politički instrumenti: opcije za usmeravanje sektora šumarstva Srbije“, finansiranog od strane Uprave za šume.

LITERATURA

Adger, N.W.; Brown, K.; Fairbrass, J.; Jordan, A.; Paavola, J.; Rosendo, S.; Seyfang, G. (2003): Governance for sustainability: towards a “thick” analysis of environment decisionmaking. Environment and Planning, 35: 1095-110, doi: 10.1068/a35289

Babbie, E. (2007): The practice of social research, Cengage Learning.

Bollmann, K.; Braunisch, V. (2013): To integrate or to segregate: balancing commodity production and biodiversity conservation in European forests. In Kraus D. Krumm F. (eds.) Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute.

Böcher, M. (2008): Instrumentenwandel in der Umwelt- und Naturschutzpolitik sowie der Politik zur integrierten ländlichen Entwicklung. Theoretische Grundlagen und Strategien des Praxistransfers, Göttingen: Diss.

Böcher, M., Töller, A. (2007): Instrumentenwahl und Instrumentenwandel in der Umweltpolitik - ein theoretischer Erklärungsrahmen, in: Politik und Umwelt. Politische Vierteljahresschrift Sonderheft 39, 299-322.

COM, (2007): 140 final. Green paper on market-based instrument and related policy purposes (SEC (2007) 388). Commission of the European Communities.

Cooney, R.; Lang, A.T.F. (2007): Taking uncertainty seriously: Adaptive governance and international trade. European Journal of International Law 18(3): 523-551. doi: 10.1093/ejil/chm030

Dose, N. (2006): Governance im Geflecht von Problemen, Ebenen und Akteuren, in: Blumenthal, J. v., Bröchler, S. (Hrsg.): Von Government zu Governance. Analysen zum Regieren im modernen Staat, Hamburg: Lit-Verlag, 23-56.

Foster, B.; Wang, D.; Keeton, W.; Ashton, M. (2010): Implementing Sustainable Forest Management Using Six Concepts in an Adaptive Management Framework, Journal of Sustainable Forestry, 29: 79–108.

Glueck, P. (2000): Policy means for ensuring the full value of forests to society. Journal fo Land Use Policy 17: 177 – 185.

Gunningham, N.; Young, M.D. (1997): Toward optimal environmental policy: The case of biodiversity conservation. Ecology Law quarterly, 24: 243-298.

Helms, J. (1998): The Dictionary of Forestry. Society of American Foresters.

Howlett, M. (1999): Federalism and Public Policy. In: Bickerton, Gagnon Canadian Politics (3. eds.), Broadview Press: 523 – 539.

Howlett, M.; Ramesh, M. (2003): Studying Public Policy: Policy Cycles and Policy Subsystems, Oxford University Press.

Jann, W. (1985): Kategorien der Policy-Analyse, Speyer.
Jervis, R. (1997): System effects: Complexity in political and social life. Princeton University Press.
Lascoumes, P.; Le Galles, P. (2007): Understanding public policy through its instruments – from the nature of instruments to the sociology of public policy instrumentation. Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions, 20 (1): 1–21 (Introduction).
Mayers, J.; Bass, S. (1999): Policy that works for forests and people: real prospects for governance and livelihoods. Series No. 7, International institute for Environment and Development, London.
Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005): Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
Mullan, K.; Swanson, T. (2009): An international market-based instrument to finance biodiversity conservation: towards a green development mechanism. Report from an expert workshop, Amsterdam 9-10 February 2009.
Nilsson, S. (2005): Experiences of policy reforms of the forest sector in transition and other countries. Forest Policy and Economics, Vol.7(6): 831–847.
Oesten, G.; Roeder, A. (2009): Management von Forstbetrieben, Universität Freiburg. Forstökonomie.
Ottitsch, A. (2002): A Theoretical Framework for the Evaluation of Financial Instruments, EFI Proceedings, Joensuu, 42: 29-42.
Ostrom, E. (1990): Governing the commons: The evolution of institutions for collective action. Cambridge University Press, Cambridge.
Ostrom, E. (2009): A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. Science, 325: 419-422
Rauschmayer, F.; Berghöfer, A.; Omann, I.; Zikos, D. (2009): Examining processes or/and outcomes_ Evaluation concepts in European governance of natural resources. Environmental Policy and Governance, 19: 159-173. doi: 10.1002/eet.506
Reed, M.S. (2008): Stakeholder participation for environmental management: A literature review. Biological Conservation, 141: 2417-2431.
Salamon, L.M. (Hrsg.) (2002): The Tools of Government. A Guide to the New Governance, Oxford: Oxford University Press.
Stevanov, M.; Krajter, S.; Orlović, S.; Vuletić, D.; Marjanović, H.; Klašnja, B. (2010): Obnovljivi izvori energije i odrziva gradnja: konceptualni elementi i zakonski okvir u Srbiji i Hrvatskoj. Topola, 185/186: 69-86.
Stiglitz J. (1999): Responding to Economic Crises: Policy Alternatives for Equitable Recovery and Development. The Manchester School, 67(5) Special Issue: 409–427.
The Economics of ecosystems and biodiversity (TEEB) (2008): An interim report, Bonn.
Voβ, J.P. (2007): Designs on governance. Development of policy instruments and dynamics in governance. Doctoral dissertation, School of Management and

Governance, University of Twente, Enschede. Online: http://doc.utwente.nl/58085/1/thesis_Voss.pdf

Weiss, G. (2000): Evaluation of policy instruments for protective forest management in Austria. Forest Policy and Economics, 1: 243-255.

Whiting, K. (2000): Revised principles and guidelines for national forest programmes – Forest programmes Coordination and Information Unit, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.

Summary

ASSESSMENT AND ANALYSIS OF FOREST-POLICY INSTRUMENTS IN THE CONTEXT OF ADAPTIVE APPROACHES TO POLITICAL PROCESSES: ELEMENTS OF RELEVANCE FOR THE ANALITICAL FRAMEWORK

by

Mirjana Stevanov, Sonja Trifunov, Max Krott

Institut of lowlnd forestry and environment, University of Novi Sad, Serbia, E-mail: mzavodj@gwdg.de
Department for biology and ecology, Faculty of Science, University of Novi Sad, Serbia, E-mail: sonja.trifunov@dbe.uns.ac.rs
Chair of forest policy of University of Getingen, Germany, E-mail: mkrott@gwdg.de

Carrying out the goals of sustainable forest management policy relies on a wide spectrum of policy instruments. The choice of instruments is determined by factors like country's political, economic or social conditions, whereby changes in these conditions may require new solutions. Forestry sectors in countries with economies in transition have been confronted with a growing need to adapt to new circumstances, like adaptation of new strategic or legislative documents, but other challenges arise as well, for example changing climatic conditions. Adequate and timely response to these changes requires flexibility in governance and management, which necessitates continual (re)assessment of the applied measures. To facilitate this process, a framework for assessment and analysis of forest policy instruments in relation to changeable conditions of the environment is needed, among others. As, so far, elements important for developing this type of framework have not been defined in literature, the aim of this article is to explore and single out those considered important for the analysis. The starting points in the analysis are instruments representing examples of the "best practice", further development of which, within different envisaged scenarios of change, is perceived helpful in guiding final choices and shaping future "adapted" instruments.
In our paper we consider the "phase" of (re)defining forest policy instruments as an integral part of the policy cycle, whereby attention is paid to different definitions

and classifications of instruments. Based on the secondary type of material, classified according to its relevance and analysed through several interrelated phases, we select elements considered important for the assessment and analysis. The criteria for assessment of instruments are discussed, and options/scenarios of change taken as relevant aspects by the analysis. All elements considered relevant for the framework are synthesized at the end, in a table-form and application examples are given.

UPUTSTVO AUTORIMA

Časopis TOPOLA objavljuje recenzirane, naučne i stručne radove, kao i priloge koji su sadržajno usmereni na probleme od značaja za šumarstvo, hortikulturu i zaštitu životne sredine. Radovi se klasifikuju na:

- izvorne (originalne) naučne radove, koji sadrže prethodno nepublikovane rezultate izvornih eksperimentalnih istraživanja;
- pregledne radove, koji sadrže analizu i raspravu o skupu, odnosno većoj celini naučnih rezultata (koji mogu biti prethodno publikovani) iz okvira jedne teme;
- prethodna saopštenja o rezultatima novih naučnih istraživanja;
- stručne članke, koji sadrže nedovoljno naučno obradjene podatke, ali na osnovu kojih diskutuju konkretnu problematiku struke

Autor može predložiti kategoriju svoga rada, ali je redakcija časopisa TOPOLA na predlog recenzenata konačno odredjuje.

Časopis objavljuje i druge kraće priloge, kao što su: osvrt na naučne i stručne skupove i na pojedina naučna i stručna dostignuća, prikaze naučnih i stručnih publikacija, predloge i mišljenja o pojedinim stručnim i naučnim problemima topolarstva. Ovi prilozi ne podležu recenziji.

Priprema rukopisa

Prethodno lektorisan tekst rukopisa na srpskom ili engleskom jeziku, do 10 strana, dostavlja se redakciji na formatu A-4 otkucan mašinom sa duplim proredom ili u elektronskoj formi na disketi, CD disku ili putem E-mail na adresu: branek@uns.ac.rs Rad u elektronskoj formi treba da je urađen u programu Word for Windows 5.0 i više verzije, formata A-4, font Times New Roman, 10 pt. Tekst treba da sadrži uobičajene delove: naslov rada (ne duži od dva reda): Prezime i prvo slovo imena autora, sažetak na srpskom i na engleskom jeziku (cca 15-20 redova) (Abstract); ključne reči; uvod; materijal i metod rada; rezultate sa diskusijom (zajedno ili odvojeno); referene i Summary na engleskom jeziku (na posebnom listu). U fusnoti na prvoj strani napisati puno ime i prezime svakog autora, titulu i instituciju u kojoj radi.

Tabele i grafikoni treba da su jasni i pregledni, numerisani arapskim brojevima i sa tekstualnim delovima na srpskom i engleskom jeziku. Obim rada sa prilozima ne treba da bude veći od 10 stranica. Latinske nazive treba pisati podvučeno ili Italic slovima.

Citiranjem radova u tekstu navodi se: prezime autora (spacionirano) i godina publikovanja rada. Ako se citira rad dva autora navode se prezimena oba autora, a ako se citira rad više autora navodi se samo prezime prvog autora i oznaka et al.

Na primer: Orlović, (1997), F A O, (2000) odnosno Orlović i Ivanišević, (1997) odnosno Orlović et al., (1997). Ako se citat navodi u zagradi oznaka godine je bez dodatne zagrade. Skraćenice u navođenju citata u tekstu, npr.

Vlada RS, (2006), moraju da budu napisane u punom nazivu u poglavlju Literatura: Vlada RS (2006): Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije, Vlada Republike Srbije, Beograd. Navođenje web stranice u popisu referenci treba da ima sledeću formu: RHMZ (2012): http://www.hidmet.gov.rs/, Republički hidrometeorološki zavod, Beograd dok je forma u tekstu: RHMZ, (2012). Pri tome je godina koja se navodi godina pristupa. Popis referenci sadrži alfabetski poredak citiranih radova. Za svaki rad se navodi prezime i prvo slovo imena svih autora, godina publikovanja rada (u zagradi), pun naslov rada, naziv časopisa, a za citirane knjige i naziv i mesto izdavača. U popisu referenci svi navodi su na izvornom jeziku citiranog rada.

Rukopisi se dostavljaju na adresu redakcije:

Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu
21000 Novi Sad, Antona Čehova 13
"ZA TOPOLU"

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

630

Topola = poplar / glavni i odgovorni urednik Saša Orlović. - God. 1, br. 1 (1957)- . - Novi Sad : Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, 1975-. - 24 cm

Dva puta godišnje. - Rezimei na engleskom jeziku.
ISSN 0563-9034

COBISS.SR-ID 4557314