

UDK: 551.583:582.632

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

MONITORING MIKROKLIMATSKIH USLOVA U ZASADU TOPOLA

Galić Zoran, Orlović Saša, Novčić Zoran¹

Izvod: U radu su prikazani mikroklimatski uslovi u zasadu topola u avgustu 2008 i 2010. godine. Istraživanja su obavljena u godinama sa povećanom srednjom godišnjom temperaturom vazduha u odnosu na referentni period 1961-1990. Razlika između istraživanih godina u klimatološkom pogledu se ogleda i u količini padavina. U 2008. godini je zabeležen deficit, a u 2010. godini suficit padavina. Analiza mikroklimatskih uslova je obuhvatila analizu temperature i relativne vlažnosti vazduha, kao i količinu radijacije. Analiza srednje, minimalne i maksimalne dnevne temperature vazduha ukazuje na razliku u mikroklimi u zasadu topola. U 2008. godini zabeležena je veća srednja dnevna temperatura u većini dana, a uz navedeno je utvrđena i veća amplituda srednje, minimalne i maksimalne dnevne temperature vazduha. U godinama istraživanja povećanje temperature vazduha dovelo je do smanjenja relativne vlažnosti vazduha, a time i do nepovoljnih uslova za rast stabala.

Ključne reči: mikroklima, zasad topola, klimatske promene

MONITORING OF MICROCLIMATIC CONDITIONS IN POPLAR PLANTATIONS

Abstract: *In paper we shown a microclimatic conditions in the poplar plantation in August 2008 and 2010. year. Research was 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 the amount of rainfall (in 2008. years – deficit, and in 2010 surplus of rainfall). Analysis of microclimate conditions included analysis of temperature, relative humidity and the amount of radiation. Analysis of mean, minimum and maximum daily air temperature indicates a difference in the microclimate in the poplar plantation. In 2008. were recorded higher mean daily temperature on most days. In the years of research increase in air temperature led to a decrease in relative humidity, and thus to unfavorable conditions for the growth of trees.*

Key words: *microclimate, poplar plantation, climate change*

1. UVOD

Klimatološki podaci u šumskim ekosistemima su značajni za istraživanje fotosinteze i rasta drveća, monitoringa ekologije šumskih ekosistema, simulacije

¹ Dr Zoran Galić, viši naučni saradnik, Dr Saša Orlović naučni savetnik, Dipl. inž. Zoran Novčić, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

evapotranspiracije i kruženja vode, kao i proučavanje oštećenja u šumskim ekosistemima (Xia, 1999). Iako su važni za razumevanje funkcionisanja ekosistema, podataka o mikroklimatskim uslovima u šumskim ekosistemima u našoj zemlji ima malo (Babić et al., 2011). Uglavnom se za definisanje klime staništa koriste podaci sa obližnjih meteoroloških stanica osnovne mreže. S druge strane uočene promene klime i zabrinutost svetske javnosti zbog trenda promene klime predodređuju smer istraživanja sa ciljem determinisanja funkcionisanja šumskih ekosistema u izmenjenim klimatskim uslovima.

Od strane naučne i stručne javnosti prihvaćen je zaključak radne grupe ICCP (2007) da je globalna atmosferska koncentracija CO₂, CH₄ i NO₂ znatno povećana kao rezultat aktivnosti čoveka od 1750. godine. Procenjuje se da se u kasnim decenijama 21. veka može očekivati povećan broj toplih dana i noći. Povećanje učestalosti i dužine trajanja toplotnih talasa verovatno će dovesti do smanjenja žetvenog prinosa, povećanom riziku od šumskih požara i pojačanim potrebama za vodom, problemima sa kvalitetom vode, kao i povećanom smrtnošću kod ljudi.

Šumski ekosistemi su osetljivi na klimatske promene zbog dugovečnosti drvenastih vrsta (Lindner et al., 2010). Dosadašnja istraživanja upućuju na to da će na šumske ekosisteme u budućnosti značajno delovati povećanje temperature vazduha, smanjenje količine padavina, povećanje sadržaja CO₂, požari, intenzitet i trajanje suše, vetrolomi, ekstremne količine padavina, kao i pojave insekata i patogena (Hemery, 2007).

Podaci o mikroklimatskim karakteristikama se koriste za objašnjavanje distribucije, razvoja i kretanja živog sveta u prirodnim sistemima. Glavni ekološki procesi, kao što su produktivnost, mineralizacija, dekompozicija listinca i rasprostranjenost bolesti, insekata i mogućnost pojave prirodnih nepogoda su vezana za mikroklimatske uslove (Chen et al., 1999; Wang et al. 2010). Praćenjem temperature vazduha u tri vremenska okvira (mesečna, dnevna i po satu) može se dobiti prostorna varijabilnost mikroklimatskih uslova (Vanwallegheem i Meentemeyer, 2009).

2. MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja su obavljena u zasadu topole na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu. U zasadu je na visini od 2,0m postavljena automatska meteorološka stanica marke „WS-GP1“ u cilju merenja mikroklimatskih pokazatelja (temperature vazduha, relativne vlažnosti vazduha i solarne radijacije). Mesečni podaci za temperaturu vazduha, relativnu vlažnost vazduha i solarnu radijaciju su mereni na svakih sat vremena, a podaci su prikazani za mesec avgust 2008 i 2010. godine.

Prikazivanje klimatskih prilika područja je vezano za podatke meteoroloških merenja osnovnih klimatskih elemenata (srednje godišnje i srednje mesečne vrednosti temperature i padavina) na klimatološkoj stanici Rimski Šančevi za period 1960-1991, te za kalendarske 2008 i 2010. godinu. U daljem tekstu su opisane klimatske karakteristike i to zbog objašnjenja izbora godina za prikaz mikroklimatskih pokazatelja u zasadu topole.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Srednja godišnja temperatura vazduha je u godinama istraživanja bila veća za 0,7 odnosno 1,8°C u odnosu na referentni period (Tabela 1). U avgustu (mesec sa najvećim porastom prosečne temperature vazduha u periodu od 1991-2010 u odnosu na normalu) je zabeležena veća prosečna temperatura vazduha za 1,7 odnosno 2°C (tabela 1). Najizraženija razlika je utvrđena za količinu padavina jer je u odnosu na normalu u 2008. godini zabeležen deficit od 40 mm, a u 2010. godini suficit padavina od 114,3 mm (tabela 1).

Tabela 1. Srednja godišnja temperatura vazduha i količina padavina – Rimski Šančevi *)

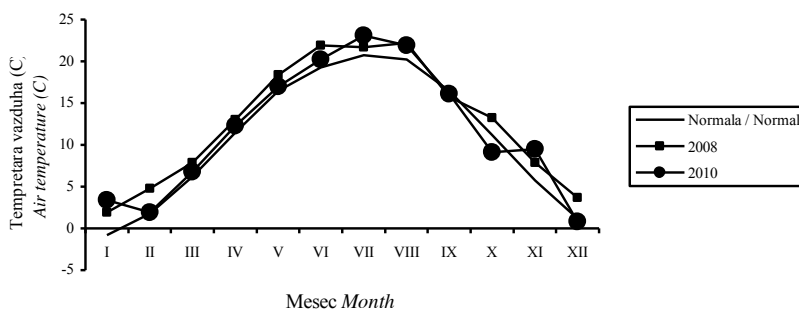
Table 1. Average annual air temperature and precipitation – Rimski Sancevi

	Temperatura vazduha T (°C) Air temperature		Količina padavina (mm) Precipitation (mm)		
	Srednja godišnja Average annual	August	Godišnja Annual	Avgust	Vegetacioni period Growing period
Normala Normal	10,9	20,2	576,8	54,2	338,6
2008	12,7	22,2	528,0	14,0	333,2
2010	11,6	21,9	1042,0	168,5	684,5

*) Korišćeni podaci RHMZ Srbije (2008 i 2010. godina) Data obtained from RHMZ of Serbia (years 2008 and 2010)

Grafikon 1. Srednje mesečne vrednosti temperature vazduha u 2008 i 2010 u odnosu na referentni period za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Graph 1. Mean monthly air temperature avgust for period 1961-1990, 2008 and 2010



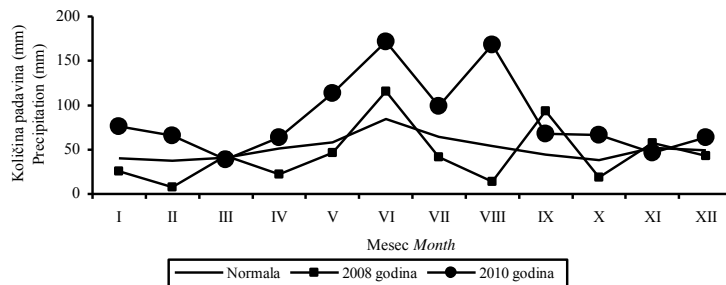
Srednje mesečne temperature vazduha su bile u proseku veće u odnosu na referentni period (Grafikon 1.). Najveće odstupanja su zabeležena za jun, jul i avgust u vegetacionom periodu, te za januar i novembar u periodu mirovanja vegetacije.

Manja količina padavina u odnosu na normalu u 2008. godini je zabeležena za sve mesece u godini izuzev juna, septembra i novembra meseca (Grafikon 2). Kalendarska 2010. godina je hidrološki bila povoljnija u odnosu na referentni period. Tokom čitavog vegetacionog perioda je zabeležena veća količina padavina u odnosu

na referentni period. Na ovu činjenicu upućuje da je u vegetacionom periodu u 2010. bilo za 346 mm više padavina (Tabela 1.) u odnosu na referentni period.

Grafikon 2. Mesečne vrednosti količine padavina u 2008 i 2010 u odnosu na referentni period na meteorološkoj stanici Rimski Šančevi

Graph 2. Monthly precipitation in 2008 and 2010 related to the reference period on meteorological station Rimski Šančevi



Iako su istraživane godine hidrološki različite, prosečna temperatura vazduha u zasadu u mesecu avgustu 2010 je bila neznatno veća (0,4°C) u odnosu na 2008. godinu (Tabela 2). Međutim, veća amplituda između maksimalne i minimalne dnevne temperature vazduha (14°C) je zabeležena u 2008. godini.

Tabela 2. Temperatura, relativna vlaga vazduha i sunčeva radijacija u zasadu topole (avgust 2008. i 2010. godine)

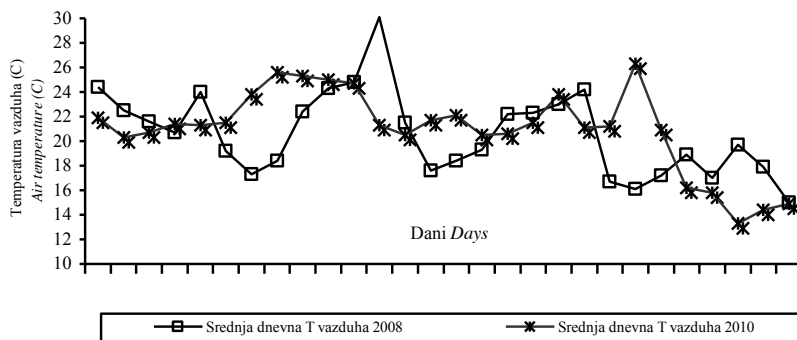
Table 2. Air temperature, relative humidity and solar radiation in poplar plantation (August 2008 and 2010)

Godina Year	Prosečna dnevna temperatura vazduha Average daily air temperature	Prosečna relativna vlaga vazduha Average relative air humidity	Prosečna dnevna minimalna relativna vlaga vazduha Average daily minimal relative air humidity	Radijacija Radiation	Maksimalna dnevna temperatura Maximal daily temperature	Minimalna dnevna temperatura Minimal daily temperature
	°C	%	%		°C	°C
2008	20,6	76,0	43,0	1342,5	28,1	14,1
2010	21,0	80,2	49,2	1182,7	27,7	15,5

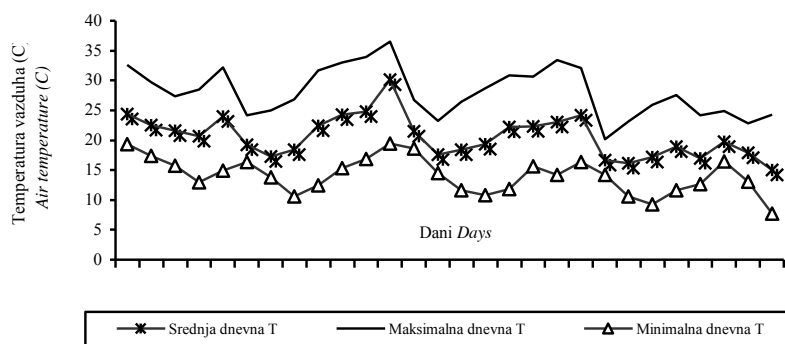
Uz povećanu amplitudu između maksimalne minimalne temperature vazduha u zasadu topole u 2008. godini zabeležena je i veća ukupna radijacija (tabela 2). Razlika prosečnih vrednosti relativne vlage vazduha i minimalne relativne vlage vazduha su isto bile male. Međutim, analizom srednje dnevne temperature vazduha (grafikon 3) može se uočiti da je u 55% slučajeva srednja dnevna temperatura vazduha u avgustu 2008. godine bila veća u odnosu na avgust 2010. godine. Najveća dnevna srednja temperatura vazduha je zabeležena u 2008. godini i iznosila je 30,1°C.

Srednja dnevna temperatura vazduha u zasadu topole u avgustu 2008. godine se kretala od 17 do 30,1°C (grafikon 4). Minimalne dnevne temperature vazduha su bile od 7,7 do 19,4°C, dok su se maksimalne dnevne temperature vazduha iznosile od 20,2 do 36,5°C.

Grafikon 3. Srednje dnevne temperature vazduha 2008 i 2010 u zasadu topole
 Graph 3. Average daily air temperature in August 2008 and 2010 in poplar plantation



Grafikon 4. Srednja dnevna, maksimalna i minimalna temperatura vazduha u zasadu topole avgust 2008. godine
 Graph 4. Mean daily air temperature, maximum and minimum air temperature august 2008 in poplar plantation

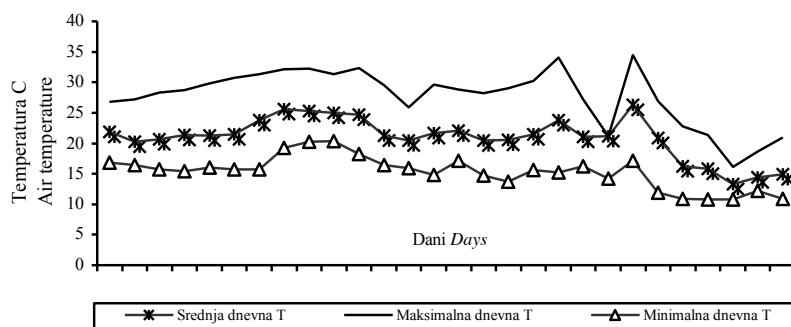


U avgustu 2010. godine u zasadu topole srednje dnevne temperature su se kretale u intervalu od 13,3 do 26,3°C. Minimalne dnevne temperature vazduha su se kretale od 10,8 do 20,8°C, dok su se maksimalne dnevne temperature vazduha kretale od 16,1 do 34,5°C.

U klimatološki toplijoj 2008. godini je utvrđena veća amplituda dnevne temperature vazduha (grafikon 6) u zasadu topole u avgustu mesecu u odnosu na avgust 2010. godine. Tako je u 77% slučajeva u 2008. godini zabeležena veća dnevna amplituda dnevne temperature vazduha u odnosu na 2010. godinu.

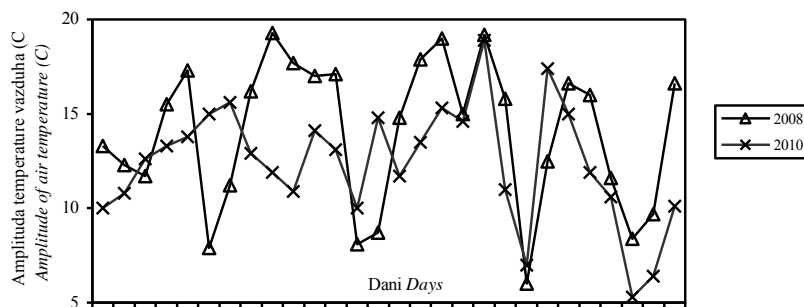
Grafikon 5. Srednja dnevna, maksimalna i minimalna temperatura vazduha u zasadu topole u avgustu 2010. godine

Graph 5. Average daily air temperature, maximum and minimum air temperature in August 2008 in poplar plantation



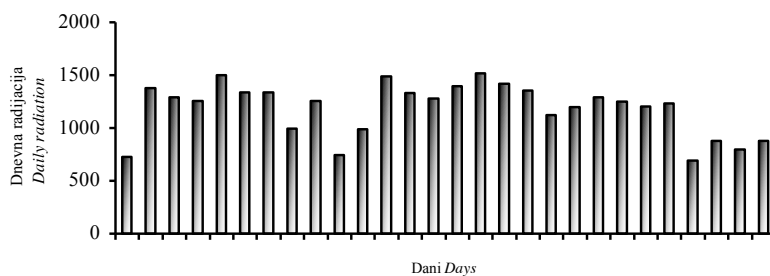
Grafikon 6. Razlika u amplitudi temperature vazduha u zasadu topole u avgustu 2008 i 2010. godine

Graph 6. Differences in amplitude of air temperature in poplar plantations during August 2008 and 2010



Grafikon 7. Dnevna radijacija u zasadu topole – avgust 2008

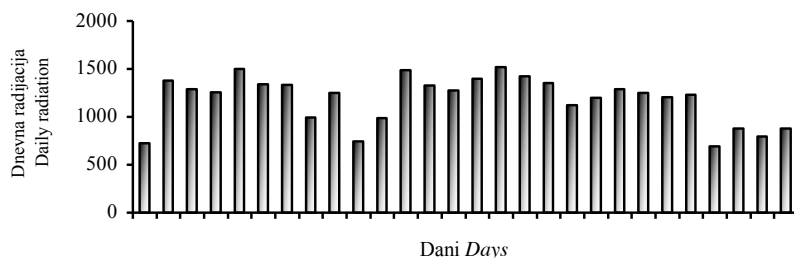
Graph 7. Daily solar radiation in poplar plantation – avgust 2008



Količina dnevne radijacije je u proseku u 2008. godini bila veća u odnosu na 2010. godinu (grafikoni 7 i 8).

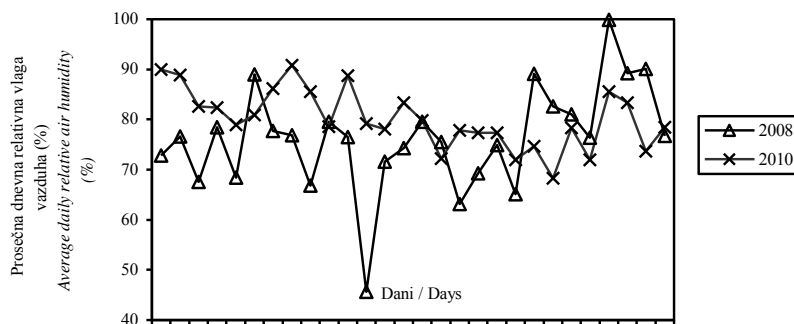
Grafikon 8. Dnevna radijacija u zasadu topole – avgust 2010

Graph 8. Daily solar radiation in poplar plantation – avgust 2010



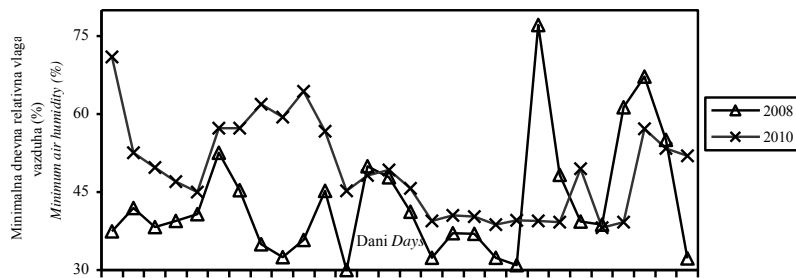
Grafikon 9. Prosečna dnevna relativna vlaga vazduha u zasadu topole avgust 2008 i 2010

Graph 9. Average daily relative air humidity in poplar plantation in August 2008 and 2010



Grafikon 10. Minimalna dnevna relativna vlaga vazduha u zasadu topole – avgust 2008 i 2010

Graph 10. Minimum daily relative air humidity in poplar plantation – August 2008 and 2010



Prosečna dnevna relativna vlaga vazduha u zasadu topole u avgustu 2008. je bila od 46,5 do 99,9%, a u avgustu 2010. od 68,3 do 90,8% (grafikon 9) odnosno u hidrološki toplijoj 2008. godini je utvrđeno veće kolebanje prosečne relativne vlage vazduha u zasadu topole.

Minimalna dnevna relativna vlaga u zasadu topole se u 2008. godini kretala od 30 do 77,2%, a u hidrološki povoljnijoj godini od 38,2 do 71 % (grafikon 10) i u proseku je bila niža u kalendarski toplijoj godini.

4. DISKUSIJA

U prikazu rezultata istraživanja je već navedeno da su obe godine bile toplije od referentnog perioda. Razlika između istraživanih godina se ogleda u količini padavina (ukupna godišnja, padavine tokom vegetacionog perioda i u mesecu istraživanja – avgust). Tako je u hidrološki povoljnijoj godini (2010) u avgustu mesecu utvrđena veća količina padavina za 153 mm odnosno četiri puta veća količina padavina u odnosu na 2008. godinu, što je i najveća razlika u istraživanom periodu.

Analiza mikroklimatskih uslova je obuhvatila analizu temperature i relativne vlažnosti vazduha, kao i količinu radijacije. Analiza srednje, minimalne i maksimalne dnevne temperature vazduha ukazuje na razliku u mikroklimi u zasadu topola. U klimatološki toplijoj (2008. godini) je zabeležena veća srednja dnevna temperatura u većini istraživanih dana. Osim toga, ono što ima posebnu važnost je činjenica da su u klimatološki toplijoj godini utvrđena i veća amplituda srednje, minimalne i maksimalne dnevne temperature vazduha. Na ovu činjenicu upućuje i podatak da je apsolutni maksimum od 36,5°C u godinama istraživanja utvrđen u 2008. godini, dok je u hidrološki povoljnijoj godini ovaj maksimum iznosio 34,5%. Navedeni podatak mogao bi upućivati na to da se sa klimatskim promenama mogu očekivati i veće oscilacije u dnevnim temperaturama što bi moglo negativno da se odrazi na šumske ekosisteme zbog dugovečnosti drvenastih vrsta (Hemery, 2007; Lindner, 2010).

Relativna vlažnost vazduha može u izvesnoj meri da ublaži temperaturne ekstreme. Međutim, u godinama istraživanja povećanje temperature vazduha dovelo bi do smanjenja relativne vlažnosti vazduha, a time i do nepovoljnih uslova za rast stabala.

5. ZAKLJUČCI

U radu je izvršena analiza mikroklimatskih uslova u zasadu topola u hidrološki različitim godinama. U godinama sa deficitom padavina (godišnje, u vegetacionom periodu i mesečne) utvrđene su veće amplitude u kretanju dnevnih temperatura vazduha uz smanjenje dnevne relativne vlažnosti vazduha.

Ukoliko se nastavi trend povećanja temperature vazduha može se očekivati sve veći broj toplih dana sa sve nepovoljnijim uslovima za razvoj drvenastih vrsta. Rezultati istraživanja upućuju na potrebu multidisciplinarnih istraživanja kako bi se praćenjem mikroklimatskih karakteristika mogla objasniti distribucija, razvoj i kretanje živog sveta u prirodnim sistemima kao i funkcionisanje ekosistema.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta „Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integriranih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2014. godine.

Literatura

- Babić V., Galić Z., Rakonjac Lj., Stajić S. (2011): Microclimate conditions in the stands of sessile oak on acid brown and lessive acid brown soils in Fruska Gora. First Serbian forestry congress – Future with forests. Congress Proceedings, Beograd, Srbija: 135-141
- 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
- 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 (2008): Meteorološki godišnjak 1-Klimatološki podaci, 1-210
- Republički hidrometeorološki zavod (2010): Meteorološki godišnjak 1-Klimatološki podaci, 1-212
- Vanwalleghe T., Meentemeyer R. (2009): Predicting forest microclimate in heterogeneous landscapes. *Ecosystems* 12: 1158-1172
- Wang S., Ruan H., Han Y. (2010): Effects of microclimate, 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 MICROCLIMATIC CONDITIONS IN POPLAR PLANTATIONS

by

Galić Z., Orlović S., Novčić Z.

In paper we shown a microclimatic conditions in the poplar plantation in August 2008 and 2010. year. Research was carried out in the years with higher mean annual air temperature in relation to normal for the period 1961-1990. In poplar plantations on the 2,0 m measurments were made by automatic meteorological station „WS-GP1“ (air temperature, air humidity and solar radiation).

The differences between studied years are reflected in the amount of rainfall (in 2008. years – deficit, and in 2010 surplus of rainfall). Analysis of microclimate conditions included analysis of temperature, relative humidity and the amount of radiation. Analysis of mean, minimum and maximum daily air temperature indicates a difference in the microclimate in the poplar plantation. In 2008. were recorded higher mean daily temperature on most days.

In the years of research increase in air temperature led to a decrease in relative humidity, and thus to unfavorable conditions for the growth of trees.