

ИСТРАЖИВАЊЕ МИКРОКЛИМАТСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА МЕШОВИТЕ ШУМЕ ЈЕЛЕ И СМРЧЕ (*Abieti piceetum illyricum*) НА ПОДРУЧЈУ ДРИНИЋА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

ЗОРАН ГОВЕДАР¹
ЗОРАН СТАНИВУКОВИЋ¹
СРЂАН КЕРЕН¹
ИВАН БЈЕЛАНОВИЋ²

Извод: Микроклиматска истраживања у шумским састојинама су драгоцјена и имају велики значај за проучавање услова станишта, биоколошких карактеристика врста дрвећа и начина природног обнављања шума. Овим истраживањима омогућава се коришћење података који не зависе од параметара „градске климе“ и стационарних, главних метеоролошких станица. Степен склопа шумских састојина, при истим или сличним осталим станишним условима утиче на режим свјетлости и енергетско – температурне услове, а преко њих настају промјене и осталих микроклиматских елемената. Истраживања су обављена у мјешовитој састојини јеле и смрче у западном дијелу Републике Српске на локалитету Дринића. Фитоценолошки, састојина припада заједници *Abieti – Piceetum illyricum subass. fagetosum*. Типолошки, састојина припада основном типу мјешовитих шума јеле и смрче на дубоком смеђем кречњачко – доломитном земљишту. Мјерења су вршена на двије огледне површине облика квадрата са дужином странице 20 m. Коришћена је мобилна метеоролошка станица марке Хугер која ради на принципу радио-таласа.

Кључне речи: микроклима, састојина, јела, смрча.

MICROCLIMATE CHARACTERISTICS IN A MIXED SILVER FIR - NORWAY SPRUCE STAND
(*Abieti piceetum illyricum*) IN THE AREA OF DRINIĆ IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Abstract: Research on microclimate in forest stands is crucial for further investigation on site conditions, bioecological characteristics of tree species and techniques of natural forest regeneration. It gives way to utilization of data that do not depend on stationary parameters of “city climate” obtained from main meteorological stations. The degree of forest canopy cover, under the same or similar site conditions, makes an impact on light regime and energy-temperature conditions which subsequently lead to the change of other microclimatic conditions. The study area was a mixed silver fir – Norway spruce stand in the western part of The Republic of Srpska at the locality of Drinić. In terms of phytocoenology, the stand belongs to *Abieti – Piceetum illyricum subass. Fagetosum* association. In terms of typology, it belongs to the basic forest type of mixed silver fir – Norway spruce forests on deep brown soil on limestone and dolomite. Measurements were carried out at two sample plots of square shape and the length of outer lines was 20 m. We used mobile meteorological station “Huger”, based on radiowaves.

Key words: microclimate, stand, silver fir, Norway spruce.

¹ др Зоран Говедар, доцент; др Зоран Станивуковић, доцент; мр Срђан Керен, виши асистент; Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци

² мр Иван Бјелановић, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

1. УВОД

Познавања микроклиматских карактеристика је од велике важности за проучавање услова станишта, биоэколошких карактеристика врста дрвећа и природно обнављање шума. Због тога су вршена многа истраживања о утицају основних елемената микроклиме шумских станишта (температура, релативна влажност ваздуха, вјетар и др.) на процес природног обнављања (К р с т и ћ, М., 1986, 1989, 1997; К о л и ћ, Б., С т о ј а н о в и ћ, Љ., 1986; С т о ј а н о в и ћ, Љ., 1991; К о л и ћ, Б., 1972, 1975). Микроклиматска истраживања, нарочито у планинским предјелима која су удаљена од насељених мјеста, су отежана из разлога материјално – техничке и организационе природе. Значај ових истраживања је утолико већи ако се, код указивања на климу подручја истраживања, обично користе подаци из метеоролошких станица које су удаљене од шума и налазе се најчешће у насељеним мјестима са значајним утицајем тзв. „градске климе“. Климатски показатељи добијени из тих станица разликују се од истих елемената мјерених у шумским састојинама на шта су указивали многи аутори (Д у к и ћ, Д., 1981; М и л о с а в љ е в и ћ, М., 1984; К о л и ћ, Б., 1988; и др.). У новије вријеме ове потешкоће превазилазе се коришћењем нових мобилних аутоматских метеоролошких станица и компјутерских програма специјално намјењених за обраду података. Истовремено мјерење већег броја параметара почело је увођењем мобилних инструмената (S t e f a n o v i ć, V., 1961, 1963; К о л и ћ, С т о ј а н о в и ћ, Љ., 1986; К р с т и ћ, М., 1986; Г о в е д а р, З., 2005; Г о в е д а р, З. *et al.*, 2009; и др.). У овом раду управо су коришћене ове погодности у циљу проучавања микроклиме у мјешовитој састојини јеле и смрче на подручју Дринића у Републици Српској.

Познато је да степен склопа састојине, при истим или сличним осталим станишним условима, утиче на режим свјетлости и енергетско – температурне услове, а преко њих настају промјене и осталих микроклиматских елемената (К р с т и ћ, М., 1984; 1989; С т о ј а н о в и ћ, Љ., 1995; D i a c i, J., 1999; и др.). Укупни прилив глобалног сунчевог зрачења на површинама са густим склопом мањи је него у условима непотпуног склопа (D i a c i, J., T h o r m a n n, J. J., 2002). Због тога су састојине са густим склопом хладније и већа им је релативна влажност ваздуха него у условима непотпуног склопа. Циљ овог рада је да се потврде ове чињенице, утврде стварне разлике у локалним условима на подручју Дринића, као и да се утврде трендови дневних промјена микроклиматских елемената појединачно.

2. ОБЈЕКАТ И МЕТОД РАДА

Истраживања су обављена у мјешовитој састојини јеле и смрче која се налази 10 km јужно од Дринића, у западном дијелу Републике Српске. Састојина се налази на 44° 31' сјеверне географске ширине и 16° 28' источне географске дужине и на надморској висини 882 m. Највиши врх планинског масива Клековача је висине 1.962 m изнад нивоа мора. Састојина је експонирана југоистоку на благо нагнутом терену (14 степени). Геолошку подлогу сачињавају сахароидни доломити, а доминантни тип земљишта је смеђе земљиште на доломиту (калкокамбисол). На осно-

ву обрађених климатских елемената за период 1956 – 1985. из метеоролошке станице у Дринићу, помоћу метода *Thornthwaite – Mather* (1955), клима истраживаног подручја у току године је перхумидна ($I_k = 159,9$), а у току вегетационог периода је умјерено – хумидна ($I_k = 46,8$). Фитоценолошки, састојина припада заједници *Abieti – Piceetum illyricum subass. Fagetosum*. Типолошки, састојина припада основном типу мјешовитих шума јеле и смрче на дубоком смеђем кречњачко – доломитном земљишту (*Stefanović, V. et al.*, 1983).

У састојини су постављене двије огледне површине облика квадрата са дужином странице 20 m. Једна огледна површина налази се у густом склопу (ОП1), а друга у непотпуном склопу (ОП2). На овим огледним површинама вршена су микроклиматска истраживања. Мјерени су следећи елементи:

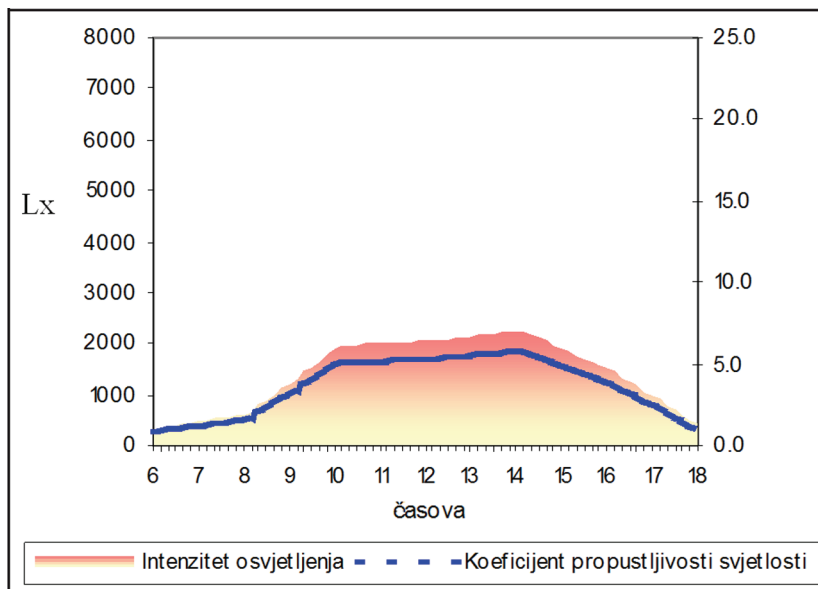
- температура ваздуха на висини 2,0 m,
- температура земљишта на дубини 10 cm (у зони закорјењивања неодраслог подмлатка),
- температура тачке росишта,
- релативна влажност ваздуха и
- ваздушни притисак.

Мјерења су вршена 20. августа 2002. године у периоду од 06⁰⁰ до 18⁰⁰ часова помоћу мобилне метеоролошке станице марке Huger која ради на принципу радио-таласа. Станица је постављена у средини огледних површина и регистровала је податке сваких 10 минута (73 мјерења сваког елемента). У циљу утврђивања режима свјетлости на огледним површинама примјењена је стационарна изохелска метода (*Кол и Ђ, Б.*, 1975). За мјерење јачине свјетлости коришћен је луксметар марке LM – 1010, Elvos, њемачке производње са опсегом мјерања од 0 до 100.000 Lx и грешком мјерења $\pm 5\%$. Мјерење је вршено при хоризонталном положају инструмента на висини 1,0 m изнад површине земље. Обрада микроклиматских података вршена је помоћу програма WeatherView 2001¹ и Excel.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

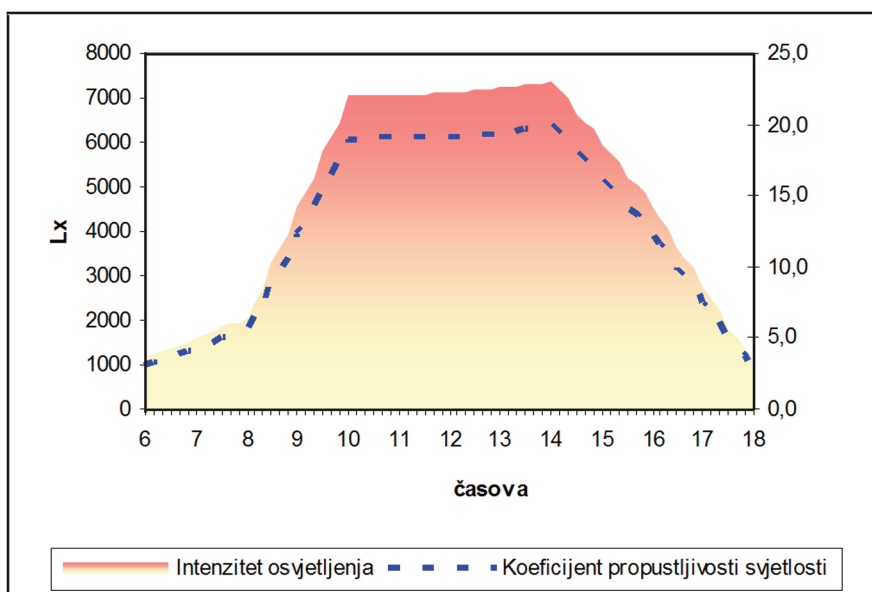
Интензитет освјетљења на огледним површинама (ОП1 и ОП2) има сличан ток. Максималне вриједности дневног интензитета освјетљења забиљежене су у 14 часова када је интензитет освјетљења највиши и на отвореном простору (38.931 ha). При непотпуном склопу (графикон 2) интензитет освјетљености у раним јутарњим часовима има интензивнији пораст него при густом склопу. Такве интензивније промјене интензитета свјетлости у условима непотпуног склопа изражене су до касних јутарњих часова након чега је тренд промјене интензитета свјетлости сличан као и у условима густог склопа (графикон 1). Апсолутне вриједности интензитета свјетлости на ОП2 су током читавог дана у просјеку троструко веће него на ОП1 као и вриједности коефицијента пропустљивости свјетлости при максималном дневном интензитету освјетљења (14 часова) него у условима густог склопа (ОП1).

¹ Програм WeatherView 2001 је програмски пакет који се користи специјално за обраду података који су прикупљени мјерењем помоћу метеоролошке станице Huger.



Графикон 1. Дневни ток интензитета освјетљености и пропустљивости свјетлости у густом склопу (20.08.2002.)

Diagram 1. Daily trend line of light intensity and permeability - dense canopy (20.08.2002)

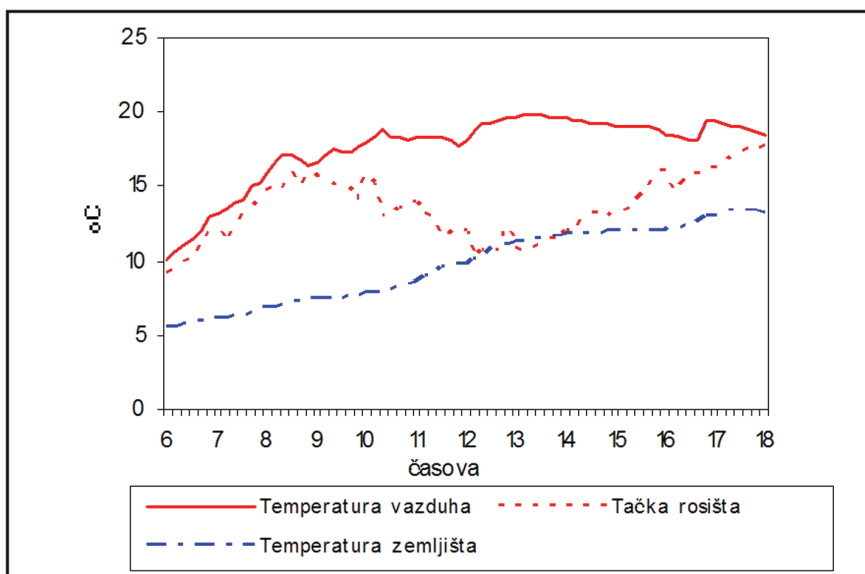


Графикон 2. Дневни ток интензитета освјетљености и пропустљивости свјетлости у непотпуном склопу (20.08.2002.)

Diagram 2. Daily trend line of light intensity and permeability - broken canopy (20.08.2002)

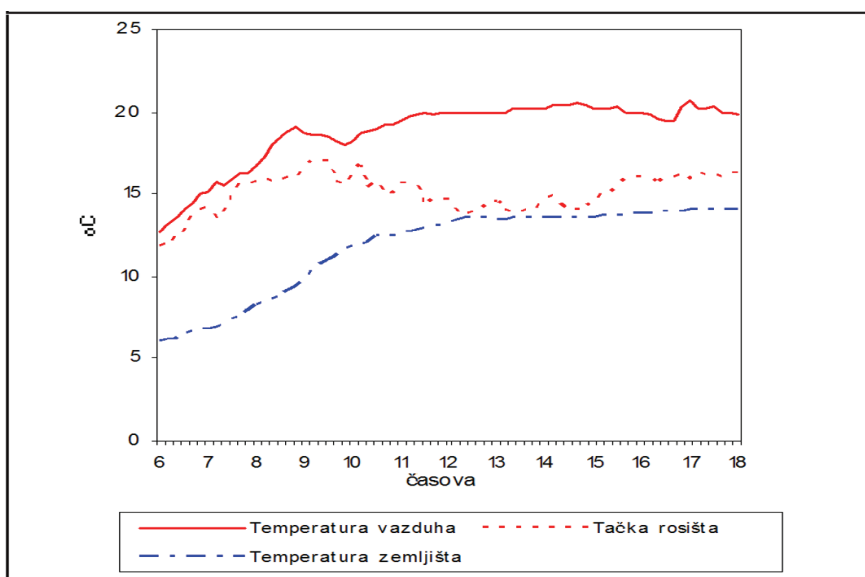
На графикону 3 приказан је дневни ток температуре ваздуха на висини 2 m, температуре земљишта на дубини 10 cm и ток температуре тачке росишта. Максимална вриједност температуре ваздуха на ОП1 је између 13 и 14 часова (19,9°C), са једним секундарним максимумом у 17 часова (19,3°C). Секундарни максимум се овдје јавља као посљедица мањих отвора у склопу који узрокују појаву свијетлих пјега (M i t s c h e r l i c h, G., 1971). Графикон 4 приказује дневни ток истих елемената као и на ОП1. Ток температуре ваздуха је сличан на ОП1 и ОП2, с том разликом што се примарни максимум температуре ваздуха на ОП2 поклапа са секундарним максимумом на ОП1 у 17 часова (20,7°C). Ток температуре тачке росишта је сличан на обе огледне површине. У раним јутарњим и касним поподневним часовима температура тачке росишта има интензивнији пораст док у подневним часовима она има ниже вриједности. У условима густог склопа њена колебања су већа и крећу се између 9 и 15°C, а у непотпуном склопу колебања су мања и крећу се између 12 и 16,5°C.

Температура земљишта на дубини од 10 cm, осим што показује знатно ниже вриједности од температуре ваздуха има другачију дневну расподјелу. Наиме, максимална вриједност температуре земљишта на поменутој дубини значајно касни за максимумом температуре ваздуха, те своју највишу вриједност достиже око 18 часова (14,8°C). Овакав однос између температуре ваздуха и земљишта на овој дубини је карактеристичан (M л о с а в љ е в и ћ, M., 1984). Карактеристично је да је на ОП2 максимум температуре земљишта на дубини од 10 cm достигнут раније него на ОП1. Ипак, у касним поподневним часовима на обе огледне површине максимална вриједност приближно је једнака и износи око 13°C. У условима непотпуног склопа израженији је пораст температуре земљишта у јутарњим часовима него на ОП1, али након достизања максимума та вриједност се задржава током већег дијела дана. Посматрајући анализирани елементи на графикону 3 и 4, може се уочити значајна сличност у њиховом току. Међутим, примјетне су нешто мање осцилације часовних вриједности код свих елемената на графикону 4. Ова појава је узрокована тиме што су на отворенијим просторима ови елементи мање подложни осцилацијама и промјенама вриједности у односу на склопљене састојине, у којима и мањи отвори у склопу могу проузроковати значајне аномалије у току одређеног метеоролошког елемента (К о л и ћ, Б., 1988). Резултати истраживања дневног тока температуре ваздуха и температуре земљишта на дубини од 10 cm, који су приказани у радовима других аутора (S t e f a n o v i ć, V., 1961; К о л и ћ, Б., 1972; и др.), показују велику сличност у дневном тренду са резултатима који су добијени овим истраживањима. Максималне вриједности температуре земљишта у буково-јеловој састојини на јужној експозицији на дубини од 10 cm, јављају се у 15 часова (К о л и ћ, Б., 1972), док се у истраживаној јелово-смрчевој састојини те исте вриједности јављају од 17 до 18 часова. До сличних резултата је дошао и S t e f a n o v i ć, V. (1961) истражујући ову појаву у буково-јеловој заједници на подручју источне Босне, али се максималне вриједности код њега јављају око 16 часова. Заједничка карактеристика за сва истраживања температуре земљишта на овој дубини, код свих аутора, је његова релативно мала амплитуда колебања у односу на температуру ваздуха.



Графикон 3. Дневни ток температуре ваздуха и земљишта на дубини 10 cm и тачке росишта - густ склоп (ОП1) - 20.08.2002.

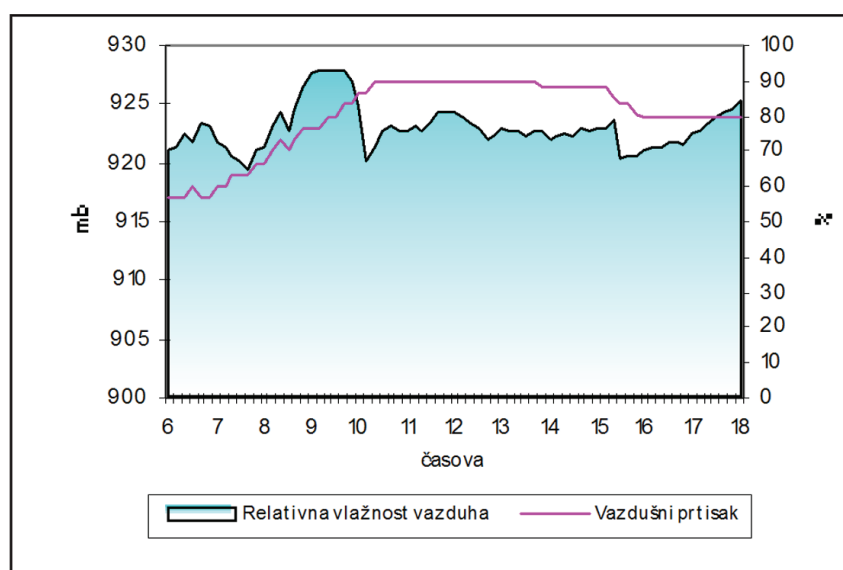
Diagram 3. Daily trend line of air temperature and soil temperature 10 cm in depth, and temperature of dew point - dense canopy (OP1) - 20.08.2002.



Графикон 4. Дневни ток температуре ваздуха и земљишта на дубини 10 cm и тачке росишта - непотпун склоп (ОП2) - 20.08.2002.

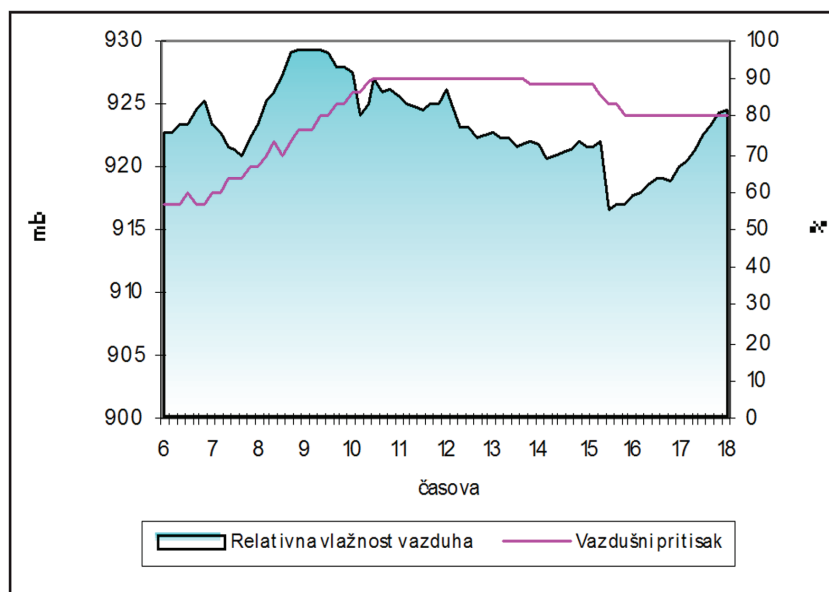
Diagram 4. Daily trend line of air temperature and soil temperature 10 cm in depth and of dew point - broken canopy (OP2) - 20.08.2002.

Према графикону 5, максимална вриједност релативне влажности ваздуха и ваздушног притиска у густом склопу, уз мања одступања, показује сличност са током ових елемената у условима непотпуног склопа. Релативна влажность ваздуха на ОП1 достиже максималну вриједност од 91% у раним пријеподневним часовима, а минимум (70%) око 15 часова. Међутим колебања релативне влажности ваздуха током дана у условима непотпуног склопа су знатно израженија. Крећу се од 70 до 95% у јутарњим часовима, а у поподневним од 55 до 83%. То је узроковано вишом температуром ваздуха и земљишта, интензивнијом транспирацијом и евапорацијом на ОП2. Такође, упоређујући дневни ток релативне влажности ваздуха (графикони 5 и 6) са током температуре ваздуха у истим условима (графикони 3 и 4), може се констатовати обрнуто пропорционалан однос између ова два елемента. Сличан, обрнуто пропорционалан однос је између влажности ваздуха и ваздушног притиска у току једног дана. Наиме, максимална вриједност ваздушног притиска се јавља за вријеме минималних вриједности релативне влажности ваздуха. У условима непотпуног склопа главни тренд ових елемената је сличан, а разлика је углавном у њиховим апсолутним вриједностима. Максимална вриједност влажности ваздуха је у јутарњим часовима, а минималне вриједности су око 16 часова. Ток ваздушног притисака показује велику сличност на огледним површинама из разлога што овај метеоролошки елемент, поред температуре земљишта, показује најмање колебање у току дана, ако су мјерења вршена у шуми на релативно малом растојању.



Графикон 5. Дневни ток ваздушног притиска и релативне влажности ваздуха - густ склоп (ОП1) - 20.08.2002.

Diagram 5. Daily trend line of air pressure and relative air humidity - dense canopy (OP1) - 20.08.2002.



Графикон 6. Дневни ток ваздушног притиска и релативне влажности ваздуха - непотпун склоп (ОП2) - (20.08.2002.)

Diagram 6. Daily trend line of air pressure and relative air humidity - broken canopy (OP2) - (20.08.2002)

4. ЗАКЉУЧАК

На основу добијених резултата истраживања у овом раду може се закључити следеће:

- У условима непотпуног склопа интензитет освјетљености у раним јутарњим часовима има интензивнији пораст него при густом склопу и током дана њене вриједности су троструко веће него при густом склопу.
- Ток температуре ваздуха на огледним површинама је веома сличан, али су колебања израженија у условима непотпуног склопа.
- Ток температуре тачке росишта је сличан на обе огледне површине, али за разлику од тока температуре ваздуха њена колебања су већа у густом склопу.
- Максимална вриједност температуре земљишта на дубини од 10 cm касни у просјеку 6 часова за максимумом температуре ваздуха. Али, након достизања максимума та вриједност се задржава током већег дијела дана на обе огледне површине.
- Колебања релативне влажности ваздуха (од 55 до 95%) током дана у условима непотпуног склопа су знатно израженија, а њен ток је обрнуто пропорционалан току температуре ваздуха. Тај однос је констатован између дневног тока влажности ваздуха и ваздушног притиска.
- Дневни ток ваздушног притиска показује велику сличност на огледним површинама и има најмање колебање јер су мјерења вршена у шуми на реалативно малом растојању.

ЛИТЕРАТУРА

- D i a c i, J. (1999): Meritve sončenega sevanja v gozdu – 1. presoja metod in instrumentov. Zbornik gozdarstva i lesarstva, 58, str. 105-138.
- D i a c i, J., T h o r m a n n, J. J. (2002): Ein Vergleich verschiedener Lichtmessmethoden in Buchennaturwäldern Sloweniens aus verjüngungs – ökologischer Sicht. Journal forestier Suisse. Zurich.
- Д у к и ћ, Д. (1981): Климатологија. IV допуњено и прерађено издање, Уџбеник, Београд.
- Г о в е д а р, З. (2005): Начини природног обнављања мјешовитих шума јеле и смрче (Абиети Пицетум иллурицум) на подручју западног дијела Републике Српске. Докторска дисертација. Шумарски факултет, Београд.
- Г о в е д а р, З., Б ј е л а н о в и ћ, И., К е р е н, С. (2009): Утицај режима свјетлости на природно обнављање у састојини букве и јеле (*Abieti – Fagetum*) на Козари. Гласник Шумарског факултета Универзитета у Бањој Луци, бр. 11, стр. 69-88, Бања Лука.
- Г о в е д а р, З., О љ а ч а, Р., К е р е н, С., Д у к и ћ, В., П е т р о в и ћ, Д. (2009): Истраживање режима свјетлости примјеном хемисферичних фотографија у састојини смрче, јеле и букве (*Piceo – Abieti – Fagetum*) на подручју Днолучке планине. Трећи Међународни конгрес „Екологија, здравље, рад, спорт“, 10-13. септембар, 2009., Бања Лука.
- К о л и ћ, Б. (1972): Утицај експозиције терена и локалних услова на промене микроклиматских елемената у састојини *Abieto – Fagetum* на Гочу. Симпозијум *Актуелни проблеми шумарства, дрвен индустрије и хортикултуре*, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- К о л и ћ, Б. (1975): Одређивање интензитета осветљења и режима светлости у шумским заједницама стационарном изохелском методом. Екологија, Vol. 10, No 2, 155-164, Београд.
- К о л и ћ, Б. (1988): Шумарска еоклиматологија са основама физике атмосфере. Научна књига, Београд.
- К о л и ћ, Б., С т о ј а н о в и ћ, Љ. (1986): Резултати истраживања микроклиматских карактеристика ивица шумских састојина букве (*Fagetum montanum oxalidetosum*) на Црном Врху код Бора. Гласник Шумарског факултета у Београду, бр. 67, стр. 29-50, Београд.
- К р с т и ћ, М. (1984): Хоризонтална пројекција и пречник круна у мешовитим буково – јеловим шумама на Гочу. Гласник Шумарског факултета, Серија А, Шумарство, 62, Београд.
- К р с т и ћ, М. (1986): Утицај неких елемената изграђености састојине на режим светлости у мешовитој шуми букве и јеле на Гочу. Шумарство Београд, год. 39, бр. 3-4, 1986, стр. 51-64.
- К р с т и ћ, М. (1989): Истраживање еколошко – производних карактеристика китњакових шума и избор најповољнијег начина природног обнављања на подручју североисточне Србије. Докторска дисертација, Београд.
- К р с т и ћ, М., К о р р и в и с а, М., Л а в а д и н о в и ћ, В. (1997): The dependance of beech and fir regeneration on the characteristics of stand canopy and light regime. Proceedings of IUFRO Workshop »Empirical and process based models for forest tree and stand growth simulation. Lisabon, Portugal.
- М и л о с а в љ е в и ћ, М. (1984): Климатологија, Научна књига, Београд.
- М и т с c h e r l i c h, G. (1971): Wald, Wachstum und Umwelt. Bd. II: Waldklima und Wasserhaushalt.- Sauerlander, 365 s.
- С т е ф а н о в и ћ, В. (1963): Prilog poznavanju mikroklima nekih šumskih staništa na području Bosne i Hercegovine. Poljprivredno – šumarski fakultet, Radovi, br. 6, Sarajevo.

- Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Vukorep, I. (1983): Ekološko – vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine. Šumarski fakultet u Sarajevu, Posebna izdanja, br. 17, Sarajevo.
- Стојановић, Љ. (1991): Утицај експозиције и режима светлости на појаву подмлатка у смрчевим шумама на Голији.. Зборник радова са Симпозијума “Недељко Кошанин”, 39-46, Београд.
- Стојановић, Љ. (1995): Еколошко – производне карактеристике и начини природног обнављања смрчевих шума на Голији и Копаонику. Јавно предузеће шумарства "Србија-шуме", Београд.
- Thornthwaite, C. W., Mather, J.R. (1955): The Water Balance. Centerton, N. J. Publ. In *Climatology*, v.8, n.1, 104p.

MICROCLIMATE CHARACTERISTICS IN A MIXED SILVER FIR - NORWAY SPRUCE STAND
(*Abieti piceetum illyricum*) IN THE AREA OF DRINIĆ IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Zoran Govedar
Zoran Stanivuković
Srđan Keren
Ivan Bjelanović

S u m m a r y

Research on microclimate was conducted in a mixed silver fir – Norway spruce stand in the western part of the Republic of Srpska, at the locality of Drinić. Measurements were carried out at two sample plots, one under dense canopy (OP1) and the other under broken canopy (OP2). We used mobile meteorological station “Huger“ whose functioning is based on radiowaves. The following parameters were measured: air temperature 2.0 m above ground, soil temperature 10 cm in depth (zone of young seedling roots), temperature of dew point, relative air humidity and air pressure. Under broken canopy, it was determined that light intensity in early morning hours was higher than under dense canopy and during the day its values were three times higher under broken canopy. Trendline showing air temperature was similar for both sample plots, although its fluctuation was more pronounced under broken canopy. On the other hand, fluctuation of temperature trendline for dew point was more expressed under dense canopy. Under broken canopy, soil temperature at 10 cm in depth reached its maximum earlier than under dense canopy, however, in late afternoon hours maximum values were more or less equal to 13° C for both sample plots. Wobbling of relative air humidity during the day was much more present under broken canopy and its values were inversely proportional to the values of air temperature. This relation was determined for daily trendlines of air humidity and air pressure. Daily line of air pressure was similar for both sample plots and had the smallest fluctuation, as the measurements were conducted at relatively small distances in the stand.