

## ТЕМПЕРАТУРНИ УСЛОВИ У ПРОЛЕЋНИМ МЕСЕЦИМА У ШУМИ ХРАСТА ЛУЖЊАКА (*Quercus robur* L.)

ЗОРАН ГАЛИЋ<sup>1</sup>  
МИЛАН ДРЕКИЋ  
МИЉАН САМАРЏИЋ  
ВЕЛИСАВ КАРАКЛИЋ

**Извод:** У раду је извршена анализа температурног режима на биоиндикацијској површини нивоа II праћења прекограничног аерозагађења на локалитету Дероње у шуми храста лужњака. Поређење средњих месечних температура је извршено у односу на више климатолошких периода 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 и 1991-2020. На основу података Републичког хидрометеоролошког завода утврђена је разлика између истраживаних климатолошких периода. У истраживаном периоду су анализирани средње дневне температуре ваздуха у пролећним месецима (март, април и мај – МАМ), као и колебање температуре ваздуха у састојинама храста лужњака. Статистичка значајност није утврђена изузев благог смањења минималних температура за месец март.

**Кључне речи:** микроклима, температура, храст лужњак, Дероње

SPRING AIR TEMPERATURE CONDITIONS IN A PEDUNCULATE OAK FOREST  
(*Quercus robur* L.)

**Abstract:** The study analyses the temperature regime at the Level II sample plot installed to monitor transboundary air pollution in a pedunculate oak forest in Deronje. Mean monthly air temperatures were compared for the following periods: 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 and 1991-2020. Data provided by the Republic Hydrometeorological Service of Serbia were used to determine the difference between the studied climate periods. Mean daily spring air temperatures (March, April and May – MAM) and daily air temperature fluctuations for this plot were analysed. Statistical significance was not determined except for a slight decrease in temperature minimums for March

**Keywords:** microclimate, temperature, pedunculate oak, Deronje

### 1. УВОД

Међународни програм сарадње на оцени и мониторингу ефеката загађења ваздуха на шуме везан је за мрежу ICP Forests, базираној на мониторингу шумских екосистема (Национални фокал центар, 2017) и представља важну базу података о стању шумских екосистема, односно за

---

<sup>1</sup> др Зоран Галић, научни саветник; др Милан Дрекић, научни сарадник; др Миљан Самарџић, истраживач сарадник; Велисав Караклић, мастер инж. шумарства, Универзитет у Новом Саду - Институт за низијско шумарство и животину средину

функционисање шумских екосистема. У Србији је установљено пет тачака нивоа II праћења прекограничног загађења од којих се један налази у шуми храста лужњака (*Quercus robur* L.) у ГЈ 'Брањевина' у близини насеља Дeroње.

У оквиру мониторинга, један део представљају климатолошка истраживања, а на значају утицаја на све физиолошке процесе као и на утицај промена у шумским екосистемима указује већи број аутора (Xia, Y *et al.*, 1999; Zellweger, F. *et al.*, 2020; Бабић, В., Крстић, М., 2021), односно, на сложеност утицаја микроклиматских истраживања на шумске екосистеме (Schall, P., Heinrichs, S. 2020; De Frenne, P. *et al.*, 2021). Климатолошка истраживања са оближњих метеоролошких станица представљају улазне податке за оцену осетљивости шумских екосистема на климатске промене (Lindner, M. *et al.*, 2010), међутим, чињеница је да могу постојати и велике разлике на површинама које се проучавају (Vanwalleghem, T., Meentemeyer, R. 2009; Lembrechts, J., Nijs, I. 2020; De Frenne, P. *et al.* 2021). Објашњавање функционисања шумских екосистема, у контексту проучавања микроклиматских услова (Chen, J. *et al.* 1999; Wang, S. *et al.* 2010), као и односа макроклиматских и микроклиматских услова (De Frenne, P. *et al.* 2013), указује на потребу мониторинга у дужем временском периоду (Lindenmayer, D., Likens, G., 2009).

У раду је приказан температурни режим у пролећним месецима (МAM), у периоду од 2015. до 2021. године, на тачки нивоа II у АП Војводини Република Србија, везану за састојину храста лужњака. Циљ рада је био да се дефинишу сличности и разлике у температурном режиму у периоду истраживања.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживање је обављено на биоиндикацијској тачки површине нивоа II (шумском екосистемима на тачки праћења прекограничног загађења), у АП Војводини, на локалитету Дeroње. Локација наведене површине је детерминансана истраживањима Пекеч, С. *et al.*, 2017. На локалитету Дeroње истраживање је вршено у састојини храста лужњака (*Quercus robur* L.), постављене 2015. године.

Климатски показатељи су мерени метеоролошком станицом Davis у интервалу од 1 часа током читаве године. У резултатима истраживања су приказани подаци о температури ваздуха мерени метеоролошком станицом Davis, а осим температуре ваздуха прикупљани су подаци и за релативну влажност ваздуха (RH), количину падавина (PR), брзину (WS) и правац ветра (WD), као и соларну радијацију (SR).

У раду је извршено приказивање климатских прилика подручја (средње годишње и средње месечне вредности температуре, количина падавина) на климатолошкој станици Римски Шанчеви за период од 1961. до 2020. године (подаци преузети из годишњака РХМЗ, за период од 1961. до 2020. године). Циљ анализе био је да се утврде промене средње месечне вредности температуре, пре свега у пролећним месецима март, април и мај – МAM у дужем

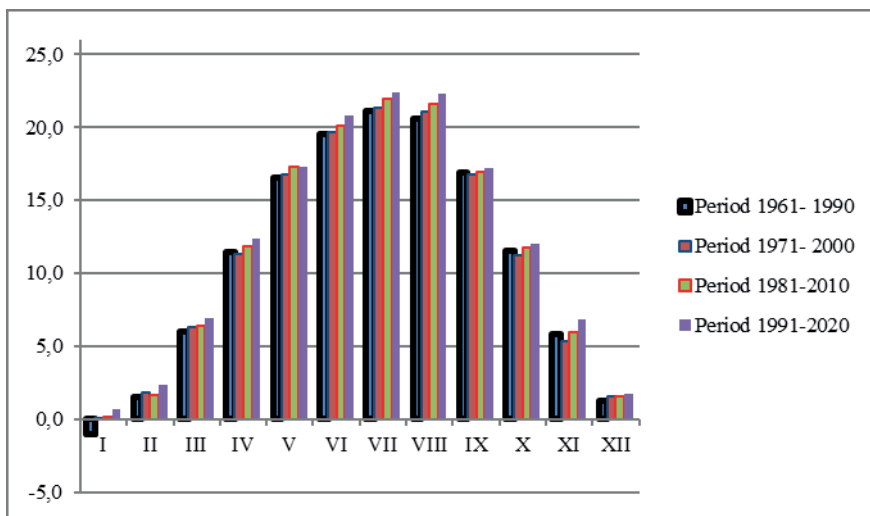
временском периоду и да се изврши анализа у истраживаном периоду од 2015 до 2020. године.

Осим наведеног утврђен је и FAI индекс који указује и на део станишних карактеристика током периода истраживања (2015 - 2020 година). Подаци су статистички обрађени у програмима *Statistica 12* и *Excel 2016*.

У даљем тексту описане су климатске карактеристике и то због објашњења избора година за приказ микроклиматских показатеља у истраживаним састојинама.

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

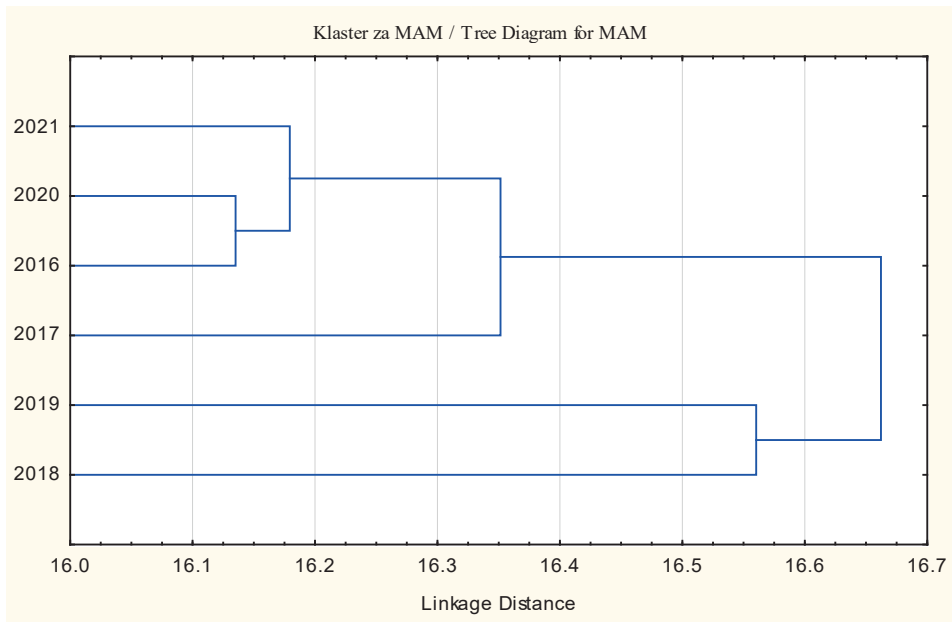
Средња годишња температура ваздуха анализирана је у четири климатска периода. Пораст средње годишње температуре у климатском периоду од 1991. до 2020. године је била већа, у просеку, за  $0,97^{\circ}\text{C}$  у односу на климатски период од 1961 до 1990. године (графикон 1). У пролећним месецима МАМ је најмања разлика у одступању температура ваздуха, забележена просечно за месец мај ( $0,7^{\circ}\text{C}$ ), а док је у марту, односно у априлу забележено повећање од  $0,9^{\circ}\text{C}$  односно  $1,0^{\circ}\text{C}$ .



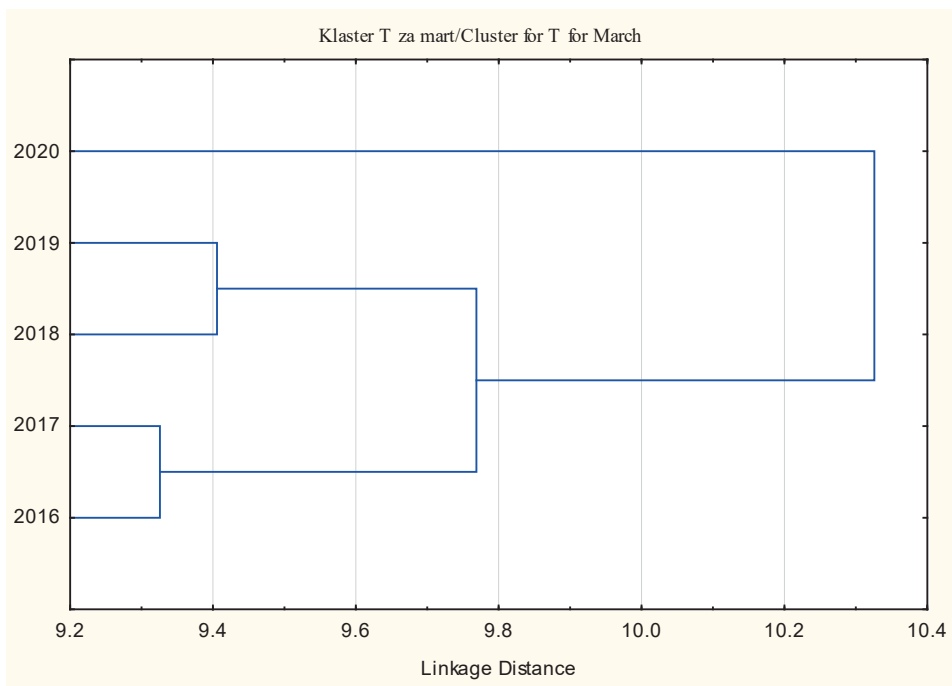
**Графикон 1.** Просечне средње месечне вредности температуре ваздуха за метеоролошку станицу Римски Шанчеви

**Graph 1** Mean monthly air temperature for the Rimski Sancevi weather station

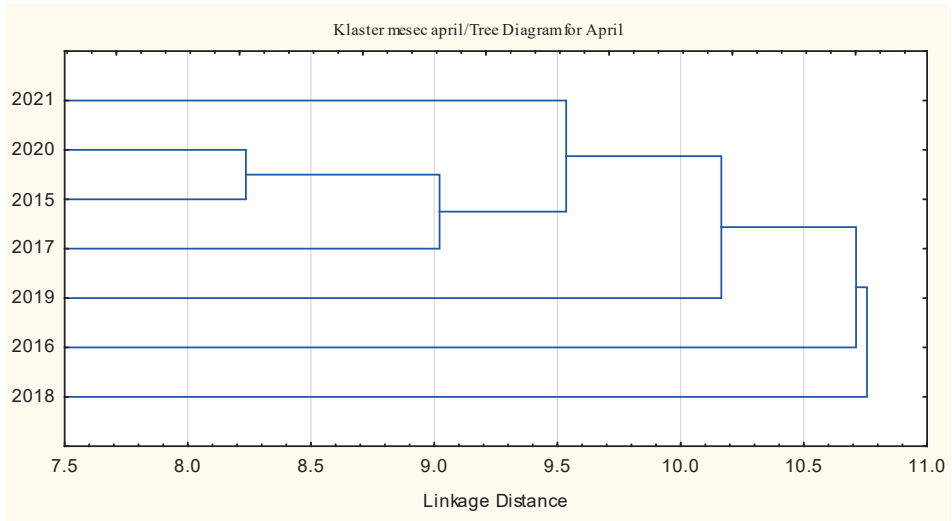
У периоду истраживања, температурни услови у МАМ били су слични у 2016, 2020. и 2021. години, док су знатно различити температурни услови утврђени за 2018. и 2019. годину (графикон 2). На месечном нивоу, у марту месецу слични температурни услови забележени су за 2016. и 2017. годину, као и за 2018. и 2019. годину, док су сасвим различити температурни услови забележени 2020. и 2021. годину (графикон 3).



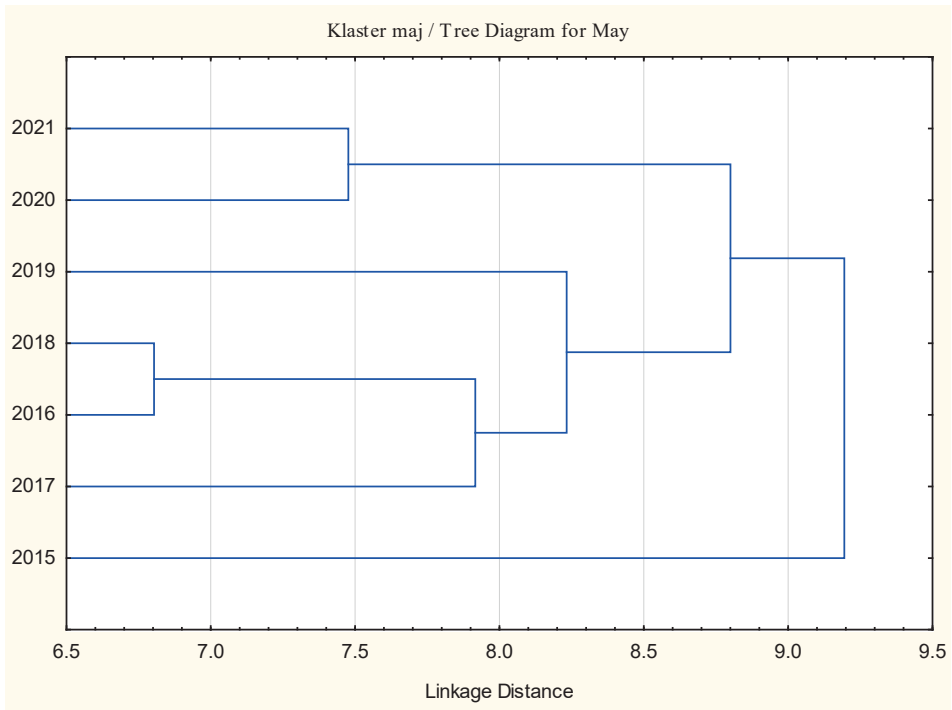
**Графикон 2.** Кластер за МАМ  
**Graph 2** MAM Cluster



**Графикон 3.** Кластер за март  
**Graph 3** March Cluster



**Графикон 4. Кластер април**  
**Graph 4 April Cluster**



**Графикон 5. Кластер мај**  
**Graph 5 May Cluster**

У месецу априлу слични температурни услови забележени су у 2015. и 2020. години, а на средњим дистанцама и у 2017, као и 2021. години. У односу на претходно наведено, температурни услови (графикон 4) битно су се разликовали за остале године (2018, 2019. и 2020. годину).

Статистичка значајност није забележена, осим слабе повезаности за минималне температуре ваздуха (табеле 1, 2, 3 и 4).

**Табела 1.** Статистичка значајност – средња вредност  
**Table 1** Statistical significance – mean value

	Линеарна / Linear		Логаритамска / Logarithmic		Полиномска / Polynomial		Експоненцијална / Exponential	
	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$
Март	$-0.3726x + 758.8$	0.1499	$-752.3\ln(x) + 5731.5$	0.1499	$0.152x^2 - 614.12x + 620183$	0.2031	$2E+42e^{-0.047x}$	0.0944
Април	$-0.285x + 587.51$	0.0794	$-574.6\ln(x) + 4385$	0.0792	$-0.3846x^2 + 1551.9x - 2E+06$	0.513	$3E+24e^{-0.027x}$	0.1101
Мај	$-0.3318x + 685.77$	0.227	$-669.4\ln(x) + 5110.3$	0.227	$-0.0815x^2 + 328.79x - 331402$	0.2682	$3E+19e^{-0.021x}$	0.2418

**Табела 2.** Статистичка значајност – одступања минималних и максималних температура

**Table 2** Statistical significance – deviations of temperature minimums and maximums

	Линеарна / Linear		Логаритамска / Logarithmic		Полиномска / Polynomial		Експоненцијална / Exponential	
	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$
Март	$0.5056x - 1009.6$	0.1586	$1020.5\ln(x) - 7754.8$	0.1585	$0.1286x^2 - 518.53x + 522831$	0.1804	$y = 1E^{-42e^{0.0491x}}$	0.1432
Април	$-0.0115x + 36.618$	0.0001	$-23.39\ln(x) + 191.33$	0.0001	$0.0589x^2 - 237.85x + 240014$	0.0094	$y = 256658e^{-0.005x}$	0.0038
Мај	$0.0137x - 15.786$	0.0009	$27.502\ln(x) - 197.35$	0.0008	$0.1481x^2 - 597.86x + 603237$	0.2992	$y = 4.4826e^{0.0005x}$	0.0001

**Табела 3.** Статистичка значајност –минималне вредности  
**Table 3** Statistical significance – minimums

	Линеарна / Linear		Логаритамска / Logarithmic		Полиномска / Polynomial		Експоненцијална / Exponential	
	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$		
Март	$-0.5075x + 1025.9$	0.5216	$-1024\ln(x) + 7797.8$	0.5217	$0.0493x^2 - 199.45x + 201809$	0.5321		
Април	$-0.2119x + 433.25$	0.0233	$-426.9\ln(x) + 3254.5$	0.0232	$-0.4613x^2 + 1861.5x - 2E+06$	0.3548	$1E+45e-0.051x$	$R^2 = 0.0589$
Мај	$y = -0.322x + 660.3$	$R^2 = 0.1506$	$y = -649.5\ln(x) + 4952.9$	$R^2 = 0.1504$	$y = -0.2521x^2 + 1017.3x - 1E+06$	$R^2 = 0.4275$	$y = 2E+30e-0.033x$	$R^2 = 0.2037$

**Табела 4.** Статистичка значајност – максимална вредности  
**Table 4** Statistical significance – maximums

	Линеарна / Linear		Логаритамска / Logarithmic		Полиномска / Polynomial		Експоненцијална / Exponential	
	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$	$y =$	$R^2 =$
Март	$-0.0962x + 206.53$	0.0046	$-194.3\ln(x) + 1490.7$	0.0046	$0.1189x^2 - 480.19x + 484739$	0.0197	$2824.1e-0.003x$	$R^2 = 0.0005$
Април	$-0.2235x + 469.86$	0.0423	$-450.3\ln(x) + 3445.8$	0.0421	$-0.4023x^2 + 1623.6x - 2E+06$	0.4533	$1E+14e-0.015x$	$R^2 = 0.0601$
Мај	$-0.3072x + 642.35$	0.1044	$-619.8\ln(x) + 4739.1$	0.1043	$-0.1034x^2 + 417.07x - 420486$	0.1398	$4E+13e-0.014x$	$R^2 = 0.1113$

Подаци РХМЗ за метеоролошку станицу Римски Шанчеви, за четири референтна периода (1961-1990; 1971-1980; 1981-2010. и 1991-2020), указују на повећање средње годишње температуре ваздуха за 1,0°C, на шта указују претходна истраживања Спасова, Д. *et al.* (1997, 1999); Савић, С. (2009).

Анализа колебања просечних месечних температура ваздуха, везано за биоиндикацијску тачку - састојина храста лужњака; указала је на колебања температуре у пролећним месецима (МАМ) у истраживаном периоду, а на могуће последице, због дуговечности дрвенастих врста, указују Негеру, Г. (2007) и Lindner, М. *et al.*, (2010). У истраживаном периоду, слични

температурни услови су забележени за 2016. и 2017. годину, као и за 2018. и 2019. годину, а 2020. и 2021. година битно су се разликовале од претходно наведених. Екстремне температуре, са еколошког аспекта, указују на стварне прилике, које су урачунате у средње вредности, а у развоју састојина храста лужњака могу бити лимитирајући фактор (Селетковић, З., 1996).

Статистичка значајност није утврђена, изузев благог смањења минималних температура. У априлу месецу утврђена је још мања сличност, тако да је извесно груписање забележено за 2015. и 2020. годину, са извесним сличностима за 2017. и 2021. годину. Статистичка значајност, као ни за претходни период, није утврђена.

#### 4. ЗАКЉУЧЦИ

У раду је извршена анализа температурног режима на нивоу II, у шумском екосистему храста лужњака, на тачци праћења прекограничног загађења у АП Војводини. Подаци за метеоролошку станицу Римски Шанчеви, за четири референтна периода (1961-1990; 1971-1980; 1981-2010. и 1991-2020), указују на повећање средње годишње температура ваздуха, односно, у референтном периоду 1991-2020. била је за за 1,0°C већа у односу на референтни период 1961-1990. године.

Анализа колебања просечних месечних температура ваздуха указала је на колебања температуре у пролећним месецима (МАМ) у истраживаном периоду. Слични температурни услови забележени су за 2016. и 2017. годину, као и за 2018. и 2019. годину, а 2020. и 2021. година битно су се разликовале од претходно наведених. Статистичка значајност није утврђена, изузев благог смањења минималних температура.

*Захвалница: Рад је реализован у оквиру програма праћења утицаја прекограничног аерозагађења у шумским екосистемима на територији АП Војводине у 2021. години - финансираној од стране Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије – Управа за шуме.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- Chen J., Saunders, S., Crow, T., Naiman, R., Broszofske, K., Mroz, G. Brookshire, B., Franklin, J. (1999): Microclimate in forest ecosystems and landscape ecology. BioScience 49(4):288-297
- Бабић, В., Крстић, М. (2021): Вишекритеријумска анализа упоредних климатских карактеристика одређених шумских подручја у Србији. Шумарство 1-2. УШИТС. Београд. Стр. 7-23
- De Frenne, P., Rodríguez-Sánchez, F., Coomes, A., Baetena, L., Verstraeten, G., Vellend, M., Bernhardt-Römermann, M., Brown, C., Brunet, J., Cornelis, J., Decocq, G., Dierschke, H., Eriksson, O., Gilliam, F., Hédal, R., Heinken, T., Hermy, M., Hommel, P., Jenkins, M., Kelly, D., Kirby, K., Mitchell, F., Naaf,



- T., Newman, M., Peterken, G., Petřík, P., Schultz, J., Sonnier, G., Calster, H., Waller, D., Walther, G.R, White, P., Woods, K., Wulf, M., Graae, B.J., Verheyen, K. (2013): Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. PNAS vol 110, No 46., p. 18561-18565,
- De Frenne, P., Lenoir, J. Luoto, M., Scheffers, B., Zellweger, F., Aalto, J., Ashcroft, M., Christiansen, M., Decocq, G., Pauw, K., Govaert, S., Greiser, C., Gril, E., Hampe, A., Jucker, T., Klinges, D., Koelemeijer, I., Lembrechts, J., Marrec, R., Meeussen, C., Ogée, J., Tyystjärvi, V., Vangansbeke, P., Hylander, K. (2020): Forest microclimates and climate change: Importance, drivers and future research agenda. *Global Change Biology*, Volume 27, Issue 11, p. 2279-2297
- Führer, E., Horváth, L., Jagodics, A., Machon, A., Szabados, I. (2011): Application of new aridity index in Hungarian forestry practice. *Időjárás* 115 (3), 205–216.
- Hemery, G. (2007): Short-Term Scientific Mission report for Working Group 1, COST Action E42, 73p, 2007
- Национални фокал центар (2017): Тематска БИТ публикација: „Процена и праћење ефеката – утицаја ваздушних загађења на шумске екосистеме у Републици Србији - 2017“, Извештај за 2016. годину, Ниво I и Ниво II, НФИЦ - Национални фокал центар за праћење стања – виталности шума Републике Србије, Београд.
- Lembrechts, J., Nijs, I. (2020): Microclimate shifts in a dynamic world. *Science* 368 (6492), 711-712 DOI: 10.1126/science.abc1245
- 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 p. 698-709
- Lindenmayer D., Likens G. (2009): Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology and Evolution* Vol.24 No.9 p. 482-486
- Pekeč, S., Orlović, S., Katanić, M., Stojnić, S., Drekić, M. (2017): Fenološka osmatranja hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Vojvodine. *Topola* 199/200, str. 11-20
- Republički hidrometeorološki zavod (1960-2020): Meteorološki godišnjak 1- Klimatološki podaci
- Савић, С. (2009): Кретање екстремних температура ваздуха на подручју Војводине у периоду 1951-2000. Докторска дисертација у рукопису. Универзитет у Новом Саду, Природно математички факултет, стр. 1-272
- Seletković, Z. (1996): Klima lužnjakovih šuma // Hrast lužnjak u Hrvatskoj / Klepac, Dušan (ur.). Vinkovci, Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, J.P., str. 71-82
- Schall, P., Heinrichs, S. (2020): Comment on “Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming”. *Science* 370 (6522), eabd9920. DOI: 10.1126/science.abd9920
- Spasova, D., Popović, T, Jovanović, O. (1997): Semiarid areas appearance on the territory of FR Yugoslavia as a possible cosequence of global climate change - Drought and Plant Production-Proceedings of Agricultural Research Institute “Serbia”, Beograd-pp 111-116.
- Spasova, D., Spasov, P., Maksimović, S., Jovanović, O. 1999. Main Climate Characteristics in Yugoslavia, Balkan Drought Workshop - Developing a Strategy for Alleviating the Problem of Drought in the Balcan Regionin, Zaječar, Yugoslavia, 1998; Agricultural Research Institute Serbia, Belgrade, 155-170.
- Vanwalleghem T., Meentemeyer R. (2009): Predicting forest microclimate in heterogeneous landscapes. *Ecosystems* 12: 1158-1172
- Zellweger, F., De Frenne, P., Lenoir, J., Vangansbeke, P., Verheyen, K., Bernhardt-Römermann, M., Baeten, L., Hédli, H., Berki, I., Brunet, J., Van Calster, H., Chudomelová, M., Decocq, G., Dirnböck, T., Durak, T., Heinken, T., Jaroszewicz, B., Kopecký, M., Máliš, F., Macek, M., Malicki, M., Naaf, T.,

- Nagel, T., Ortmann-Ajkai, A., Petrik, P., Pielech, R., Reczynska, K., Schmidt, W., Standovár, T., Swierkosz, K., Teleki, B., Vild, O., Wulf, M., Coomes D. (2020). Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming. *Science* 368 (6492), 772-775
- 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

SPRING AIR TEMPERATURE CONDITIONS  
IN A PEDUNCULATE OAK FOREST (*Quercus robur* L.)

*Zoran Galić*  
*Milan Drekić*  
*Miljan Samardžić*  
*Velisav Karaklić*

Summary

The study analyses the temperature regime at the Level II sample plot installed for transboundary air pollution monitoring in a pedunculate oak forest in Deronje. Mean daily spring air temperatures and daily air temperature fluctuations at this plot were analysed. During the research period, 2016, 2020 and 2021 had similar MAM temperature conditions, while significantly different temperature conditions were determined for 2018 and 2019. Mean monthly air temperatures were compared for the following periods: 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 and 1991-2020. Data provided by the Republic Hydrometeorological Service of Serbia were used to determine the differences between the years studied in climatological terms. Statistical significance was not determined except for a slight decrease in temperature minimums for the month of March.