

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА КЛИМАТСКИХ ЧИНИЛАЦА И ВАЗДУШНИХ ПОЛУТАНАТА НА ИРИШКОМ ВЕНЦУ - НП ФРУШКА ГОРА

ДРАГИЦА СТАНКОВИЋ
МИРОСЛАВА УНКАШЕВИЋ
ВИОЛЕТА БАБИЋ

Извод: Утврђивање и редовно праћење аерозагађења, само је део свеобухватних истраживања о утицају саобраћаја на садржај и депозицију тешких метала на подручју националног парка Фрушка гора.

У овом раду су приказани резултати истраживања најзначајнијих метеоролошких елемената, на основу 20-годишњих мерења на шест климатолошких станица. У раду су поред температуре и падавина, израчунати и преовлађујући правци ветра, који су значајни за пренос ваздушних полутаната, као и средње брзине у децембру 2004, јануар и фебруар 2005.

Приказани су и резултати мерења тешких метала у ваздуху, у зимском периоду 2004-2005. године на два локалитета и то: Иришки венац-два мерна места и контролни локалитет-пут забрањен за саобраћај, такође на два мерна места.

Кључне речи: Климатски чиниоци, загађење, ваздух, тешки метали, НП Фрушка гора.

RESULTS OF THE STUDY OF CLIMATIC FACTORS AND AIR POLLUTANTS ON IRIŠKI VENAC - NP FRUŠKA GORA

Abstract: The determination and regular monitoring of air pollution is only a part of the all-inclusive research of the effect of transport on the heavy metal content and deposition in the area of the National Park Fruška Gora.

This paper presents the study results of the most significant meteorological elements, based on 20-year measurements at six weather stations. In addition to temperature and precipitation, the prevailing wind directions were also calculated, which are significant for the transport of air pollutants, as well as mean velocities in December 2004, January and February 2005.

The results of heavy metal measurements in the air in winter 2004-2005 at two sites are also presented: Iriški Venac - two sample points and the control - road banned for transport, also two sample points.

Key words: climatic factors, pollution, air, pollutants, NP Fruška Gora.

1. УВОД

Атмосферски ваздух је извор и услов живота за човека и остали живи свет. То је обновљив и неисцрпљив ресурс. Трпи утицаје који на њега делују, најчешће негативно. Тако да је данас скоро и немогуће пронаћи чист ваздух.

*Мр Драгица Станковић, Шумарски факултет Универзитета у Београду;
Др Мирослава Ункашевић, Физички факултет Универзитета у Београду;
Виолета Бабић, Шумарски факултет Универзитета у Београду.*

Дефиниција загађености ваздуха Светске здравствене организације гласи: “Ваздух се може сматрати загађеним када садржи једну или више штетних материја у таквој концентрацији и толико дуго да неповољно делује на људе, животиње, биљке и материјална добра, или доприноси њиховом оштећењу и ремећењу општег стања”.

Данас, загађивање животне средине представља ограничавајући фактор развоја и производње, а угрожава флору и фауну као и здравље људи.

Загађен ваздух, киселе кише, као и процес закишељавања (тровања) земљишта су фактори који уз климатске промене могу имати за последицу озбиљно погоршање стања шумских екосистема (Ка до вић Р., Кнежевић М., 2001.).

Загађујуће материје могу да доспеју у земљиште и биљке из свих сфера: атмосфере, хидросфере и биосфере, као и директним антропогеним деловањем, применом различитих хемијских средстава, одлагањем отпада итд. Сходно томе, може се рећи да су извори штетних материја бројни и сложени и веома је тешко елиминисати констатовану загађујућу материју, а ако се у томе и успе у новим модернијим технологијама и процесима појављују се неки нови загађивачи, са подједнаким или чак и већим последицама, а и наравно тежим могућностима за њихово елиминисање.

Праћење тешких метала је посебно важно, јер су њихова токсичност и акумулација велике. Штетни ефекти, обрачунати годишње, свих тешких метала, превазилазе укупну штетност радиоактивног и органског отпада који се створе сваке године (Nгі а гу, Рас у на, 1988). Због свог негативног дејства на биосферу, тешки метали привлаче све већу пажњу истраживача, нарочито због штетног дејства на живот који се појачава услед дуготрајне изложености и кумулативног ефекта (Gut hner, 1989, Kurfurst, 1989).

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

За развој биљака су најважнији и лимитирајући климатски фактори, температурни услови и количине падавина. За простирање загађујућих материја поред температуре ваздуха значајна су и ваздушна струјања - ветар. Због тога су за испитивано подручје анализирани температурни подаци, количине и учесталост падавина, а интензитет и правац ветрова детаљније је анализиран за период 2004–2005 године.

За анализу загађености ваздуха, припрема узорак почиње постављањем по два седиментатора на два репрезентативна локалитета и то један локалитет који је референтнији, (утицај саобраћаја већи), на најпрометнијем делу пута и други локалитет на којем је утицај саобраћаја минимизиран (тзв. контролни локалитет). Свако мерење укључује две паралелне пробе, а радило се у зимском периоду (децембар- јануар- фебруар).

Сакупљани средње месечни узорци укупне (суве и мокре) депозиције из ваздуха у којима су анализирани концентрације тешких метала одређиване су атомском апсорпционом спектрофотометријом-ААС.

После скидања седиментатора и допремања до лабораторије, анализе се састоје у следећем: Укупна запремина сваког узорка сакупљеног депозита је сведена на 50 мл лаганим упаравањем на пешчаном купатилу без

кључања уз додатак по 1 мл HNO_3 у сваки узорак. У овако припремљеним узорцима измерена је концентрација Fe, Mn, Cd, Pb, Cr, Zn, Cu, Ni, Al и V пламеном техником AAS, а концентрације As су измерене техником хидридних пара.

За приказ главних извора доприноса тешких метала на испитиваном подручју, урађена је хијерархијска анализа кластера за елементе ваздуха.

За анализу загађења ваздуха и потпунијег увида у климатске прилике овог подручја, у овом раду су приказани најзначајнији метеоролошки елементи осматрања, на основу 20-огодишњих (1948-1967) мерења, колико је заправо и и најмање потребно за проучавање неког подручја, на шест климатолошких станица на Фрушкој гори.

За потребе овог истраживања одређени су и преовлађујући правци ветра на две локације током зимског периода 2004-2005 године, израчунате су средње температуре (као и максималне и минималне), релативна влажност и падавине за зиму и упоређене са вредностима из периода 2001-2005.

3. КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСТРАЖИВАНОГ ПОДРУЧЈА

У циљу анализе климатских прилика истраживаног подручја извршиће се анализа најзначајнијих метеоролошких елемената, добијених мерењем у периоду 1948-1967 на следећим климатолошким и падавинским станицама: (Катић, П., Буковић, Д., Баковић, П. 1979).

Сремској Мировици, Шиду, Иришком Венцу, Сремској Каменици, Сремским Карловцима и Гладношу.

Фрушка гора се пружа упореднички тако да је целом својом дужином експонирана према хладним ваздушним струјама које струје из северног квадранта. Када наиђу на Фрушку гору, ове струје су приморане да се уздижу уз њене северне стране и пребацују преко венца, услед чега долази до извесних процеса који утичу на формирање климе у том подручју. „Ваздушна струјања са истока и нарочито југоистока (кошавски ветар) наилазе на ову планину са уске источне стране, на тај начин долази до раздвајања ваздушних маса, тако да један део обилази Фрушку гору са северне, а други са јужне стране. Известан мањи део ваздушних струја из источног квадранта се пребацује преко планинског венца, али се њихова јачина умањује на шумовитим падинама Фрушке горе. Ово такође важи и за ветрове из северног и северозападног квадранта“ .(Милошевић, С. et al 1973.)

Температура ваздуха: Топлотни услови у оквиру Националног парка “Фрушка гора” осетније се разликују у појединим деловима комплекса, посебно идући од нижих делова (који су под утицајем мезо – климе) ка највишим деловима масива (који је под утицајем макро – климе) .

Средње вредности месечне и годишње температуре ваздуха рачунају се на основу дневних вредности мерених у 7, 14 и 21 час. Добијене вредности су приказане у табели 1.

Табела 1 - Средње месечне и годишње вредности температуре ваздуха
Table 1 - Mean monthly and annual air temperatures

Метеорол. Станица	М е с е ц (t °C)												год.	амп.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ири.Венац	-0,8	0,3	4,1	10,1	14,7	18,0	20,3	20,4	17,0	11,6	5,4	1,1	10,2	21,2
Ср.Каменица	-0,3	2,1	6,0	12,0	16,1	19,6	21,5	21,3	17,9	12,6	7,1	2,8	11,6	21,8
С.Карловци	0,1	1,9	6,0	12,2	16,5	20,2	22,0	21,8	18,4	13,2	7,2	2,6	11,8	21,9
Гладнош	-0,8	0,9	5,0	11,4	16,1	19,7	21,6	21,6	17,8	12,2	6,1	1,6	11,1	22,4
Шид	-0,7	1,2	5,6	11,8	16,1	19,8	21,6	21,3	17,6	12,2	6,6	1,8	11,2	22,3
С.Митровица	-0,9	0,9	5,4	11,8	16,2	19,8	21,3	20,7	16,9	11,6	6,4	1,6	11,0	22,0
Просек за Фрушку Гору	-0,6	1,2	5,4	11,6	16,0	19,5	21,4	21,2	17,6	12,2	6,5	1,9	11,2	22,0

Средње температуре ваздуха за вегетациони период указују на ниже вредности на висини (Ипишки Венац 16,0⁰) у односу на равницу (Сремски Карловци 18,5⁰).

На основу сезонских температурних вредности јасно је да су пролећа хладнија од јесени.

У циљу јаснијег сагледавања климе једног краја посебно су приказане и анализиране екстремне (максимална и минимална) температуре ваздуха.

Средње максималне температуре ваздуха и апсолутне максималне температуре ваздуха приказане су у табели 2.

Табела 2 - Средње и апсолутне максималне температуре ваздуха
Table 2. - Mean and absolute maximal air temperatures

Метеорол. станица	М е с е ц (t °C)												год.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Иришки Венац	2,7	4,1	8,5	15,2	19,7	23,3	25,5	26,0	20,3	16,3	8,9	4,3	14,736
	15,2	20,6	21,5	26,5	30,7	33,3	35,2	36,5	32,0	28,0	24,0	17,6	5
Сремска Каменица	3,4	5,5	10,4	17,1	21,8	25,5	27,6	27,9	24,3	18,1	10,7	5,8	16,5
	19,0	20,4	28,5	29,5	35,0	38,0	41,5	41,0	38,0	29,6	23,5	19,6	41,5
Сремски Карловци	3,1	5,4	10,4	17,1	21,8	25,5	27,8	27,9	24,3	18,2	10,8	5,8	16,5
	17,5	22,0	30,5	30,0	35,6	37,0	40,4	40,5	34,8	29,5	26,0	19,0	40,5
Гладнош	2,4	4,9	9,9	17,0	21,7	25,2	27,5	27,8	23,9	18,0	10,1	4,6	16,1
	15,6	22,2	25,5	28,4	33,3	36,3	38,0	39,3	34,0	29,9	25,6	18,7	39,3
Шид	2,8	5,4	10,9	17,6	22,0	25,8	28,1	28,4	24,7	18,7	10,9	5,1	16,7
	17,0	22,5	29,5	30,0	34,5	37,2	41,0	41,0	35,0	30,0	26,0	19,5	41,0
С.Митровица	2,9	5,6	11,1	17,8	22,2	25,9	27,9	28,2	24,7	18,7	11,0	5,2	16,8
	18,8	23,2	29,6	30,0	34,8	37,4	40,8	40,3	35,4	30,6	26,5	20,2	40,8
Просек за Фрушку Гору	2,9	5,2	10,2	17,0	21,5	25,2	27,4	27,7	24,0	18,0	10,4	5,1	16,2
	19,0	23,2	30,5	30,0	35,6	37,4	41,5	41,0	38,0	30,6	26,5	20,2	41,5

Највише средње максималне температуре ваздуха на свим мерним станицама добијене су за август месец. При томе највећа вредност добијена је за мерну станицу Шид: 28,4⁰С.

Апсолутна максимална вредност температуре забележена је 6. 7. 1950. године (41,5⁰С) на станици Сремска Каменица. Највиша температура ваздуха на Иришком Венцу забележена је 14. 8. 1958. године (36,5⁰С), те се

може закључити да су највише температуре на Фрушкој гори од 36,5⁰ до 41,5⁰ С.

Средње минималне температуре ваздуха и апсолутне минималне температуре ваздуха, приказане су у табели

Табела 3 - Средње и апсолутне минималне температуре ваздуха
Table 3 - Mean and absolute minimal air temperatures

Метеор. Станица	М е с е ц (т°С)												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Иришки Венац	-3,5 -20,5	-2,8 -16,5	1,8 -14,5	6,0 -4,4	10,0 1,0	13,8 2,2	15,2 6,0	15,5 7,2	12,5 2,9	8,0 -1,2	2,6 -9,0	-1,5 -14,8	6,5 -20,5
Сремска Каменица	-3,0 -20,2	-1,5 -19,6	2,0 -13,0	7,4 -2,2	11,2 1,2	14,5 6,0	16,1 10,0	16,0 8,8	12,7 4,4	8,3 -1,2	3,8 -9,3	-0,4 -15,2	7,3 -20,2
Сремски Карловци	-3,4 -25,2	-2,0 -22,2	1,7 -15,0	7,2 -2,2	11,3 1,0	14,7 4,0	16,2 7,0	16,1 9,0	12,8 3,0	8,2 -2,0	3,7 -9,0	-0,5 -17,0	7,2 -25,5
Гладнош	-4,1 -21,5	-2,9 -19,0	0,9 -14,3	6,1 -3,0	10,6 1,0	14,2 2,8	15,9 7,6	15,7 7,8	12,6 3,7	7,5 -0,2	2,9 -8,1	-1,5 -14,3	6,5 -21,5
Шид	-4,6 -30,5	-3,2 -25,0	0,3 -18,5	5,8 -6,0	10,2 -0,5	13,2 5,0	14,7 6,0	14,1 7,0	11,0 2,0	6,2 -4,4	2,6 -10,6	-1,7 -21,5	5,7 -30,5
С.Митровица	-4,3 -25,5	-3,2 -25,6	0,6 -14,0	6,3 -2,7	10,4 0,2	13,9 2,7	15,2 7,0	14,5 7,0	11,0 1,6	6,4 -5,1	2,9 -11,2	-1,5 -18,6	6,0 -25,6
Просек за Фрушку Гору	-3,8 -30,5	-2,6 -25,6	1,2 -18,5	6,5 -6,0	10,6 -0,5	14,1 2,2	15,6 6,0	15,3 7,0	12,1 1,6	7,4 -5,1	3,1 -10,6	-1,2 -21,5	6,5 -30,5

Најниже средње минималне температуре ваздуха јављају се у јануару на свим обухваћеним станицама.

Апсолутна минимална вредност температуре ваздуха измерена је 24. јануара 1963. год. (- 30,5⁰ С) на станици Шид.

Разлике између апсолутних максималних и апсолутних минималних температура ваздуха упућују на апсолутно колебање температуре у обухваћеном временском периоду.

Годишње апсолутно колебање температуре је највеће у Шиду (71,5⁰ С), а најмање на Иришком Венцу (57,0⁰ С). Ово јасно указује на разлику између континенталне климе у равници и планинске климе на Иришком Венцу.

Релативна влажност ваздуха представља степен засићености ваздуха воденом паром. Она је основни социолошки показатељ влажности ваздуха. Водену пару ваздух добија испаравањем са водене површине, влажног земљишта и биљног покривача. Овај процес је сталан, тако да је водена пара стално присутна у ваздуху. Али, испаравање зависи од температуре и што је виша температура, већи је и садржај водене паре.

Пошто је релативна влажност дефинисана као однос између стварног и максималног напона водене паре, под условом да се притисак и температура не мењају, то је она у обрнутој сразмери са температуром ваздуха. Наиме, релативна влажност опада са порастом температуре.

Вредности релативне влажности (%), мерене на више метеоролошких станица на Фрушкој гори, приказане су у табели 4.

Табела 4 - Средње месечне вредности релативне влажности
Table 4 - Mean monthly relative humidity

Метеорол. станица	М е с е ц (%)												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Иришки Венац	84	82	74	69	72	72	68	64	68	73	85	84	74
Сремска Каменица	84	80	77	73	73	73	71	70	71	76	83	84	76
Сремски Карловци	80	77	73	68	69	69	66	65	66	71	81	83	72
Гладнош	85	83	76	70	71	70	67	65	68	75	85	88	75
Шид	86	82	78	72	73	75	71	68	71	76	82	86	77
С.Митровица	87	84	78	73	75	76	73	73	76	79	86	89	79
Просек за Фрушку Гору	84	81	76	71	72	73	69	68	70	75	84	86	76

Из табеле 4 јасно се види, да је најсувљи месец на подручју Фрушке горе август, а највлажнији месец на овом подручју децембар. У исто време, најмања влажност ваздуха је на подручју Сремских Карловаца током читаве године, а највећа у Сремској Митровици. Добијене вредности са доста ниском релативном влажношћу у летњем периоду указују на сува лета у овом подручју.

На подручју Фрушке горе, у обухваћеном периоду, просечно 4,3 дана у току године имају врло ниске вредности релативне влажности тј. < од 30 %. Такве вредности у летњем периоду карактеришу врло суво и топло време, неповољно за укупан живи свет у обухваћеном подручју.

Количина падавина и њихов распоред у току године су важан елемент који карактерише климу једног краја, а тиме и условљава живот на земљи. Падавине директно утичу на влажност ваздуха, а њихова расподела зависи од кретања ваздушних маса и орографије.

Годишње количине падавина на шест климатолошких станица приказане су у табели 5.

Табела 5 - Средње месечне и годишње вредности падавина.
Table 5 - Mean monthly and annual precipitation

Метеорол. Станица	М е с е ц (мм)												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Иришки Венац	63	67	53	64	90	90	64	49	42	49	74	77	782
Сремска Каменица	47	45	46	55	68	88	65	47	41	40	63	69	674
Сремски Карловци	37	36	35	48	66	76	60	44	33	36	55	60	586
Гладнош	43	42	41	53	74	82	58	44	34	36	61	69	637
Шид	39	44	38	58	73	85	67	45	45	41	60	66	661
С.Митровица	42	41	39	52	67	89	65	39	40	38	61	66	639
Просек за Фрушку Гору	45	46	42	55	73	85	63	45	39	40	62	68	663

На основу мерења падавина за Фрушку Гору можемо констатовати следеће:

- Количина падавина у зимским месецима је нешто нижа и креће се просечно од 42 до 46 mm. Затим се знатније повећава, да би у јуну на свим мерним станицама достигла највећу вредност.
- Количина падавина у септембру и октобру је минимална (39 – 40 mm), да би се у новембру и децембру знатније увећала.
- Истовремено је уочљиво да је највећа количина падавина у протеклом периоду измерена на Иришком Венцу, а најмања у Сремским Карловцима.
- Просечан број дана са падавинама ≥ 1 mm је 91 за подручје Фрушке горе, при чему Иришки Венац има највише дана са падавинама тј. 97. На основу података из табела 1, 2, 3, 4 и 5 израчунате су средње температуре (као и максималне и минималне), релативна влажност и падавине за зиму и упоређене са вредностима из периода 2001-2005.

Овде смо располагали само са мерним подацима са климатолошке станице у Сремским Карловцима, а приказани су у табели 6. Из ове табеле може се закључити да је у посматраном петогодишњем периоду дошло до значајног пораста како средњих тако и минималних и максималних температура. Овај изражен пораст температуре праћен је падом релативне влажности и смањењем падавина.

Табела 6 - Вредности изабраних климатолошких елемената на станици Сремски Карловци.

Table 6 - Values of selected climatological elements at the station Sremski Karlovci

Период	2001-2005 година	1948-1967 година
T (°C)	2.1	1.5
T max (°C)	5.7	4.8
T min (°C)	0.2	-2.0
U (%)	76	80
P(mm)	38	44

Ветар је један од најважнијих климатских елемената. Ветар преноси карактеристике оне климе одакле дува, а директно утиче на температуру, влажност ваздуха, облачност и падавине. Честина праваца ветрова и тишина у процентима у Петроварадину, приказани су у табели 7.

Табела 7 - Средња честина праваца ветрова и тишина у Петроварадину

Table 7 - Mean frequency of wind directions and calmness at Petrovaradin

Правци Ветра	М е с е ц												год.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
С	60	65	79	73	69	93	78	54	57	47	52	48	65
С С И	29	24	32	33	40	30	26	34	31	24	25	22	29
С И	44	46	35	28	32	38	33	31	48	42	37	48	39
И С И	39	29	29	25	34	31	34	31	48	45	44	49	36
И	72	50	60	73	73	51	67	69	96	92	94	69	72

И Ј И	82	67	109	96	45	42	40	65	83	122	117	82	79
Ј И	75	89	104	77	51	57	52	54	75	119	119	95	81
Ј Ј И	24	40	30	33	19	22	19	20	28	23	36	31	27
Ј	24	20	18	30	24	16	25	29	38	30	30	27	26
Ј Ј З	23	28	22	29	30	36	26	27	27	25	28	24	27
Ј З	67	75	55	72	86	82	64	65	84	75	44	62	69
З Ј З	130	97	72	80	101	103	120	118	93	81	72	111	98
З	100	112	112	109	111	146	134	122	81	88	101	88	109
З С З	55	47	50	46	52	40	57	44	42	34	46	51	47
С З	66	92	71	71	94	81	92	90	51	43	68	66	74
С С З	35	50	58	52	65	57	51	45	39	33	34	45	47
Тишина	75	69	64	73	74	75	82	102	79	77	53	82	75

Према вредностима у табели види се да су на северној страни најчешћи западни ветрови, а затим ветрови из југозападног и југоисточног правца.

4. РЕЗУЛТАТИ ПРИСУСТВА ПОЛУТАНАТА У ВАЗДУХУ И ДИСКУСИЈА

Проучавања страних примеса у атмосфери и њихових ефеката на екосистеме, уопште, имају мултидисциплинарни карактер, јер укључују низ научних дисциплина.

Smith, (1990) све загађиваче ваздуха дели на честице и гасовите полутанте, и њих опет, без обзира да ли су органског или неорганског порекла даље разврстава на примарне и секундарне. Примарни су они који су стабилни, њихов састав је познат и они директно из полутера (извора) улазе у елементе животне средине и загађују је (олово из аутомобила, угљенмоноксид из димњака, хемијске супстанце из индустрије у воду и сл.)

Пажљивим анализирањем добијених резултата, уочено је да се сваки испитивани елемент различито мења са одређеним месецом, тако у децембру на врху Иришког Венца гвожђе и алуминијум су имали највише вредности које су знатно одступале од вредности осталих елемената. На контролном локалитету вредности свих елемената су били више-мање уравнотежене.

Подаци тоталне депозиције Мн у ваздуху (табели 9.) показују највећу вредност на Иришком Венцу, али количина од 0,64 мг/м² не може представљати угрожавајући чинилац. Може се констатовати да је утицај Мп из ваздуху на овом подручју миноран, али се запажа повећано присуство арсена и кадмијума, који се врло вероватно ваздушним струјама преносе из термоелектране Обреновац. Cd због своје познате особине врло мобилног елемента може довести евентуално и до контаминације подземних вода.

Ову чињеницу поткрепљују подаци из табеле 9 на којој се види да су током децембра у Инђији и Сремским Карловцима преовлађивали ветрови из кошавског (SE) правца.

Табела 8 - Преовлађујући правци и средње брзине ветра
(децембар 2004, јануар и фебруар 2005).

Table 8 - Prevailing wind directions and mean velocities
(December 2004, January and February 2005)

	Децембар		Јануар		Фебруар	
	SE	3.8	W	3.2	N	2.0
Инђија	NW	3.0	NW	1.9	NW	1.9
Сремски Карловци	SE	2.8	NW	4.1	NW	3.5
	NW	3.7	SW	3.2	SE	2.6

Мерењем укупне депозиције у ваздуху, констатовано је присуство As и Cd области Фрушке Горе. As на подручју Фрушке Горе може бити антропогеног али и природног порекла. Антропогеног зато што га емитује термоелектрана Обреновац јер га има у колубарском угљу.

Ваздушним масама са југоисточним ветром емитовани отпадни гасови из димњака термоелектране Обреновац, могу бити преношени преко Фрушке Горе. На свом путу кроз ваздух део емитованог материјала се депонује на површину тла и тако As може доспевати на тло Фрушке Горе, с друге стране концентрације As у земљишту Војводине су повишене. Са ударима ветра подиже се прашина са површине тла која у себи садржи и As. Таква прашина може ући у ваздушни транспорт на веће даљине чинећи природни извор емисије As у ваздуху Фрушке Горе. Cd је антропогеног порекла и локалног порекла али исто тако може доспевати са велике даљине ваздушним масама.

С обзиром на W, NW, N преовлађујући правац ветра, може се закључити да током јануара и фебруара тешки метали (Fe, Mn, Cd, Pb, Cr, Zn, Cu, Ni, Al, As, V) могу бити транспортовани и из Петрохемијске индустрије у околину Новог Сада на Фрушку Гору. Имисија загађујућих горива и тешких метала регулисана је Правилником о граничним вредностима, методама за мерење, а у складу са важећим републичким Законом о заштити животне средине, (Сл. гласник 66/91 и Сл. гласник 54/92).

Тако, поређењем граничних вредности за имисију олова стандардима ЕУ у односу на здравље људи, ЕУ дозвољава да у ваздуху годишње може бити $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, по WHO стандарду дозвољена количина олова у води износи 0.05 ppm, а регулатива Републике Србије дозвољава $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ваздуха за 24h у настањеном и ненастањеном подручју.

Тешки метали се у организму акумулирају и депонују преко ланца исхране. Посебна пажња се посвећује: As, Cd, Pb и Zn, јер њихова токсичност и акумулација су велики. (Bozo, at all, 1992.)

Измерене вредности интензитета таложења испитиваних тешких метала (mg/m^2 месец), приказани су у табели 9.

Анализирањем добијених резултата уочено је да су вредности за никл по локалитетима углавном уравнотежене.

У ваздуху, нарочито око прометних путева Ni се јавља у повећаној концентрацији због сагоревања горива. Концентрација Ni у дизелу из издувних цеви креће се од 500 до 10000 mg/l (Freu, 1967).

Табела 9 - Таложeње тешких метала за зимски период 2004-2005
Table 9 - Heavy metal deposition during winter period 2004-2005

Узорак	Fe	Mn	Cd	Pb	Cr	Zn	Cu	Ni	Al	As	V
	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)
<i>Децембар</i>											
И. Венац 1	4.8	0.64	0.092	0.58	<0.06	1.08	0.12	<0.06	3.00	0.032	<0.06
И. Венац 2	<0.06	0.16	0.068	0.14	<0.06	0.42	<0.06	<0.06	<0.20	<2.00	<0.06
Контрол1	0.20	0.22	0.096	0.20	<0.06	1.10	0.06	<0.06	0.80	0.006	<0.06
Контрол2	6.40	2.34	0.060	0.26	<0.06	7.50	0.10	<0.06	3.40	0.063	<0.06
<i>Јануар</i>											
И. Венац 1	0.80	0.24	0.030	0.30	<0.06	0.62	0.04	<0.06	<0.20	0.002	<0.06
И. Венац 2	<0.06	0.30	0.422	0.22	<0.06	4.14	0.06	<0.06	<0.20	0.006	<0.06
Контрол1	<0.06	0.22	0.020	0.22	<0.06	0.50	0.04	<0.06	<0.20	0.004	<0.06
Контрол2	0.40	0.28	0.008	0.24	<0.06	0.90	0.02	<0.06	<0.20	0.010	<0.06
<i>Фебруар</i>											
И. Венац 1	0.20	0.30	0.010	0.22	<0.06	0.70	0.08	<0.06	<0.20	0.026	0.08
И. Венац 2	<0.06	0.34	0.178	0.04	<0.06	7.22	0.04	<0.06	<0.20	0.053	0.18
Контрол1	1.00	0.24	0.028	0.44	<0.06	0.66	0.04	<0.06	<0.20	0.017	0.10
Контрол2	4.00	0.80	0.038	0.48	<0.06	3.14	0.12	<0.06	2.20	0.038	0.10

Укупна депозиција Ni из ваздуха на испитиваном подручју креће се испод 60 µg/m². Добијене вредности могуће је упоредити са мерењима у неким земљама Европе; нпр. средњи годишњи интензитет таложeња у Исланду износи 05 µg·m⁻², а 30 µg·m⁻² у случају Енглеске (Aas and Hjel-Ibrekke, 2003). Интензитет таложeња и граничне вредности Ni из ваздуха, нажалост, нису дефинисане нашим прописима.

Тешки метали су значајни у погледу аерозагађења, и њихово присуство се прати последњих година у Европи, и то нарочито следећа група: As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn, Se и Zn. Поуздано се зна да Источна Европа предњачи у емисији тешких метала пре свега; As, Cd и Zn (Valli, M. Ni et al, 1989., Bozic et al, 1992., JРасуна, 1989).

Веома је значајно загађивање тешким металима из ваздуха, а аерозагађење на биљке има двојак утицај и то: директан и индиректан. При преласку критичног прага концентрације полутаната у ваздуху, без обзира која од два поменута утицаја имају већи значај на неком подручју, резултат је исти, а то је, у почетку смањење отпорности биљака, што касније доводи до сушења и пропадања биљака (Јовић, Гбурчик, Кадовић и др.1994.)

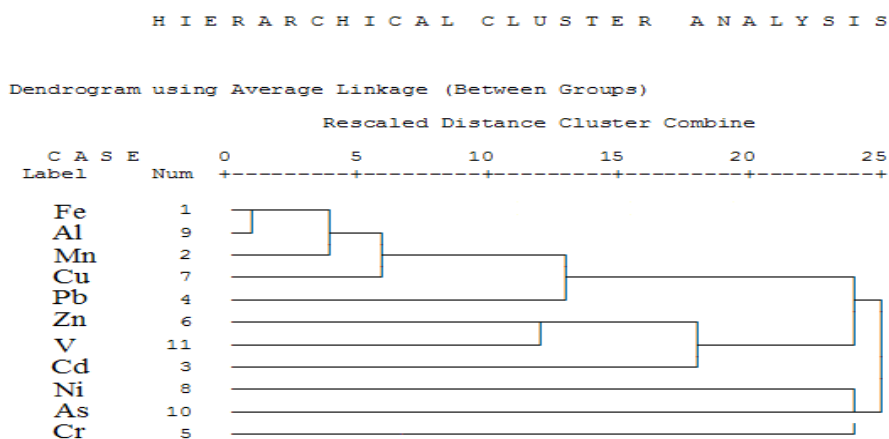
Да би се идентификовали главни извори (утицаји) доприноса неких елемената на испитиваном подручју, коришћена је широко примењивана статистичка метода - *Хијерархијска анализа кластера за елементе ваздуха*.

За анализе ваздуха урађена је кластерска анализа где се из дендограма могу видети асоцијације елемената чији садржај доминира у падавинама. Степен гомилања низова приказан је преко дендограма. Све комбинације су на нивоу поузданости 0,05.

У првим ступњевима нагомилавају се значајне асоцијације са високим корелационим коефицијентом, а кластери који се гомилају у првим степе-

нима су са вишим корелационим коефицијентима у односу на оне који се гомилају у каснијим степенима.

Графикон бр 1. приказује параметарски дендограм добијен кластерском анализом података, заснованом на Pearsonovim-овим корелационим коефицијентима између подгрупа.



Графикон бр 1. Дендограм
Diagram 1. Dendrogram

Табела 10 - Шема гомилања кластера за зимски период 2005 године
Table 10 - Scheme of cluster accumulation during winter 2005

Степен нагомилавања	Комбинација кластера		Корелациони коефицијенти између кластера
	Кластер 1	Кластер 2	
1	1	9	0,975
2	1	2	0,839
3	1	7	0,730
4	6	11	0,507
5	1	4	0,481
6	3	6	0,272
7	1	3	0,001
8	8	10	0,000
9	5	8	0,000
10	1	5	-0,051

Излазни подаци добијени мултиваријантном статистичком кластерском анализом показују да су се у првом степену нагомилавања комбиновали кластери 1 и 9 (Fe и Al) са високим степеном међусобне повезаности, а то показује и висок корелациони коефицијент који износи $r_{Fe-Al} = 0,975$. У другом степену комбинација кластера 1 и 2 односно Fe и Mn, са такође високим корелационим коефицијентом $r_{Fe-Mn} = 0,839$. Оваква карактери-

стика указује на постојање заједничких извора емисије ових елемената, а комбинација ова три елемента у првом реду указује на природно порекло емисије ових елемената (подизање прашине са тла, пожари, вулканске ерупције,).

За разлику од претходних, трећи степен нагомилавања 1 и 7 (Fe и Cu), указује на антропогени утицај, а може се претпоставити да се ради о емисији насталих кочионим трењем из саобраћаја, од жичара и др. Ови елементи имају висок степен међусобне повезаности, а корелациони коефицијент износи $r_{Fe-Cu} = 0,730$.

Четврти степен нагомилавања 6 и 11 (Zn и V), са корелационим коефицијентом у вредности од 0,507, указује вероватно на утицај цементаре као заједничког извора ових елемената.

У петом степену нагомилавања комбиновани кластери 1 и 4 (Fe и Pb), са корелационим коефицијентом у вредности од 0,481, као и кластери 1 и 3 (Fe и Cd), иако са малим корелационим коефицијентом 0,001, указују на заједнички извор емисије ових елемената који потиче из саобраћаја.

Осми девети и десети степен према степену корелације, практично је занемарљив утицај загађења, па их овом приликом нећемо разматрати.

На основу анализе података може се са сигурношћу констатовати, да је у зимском периоду утицај природних извора емисије за разматране елементе у падавинама доминантан, али с обзиром на преовлађујуће правце ветра у овом периоду, разноврсни су и антропогени извори емисије и имају великог удела у загађењу истраживаног подручја.

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Загађивање животне средине у било ком облику неминовно доводи до повећања штетних материја, не само у ваздуху, већ и у земљишту, биљкама и у храни. Загађујуће материје су бројне и веома разноврсне, како по својим особинама тако и по концентрацијама у којима се јављају, а самим тим и по карактеру последица које изазивају.

Према подацима са мерне станице у Сремским Карловцима за период 2001-2005, може се закључити да је дошло до значајног пораста температуре у односу на период 1948-1967. године, што се одразило на смањење релативне влажности и падавина у зимском периоду.

Количина падавина је у испитиваном периоду нешто нижа (14%), у односу на просечне падавине у зимском периоду за подручје Фрушке горе.

Анализом загађености ваздуха сакупљених на мерним местима на Фрушкој гори уочен је допринос загађења из мотора са унутрашњим сагоревањем, али и из неких других извора тј. порекло тешких метала у амбијенталном ваздуху је од већег броја извора емисија.

Може се уочити да се на врху Иришког Венца јавља повећана концентрација одређених тешких метала (Cd, As, Fe, Zn, Pb, Mn) због велике фреквенције саобраћаја који се обавља том релацијом. Током јануара и фебруара процесима суве и мокре депозиције смањила се концентрација тешких метала (Fe, Mn, Cd, As, Cu, Zn, Pb, Al) у ваздуху на врху Иришког Венца.

Што се тиче садржаја елемената у падавинама, испитивано подручје није под јаким утицајем извора емисија тешких метала. Кластерска анализа је показала да је најјача асоцијација коју сачињава Fe, Al и Mn, што јасно указује на **природно порекло**.

Утицај од саобраћаја и других извора постоји и то у релативно високом степену корелације $r_{Fe-Pb} = 0,481$, али није доминантан на овом подручју у зимском периоду 2005 године.

ЛИТЕРАТУРА

- Aas, W., Hjellevrekkе, A-G. (2003): *Heavy metals and POP measurements 2001*. ЕМЕР/ССЕ - Report 1, 1-16.
- Bozo, L., J. Alcamo, J.Bartnicku and K.Olendrzynski, "Total Deposition and Budgets of Heavy Metals over Eastern Europe", *Idojaras*, Vol.96, 1992
- Guthner, G. (1989): *Remarks on Control of Heavy Metal Emissions in the Federal Republik of Germany*, Heavy metal emissions, Prague 24-26.10.1989.
- Јовић, Д., Гбурчик, П., Кадовић, Р., Јовић, Н., Кнежевић, М. (1994): *Мониторинг влажне и суве депозиције у шумским екосистемима*. Аерозагађења и шумски екосистеми, Шумарски факултет, Београд
- Кадовић, Р., Кнежевић, М. (2002): *Тешки метали у шумским екосистемима Србије*. Шумарски факултет Универзитета у Београду. Министарство за заштиту природних богатстава и животне средине Републике Србије.
- Кадовић, Р.; Медаревић, М. (1996): "Аерозагађивања и шумски екосистеми у Националном парку Фрушка Гора", Специјалистички семинар из подручја еколошког менаџмента, Фрушка Гора, 19 октобар.
- Катић П., Букановић Д, Баковић П. (1979) *Клима САП Војводине*. Публикација Пољопривредни факултет. Нови Сад-ООУР Институт за ратарство и повртарство.
- Милосављевић, М., Станојевић, С., Катић, П., Тодоровић, Н.(1976): *Монографичке Фрушке горе I*. „Климатске прилике Фрушке горе“, Нови Сад 1973.
- Nriagu J. O., Расуна, Ј.М. (1988): *Quantitative Assessment of Worldwide Contamination of Air, Water and Soils by Trace Metals*, Nature Vol. 333.
- Расуна, Ј. Мунч, Ј "European Inventory of Trace Metal Emissions to the Atmosphere", *Heavy metal emissions*, Vol.1, Prague 24-26.10.1989.
- Valli, R., М.Нietamaki, "Heavy Metal Emissions in 1987 in Finland" *Heavy metal emissions*, Vol.2, Prague 24-26.10.1989
- Smith W. H. (1990): *Air pollution and Forests, second edition*, Springer Verlag, New York, Berlin, London, Tokio.
- Службени гласник Републике Србије, број 66/91
- Службени гласник Републике Србије, број 54/92
- Düssler, H. G.(1979): *A légszennyezések hatása a növényzetre*. Mezogazdasági Kiadó, Budapest (prevod).
- Правилник о граничним вредностима, методама за мерење, имисије, критеријум успостављање мерних места и евиденције података. Сл. гласник РС бр. 54/92.
- Frey, J.W., Corn, M. (1967): *Physical and chemical characteristics of particulates in a diesel exhaust*. American Industrial Hygienic Association Jour. 28, 468-478.
- Indovskij, E., Šjurg, O. *Статистическоје методи управљења квалитетом*, Берлин 1974

RESULTS OF THE STUDY OF CLIMATIC FACTORS AND AIR POLLUTANTS
ON IRIŠKI VENAC - NP FRUŠKA GORA

Dragica Stanković
Miroslava Unkašević
Violeta Babić

S u m m a r y

Based on the analysis of the climatic data on temperature, precipitation and wind during the period 2001-2005 and the measurements of heavy metals in the area of Iriški Venac at two sample points, the following can be concluded:

Based on the data from the weather station at Sremski Karlovci, for the period 2001-2005, it can be concluded that there was a significant increase of temperature compared to the period 1948-1967, which was reflected on the decrease of relative humidity and precipitation during the winter period.

The amount of precipitation during the study period was somewhat lower (14%) compared to the average winter precipitation for the region of Fruška Gora.

The analysis of air pollution data collected at the sample points on Fruška Gora show the contribution of pollution from the internal combustion engines, but also from other sources i.e. the heavy metals in ambient air originate from a number of emission sources.

It was observed that on the top of Iriški Venac, the elevated concentrations of some heavy metals (Cd, As, Fe, Zn, Pb, Mn) occur due to the high frequency of transport. During January and February the processes of dry and wet deposition decreased the heavy metal concentrations (Fe, Mn, Cd, As, Cu, Zn, Pb, Al) in the air on the top of Iriški Venac.