

## СТАЊЕ ЗАГАЂЕНОСТИ ВАЗДУХА У ОДНОСУ НА ПОЈЕДИНЕ ПАРАМЕТРЕ ЗА ГРАД КРАГУЈЕВАЦ У ПЕРИОДУ ОД 1999. ДО 2008. ГОДИНЕ КАО ЈЕДНОГ ОД ФАКТОРА РИЗИКА ЗА НАСТАНАК ХОБП

Јелена Лучић<sup>1</sup>, Нела Ђоновић<sup>2</sup>, Љиљана Делић<sup>3</sup>, Предраг Делић<sup>4</sup>, Станиша Јевремовић<sup>5</sup>

## CONDITION OF AIR POLLUTION IN RELATION TO CERTAIN PARAMETERS IN KRAGUJEVAC IN THE PERIOD SINCE 1999. - 2008. AS A RISK FACTOR FOR DEVELOPMENT OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

Jelena Lučić, Nela Đonović, Ljiljana Delić, Predrag Delić, Staniša Jevremović

### Сажетак

Ваздух је један од најважнијих сегмената животне средине који је експанзијом индустрије и саобраћаја постао загађен састојцима штетним у првом реду за човека, а затим и за његову околину. Извори аерозагађења су бројни и у зависности од врсте загађивача у ваздуху се могу наћи материје које у великој мери утичу на здравље људи, посебно најосетљивијих делова популације (труднице, деца, старе и болесне особе). Из тих разлога Институт за јавно здравље у Крагујевцу већ дужи низ година прати квалитет ваздуха на подручју Шумадијског округа.

Контрола квалитета ваздуха обухвата:

- испитивање емисије на дефинисаним емитерима (садржи узорковање, лабораторијску анализу узорака и израду стручног мишљења) и
- испитивање имисије (систематско праћење имисије основних и специфичних загађујућих материја пореклом из стационарних извора и контролу квалитета ваздуха пореклом од издувних гасова моторних возила и садржи узорковање, лабораторијску анализу узорака и израду стручног мишљења).

Институт за јавно здравље Крагујевац врши редовну, континуирану контролу квалитета ваздуха (имисиона мерења) на територији града Крагујевца кроз праћење основних загађујућих ма-

### Summary

Air is one of the most important segments of environment which, with the expansion of industry and traffic, became polluted with ingredients which are harmful for man and his environment. There are many sources of airpollution in Sumadija and Western Serbia. They endanger health of everyone, and specially of most sensitive parts of population (pregnant women, children, old and sick people).

Institute of public health in Kragujevac has been following the quality of air for many years already. The control of quality of air includes:

- research of emission on defined emitters (sampling, laboratory analysis of samples and obtaining of expert opinion) and
- research of immission (systematic following of immission of basic and specific damaging substances which come from stationary resources and the control of quality of air which comes from exhaust gases from motor vehicles, including sampling, laboratory analysis of samples and obtaining of expert opinion).

Regular, continuous control of quality of air (immission measurements) are made on territory of City of Kragujevac through following essential damaging substances, sulfur dioxide, nitric oxides, soot and all sedimentary substances since the year 1975.

1 Др Јелена Лучић, Центар за онкологију и радиологију, Клинички центар, Крагујевац.

2 Проф. др Нела Ђоновић, Медицински факултет, Крагујевац, Институт за јавно здравље, Крагујевац.

3 Др Љиљана Делић, Институт за јавно здравље, Крагујевац.

4 Др Предраг Делић, Институт за јавно здравље, Крагујевац.

5 Др Станиша Јевремовић, приватна ординација Здравље, Петровац на Млави.

терија, сумпор-диоксида, азотних оксида, чађи и укупних таложних материја од 1975. године према законској регулативи.

Медицинска истраживања у свету и код нас показују да посебан утицај на здравље људи имају специфичне загађујуће материје из ваздуха органског порекла, као и суспендоване честиче у ваздуху, било да директно проузрокују обољевање, егзацербацију већ постојећих болести дисајних органа, или изазивају алергијске манифестације које доводе до хроничних незаразних респираторних болести – ХНРБ (МКБ – 10: J42 – J45). Овој групи болести припадају хроничне опструктивне болести плућа – ХОБП (МКБ – 10: J42 – J44) и астма (МКБ – 10: J45). У свету приближно 400 милиона људи живи са дијагнозом ХНРБ, од тога 320 милиона оболелих од астме и 80 милиона оболелих од ХОБП (1, 2). Према резултатима истраживања здравља становника Србије у 2006. години (3), процењено је да са неком хроничном незаразном респираторном болешћу у нашој земљи живи преко пола милиона људи. Према истом извору, процењено је да у нашој земљи ХОБП има приближно 320.000 особа, а астму 200.000 људи.

На основу аналитичке студије Института за јавно здравље Крагујевац, утврђено је да је стопа морталитета од ХНРБ у Шумадији порасла за 27%, од 19,48%000 у 1998. години до 24,77%000 у 2008. години. У односу на пол, у анализираном периоду, просечна стопа морталитета код оба пола бележи више вредности на територији Шумадијског округа у односу на Србију: за мушкарце 38,4%000 у Шумадији и 37,15%000 у Србији; за жене 15,05%000 у Шумадији и 14,14%000 у Србији, тако да се Србија налази у групи земаља Европе са средњевисоким вредностима стопа умирања од ХНРБ, на четвртом месту после Киргистана (99,0%000), Казахстана (56,5%000) и Молдавије (51,9%000).

Наше истраживање потврђује високи степен повезаности појединих параметара аерозагађења са морталитетом од хроничне опструктивне болести плућа.

**Кључне речи:** хронична опструктивна болест плућа, аерозагађење, морталитет.

Researches in world and in our country show that specific damaging substances from air which are of organic source as well as suspended substances do have special influence on health of people whether they directly cause disease deterioration of already existing diseases of respiratory organs or cause allergic manifestations which lead to chronic disinfectuous respiratory diseases (ICD – 10; J42 – J45). This group of diseases includes chronic obstructive lungs disease (ICD – 10; J42 – J44) and asthma (ICD – 10; J45). In world 400 million of people live with the diagnosis of chronic disinfectuous respiratory diseases, and among them are 320 million with chronic obstructive respiratory disease.

Serbia is on the fourth place according to the level of dieing from chronic disinfectuous respiratory diseases after Kirgistan (99,0%), Kazachtan (56,5%), and Moldavy (51,9%). By analytical study that has been done by Institute of public health in Kragujevac it is estimated that there is increase of level of mortality from chronic disinfectuous respiratory diseases in Sumadija for 27% (from 19,48% in 1998. to 24,77% in 2008.). Average mortality rate for both sexes has higher values on the territory of Sumadija district than in Serbia (for men in Sumadija the mortality rate from chronic disinfectuous respiratory diseases is 38,4% while for men in Serbia this rate is somewhat lower – 37,15%; for women in Sumadija this mentioned mortality rate is 15,05% and is higher than for women in Sebia – 14,14%).

Our study confirms the high degree of correlation between certain parameters of air pollution with mortality from chronic obstructive pulmonary disease.

**Key words:** chronic obstructive pulmonary disease, air pollution, mortality.

## УВОД

### 1.

Хронична опструктивна болест плућа (ХОБП) је велики проблем здравствене службе. Она је четврти узрок морбидитета и морталитета у Сједињеним Америчким Државама и према испитивању које је објавила Светска здравствена организација, предвиђа се да ће 2020. године болест бити пето оптерећење широм света. До сада ХОБП није привлачила одговарајућу пажњу здравствених радника и представника власти. Имајући на уму таква разматрања, ангажована група научника успела је да у америчком Националном институту за срце, плућа и крв у Светској здравственој организацији формира Глобалну иницијативу за хроничну опструктивну болест плућа (GOLD – Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease). Међу значајним циљевима је да се повећа свесност о ХОБП и да се помогне хиљадама људи који пате од ове болести и умиру прерано од ње или њених компликација (1).

ХОБП је болест коју карактерише ограничење протока ваздуха које није потпуно реверзибилно. Ограничење ваздуха је обично прогресивно и удружено са поремећеним инфламацијским одговором плућа на штетне честице или гасове, нарочито је прогресивна ако се експозиција болесника штетним агенсима настави. Ако се експозиција прекине, болест може и даље да прогредира због смањења плућне функције. Ипак, престанак експозиције штетним агенсима, чак иако постоји значајно ограничење протока ваздуха, може да резултује извесним побољшањем плућне функције и сигурно успоравањем или чак заустављањем прогресије болести (1, 13).

Хронично ограничење протока ваздуха карактеристично за ХОБП проузроковано је мешавином болести малих дисајних путева (опструктивни бронхиолитис) и деструкцијом паренхима (емфизем), при чему учешће сваке компоненте варира од особе до особе. Хронична инфламација проузрокује структурне промене (ремоделовање) и сужавање малих дисајних путева. Деструкција плућног паренхима проузрокована инфламацијским процесом доводи до губитка алвеолних веза малих дисајних путева и смањења еластичне силе плућа. Клинички ток болести иде од стадијума у коме доминирају хронични симптоми – сув кашаљ и стварање спутума, до стадијума тешке ХОБП са респираторном инсуфицијенцијом или клиничким знацима попуштања десног срца.

Идентификација фактора ризика је важан корак у правцу развијања стратегија за превенцију и лечење сваке болести. Највише података који се тичу фактора ризика за настанак ХОБП добијено је у епидемиолошким студијама пресека, које више утврђују удруженост него односе узрока и последица. Иако је неколико лонгитудиналних студија ХОБП (које имају могућност откривања узрочних односа) пратило групе и популације више од 20 година, ниједна од њих није пратила прогресију болести (1, 13).

Фактори ризика за настанак ХОБП подељени су на „факторе домаћина“ и „спољашње факторе“. Подела на ове факторе одражава садашње схватање ХОБП као резултат интеракције ова два типа фактора. У факторе који потичу од самог домаћина, а који су најбоље испитани, сврстани су ГЕНИ, урођен дефицит алфа 1-антитрипсина, хиперреактивност дисајних путева и развој плућа (1).

У „спољашње факторе“ сврстани су: пушење, аерозагађење у затвореном и отвореном простору, прашине и хемикалије на радном месту, инфекције, социо-економско стање.

Верује се да многи генетски фактори повећавају или смањују ризик за настанак ХОБП. Студије су показале повећан ризик за обољевање од ХОБП у породицама у којима већ има оболелих од ХОБП. Хиперреактивност дисајних путева и астма могу се развити после изложености дуванском диму или другим факторима спољашње средине. Развој плућа директно је повезан са експозицијом труднице у току трудноће, као и деце у раном детињству, факторима из спољашње средине.

Када се говори о изложености спољашњим утицајима, онда се мисли на укупну количину инхалираних честица. Сваки тип честице, у зависности од њене величине и састава, различитим интензитетом делује на ризик, а укупан ризик зависи од свих удахнутих фактора спољне средине (1).

Загађеност ваздуха у комуналној средини данас представља један од највећих еколошких проблема како у развијеним, тако и у неразвијеним земљама. Сматра се да је једна четвртина светске популације изложена концентрацијама полутаната из ваздуха које могу неповољно да делују на здравље. Праћење аерозагађења у Србији врши се од 1953. године. Број мерних места и полутаната који се прате је све већи, али и поред богате базе података о имисионим концентрацијама полутаната, ретко се ради процена утицаја на здравље, најчешће због недостатка материјалних средстава (7, 8).

Од 1994. године у Републици Србији се у насељеним местима прати аерозагађење према „Програму контроле ваздуха“. Овај Програм има неколико циљева, али свакако један од најважнијих је процена утицаја загађеног ваздуха на здравље људи. Нажалост, док се остали циљеви овог Програма који се односе на праћење квалитета ваздуха углавном остварују, процена утицаја на здравље још није добила своју пуну афирмацију (7, 8).

## 2.

Крагујевац, као једна од највећих урбаних целина у Србији, суочава се са стварним проблемом загађења ваздуха. Како Крагујевац нема развијену хемијску индустрију, основне загађујуће материје у градској атмосфери представљају продукти сагоревања које емитују стационарни и мобилни извори загађивања ваздуха.

„Застава Енергетика“, као индустријска енергана и систем задужен за централно грејање града Крагујевца, представља један од највећих стационарних извора загађења ваздуха у Крагујевцу. Најважнија котловска постројења ове енергане распоређена су на три локације: матичној, Клинички центар – КЦ и Ердоглија. Матична локација се налази у ужем центру града, КЦ је у ширем центру града, док је Ердоглија градско насеље у непосредној околини центра града. На територији града налазе се још 34 котларнице и многобројна индивидуална ложишта.

У индустријској зони, која се налази у ширем центру града, налази се и Асфалтна база Предузећа за путеве, што додатно утиче на стање загађености ваздуха.

Стационарни извор загађења ваздуха је и депонија отпада града Крагујевца која се налази на путу Крагујевац – село Јовановац, а удаљена је од центра града око четири километра. Како се град шири формирањем насеља на периферији, ова депонија представља све већи проблем.

Социјално и економско стање грађана града Крагујевца је такво да је удео савремених возила са катализаторима и ниском емисијом штетних материја веома мали у укупном броју транспортних средстава. Транспортна средства која се крећу по улицама града, као мобилни извори загађења ваздуха, у просеку су стара више од 10 година. Она су у релативно лошем техничком стању и емитују вишеструко већу количину загађујућих материја у ваздух од савремених возила, која се експлоатишу у модерним градовима.

На дан 01.12.2010. године у Крагујевцу и околини је било регистровано 55.820 возила, од тога 44.521 путничких моторних возила. Од укупног возног парка, 35% возила је старије од петнаест година, 90% је старије од 10 година, а мање од 1% је нових возила.

Евидентна старост наших теретних возила и све већи број старих половних аутомобила са дизел моторима сведочи о великој емисији загађујућих материја из таквих возила. Горива која сагоревају у овим моторним возилима су испод европског стандарда.

У ужем центру града налази се железничка и аутобуска станица са градским, приградским и међуградским саобраћајем. Фреквенца од око 260 аутобуских пролазака са просечно 8.000 путника дневно довољно говори о густини саобраћаја.

## 3.

### Природне одлике региона и града

Крагујевац, као и већи део Шумадије, има умерено континенталну климу коју одликују јасно изражена четири годишња доба. Зиме нису оштре, док су лета нешто топлија и сувља. Прелази између годишњих доба су постепени, без посебно наглашених прелаза. Режим падавина је такав да су максималне количине падавина на почетку вегетационог периода. Просечна годишња количина падавина је релативно мала, свега 629,8мм и народна изрека – „обилази као киша око Крагујевца“ – није случајна. Просечна вредност средње годишње температуре овог подручја је 11,1°C, а период у коме је потребно грејање стамбених просторија износи 185 дана и протеже се од половине октобра до половине априла.

Улога ветра у клими Крагујевца је врло значајна за „проветравање“ атмосфере с обзиром на рељефне карактеристике насеља. На овом простору доминирају ваздушна струјања из југозападног и северозападног квадранта, ређе су заступљена јужна и источна струјања, док североисточних и западних струјања практично и нема. Ова нестандардна ружа ветрова условљена је положајем Крагујевца, јер околна брда знатно мењају смер уобичајених струјања. Крагујевац карактерише велики број дана без ветра (48%).

Последице овакве климе и положаја града су да се стране примесе у атмосфери задржавају дуже и у већим концентрацијама него на проветреним локалитетима.

## **ЦИЉ РАДА**

Циљ овог рада је да покаже да ли постоји повезаност фактора аерозагађења са морталитетом од хроничне опструктивне болести плућа, тј. да ли је аерозагађење фактор ризика за ову тешку хроничну болест.

1. Приказ степена загађености ваздуха у граду Крагујевцу у односу на граничну вредност имисије ГВИ за основне загађујуће материје, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, чађ и укупне таложне материје на годишњем нивоу у периоду од 1999. до 2008. године.

2. Предлог превентивних мера у сегментима значајним за заштиту ваздуха од загађивања.

## **МЕТОД РАДА**

Ово истраживање је ретроградна епидемиолошка студија пресека. Коришћени су подаци о морталитету од ХОБП Института за јавно здравље Крагујевац, Центра за биостатистику и информатику и подаци о стању ваздуха Центра за хигијену и хуману екологију.

Институт за јавно здравље Крагујевац већ дужи низ година прати квалитет ваздуха на подручју Шумадијског округа и врши узорковање на 20 мерних места (водећи рачуна о томе да се добију репрезентативни узорци чијом ће анализом и тумачењем моћи да се стекне увид у квалитет ваздуха на територији града Крагујевца).

Контрола квалитета ваздуха обухвата:

1) Систематско праћење имисије основних и специфичних загађујућих материја пореклом из стационарних извора.

Спроводи се свакодневно и обухвата:

- на 5 мерних места одређивање дневних концентрација сумпор-диоксида, чађи и азотних оксида,

- на 12 мерних места одређивање количина укупних таложних материја (УТМ), у оквиру којих се на четири мерна места мери присуство тешких метала (олово, кадмијум и цинк).

2) Контрола квалитета ваздуха пореклом од издувних гасова моторних возила.

Обавља се на четири мерна места сваког месеца у трајању од по седам дана, а врши се одређивањем концентрације чађи, азотних оксида, олова, формалдехида и бензена.

Подаци о мерењу имисије основних загађујућих материја бележе се свакодневно као концентрација утврђена у двадесетчетворочасовном узорку ваздуха изражена у  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  и  $\text{mg}/\text{m}^3$  ваздуха (9).

Евидентирани подаци се обрађују месечно и достављају се дневни извештаји, док се у случају епизоде повећане загађености организује информисање уз препоруке за понашање становништва.

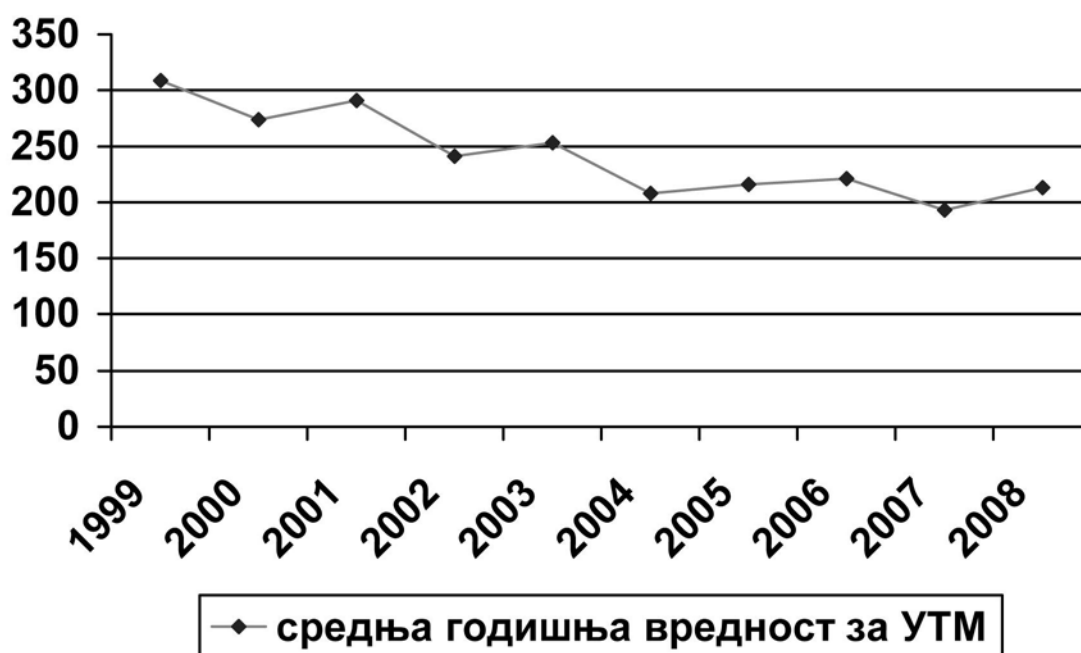
Сви подаци обрађују се компјутерски и усклађени и уједначени статистички показатељи омогућавају упоређивање добијених резултата.

## **РЕЗУЛТАТИ РАДА**

У наредним табелама приказани су подаци за период од десет година (који кроз праћење основних загађујућих материја, сумпор-диоксида, азотних оксида, чађи и укупних таложних материја показују какав је квалитет ваздуха на посматраним локацијама) (2, 3, 6), (табеле 1 – 4 и графикони 1 – 4).

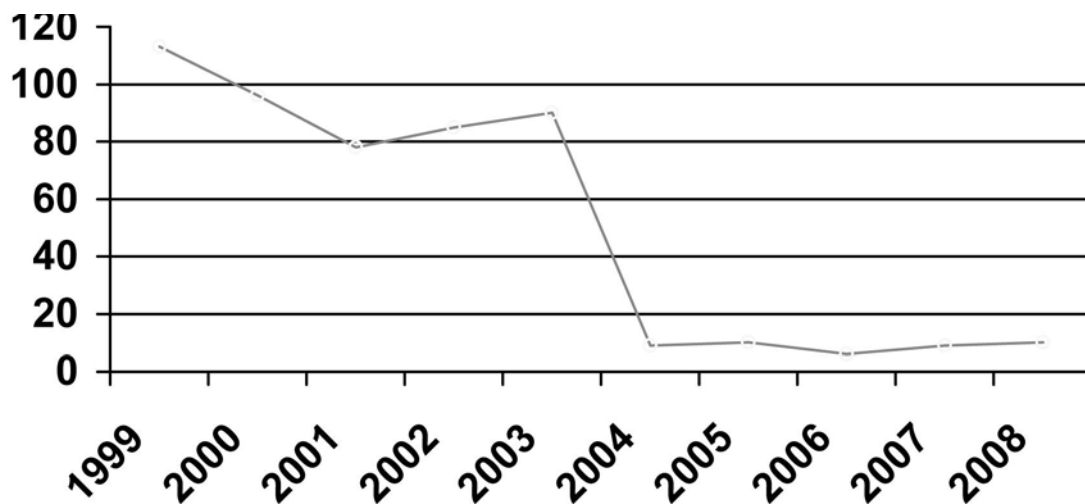
Табела 1. Просечна годишња вредност за УТМ за период од 1999. до 2008. године (ГВИ=200 мг /м<sup>2</sup>/дан).

Просечна годишња вредност за УТМ за период од 1999. до 2008. године ГВИ=200 мг /м <sup>2</sup> /дан										
Мерно место	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ул. Саве Ковачевића	281.57	353.51	389.36	273.36	320.68	284.92	411.41	277.81	229.34	253.77
Солитер „У“	178.19	173.69	214.12	192.92	213.72	133.71	183.91	171.24	171.59	175.72
Жел. стан. „Диорк“	320.25	488.38	519.41	493.26	531.35	522.63	670.73	498.44	310.28	537.73
Хитна помоћ	186.12	216.18	264.23	236.99	217.54	145.08	255.20	167.36	170.84	169.16
О.Ш. „М. Јовановић“	193.11	253.03	214.86	160.14	213.22	190.45	58.84	158.21	131.60	112.96
О.Ш. „Вук Караџић“	246.03	161.70	196.31	123.38	181.63	91.37	78.40	122.63	117.17	131.25
Фабр. коже „Партизан“	196.50	221.47	258.25	231.16	281.57	234.15	83.90	194.59	165.60	172.05
Станово – Циглана	155.01	142.62	176.49	209.93	206.90	151.76	220.89	129.42	129.49	126.63
О.Ш. „Ш Краг. бат.“	139.54	128.63	157.62	143.01	181.23	162.15	89.35	120.25	108.40	105.96
Пивара код парка	518.54	597.89	496.47	309.79	203.15	188.38	145.27	267.33	153.30	165.93
Обданиште „Илићево“	/	/	311.24	281.81	230.46	133.02	80.56	282.47	310.47	313.19
ОШ. „М. Тодоровић“	/	/	/	/	/	261.30	318.04	264.06	318.19	292.19
Средња годишња вредност	309.40	273.70	290.72	241.46	252.82	208.17	216.08	221.12	192.92	213.24

Графикон 1. Просечна годишња вредност за УТМ за период од 1999. до 2008. године (ГВИ=200 мг /м<sup>2</sup>/дан).

**Табела 2.** Средња годишња вредност за сумпор-диоксид у периоду од 1999. до 2008. године ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ГВИ=50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Средња годишња вредност за сумпордиоксид у периоду од 1999. до 2008. године ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ГВИ=50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$										
Мерно место	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
Институт за јавно здравље	93	76	54	42	63	9	12	4	8	7
О.Ш. „М. Јовановић	106	94	77	114	191	5	12	6	6	6
Насеље Илићево	/	/	/	/	8	3	7	4	5	4
ЈКП Чистоћа	157	134	117	146	160	22	9	5	18	28
Насеље Пивара	96	81	63	37	30	5	8	13	9	5
Средња годишња вредност	113	96	78	85	90	9	10	6	9	10

**Графикон 2.** Средња годишња вредност за сумпор-диоксид у периоду од 1999. до 2008. године ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ГВИ=50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

--- средња годишња вредност за сумпор-диоксид за период 1999-2008

Табела 3. Средња годишња вредност за азот-диоксид у периоду од 1999. до 2008. године ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ГВИ=60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

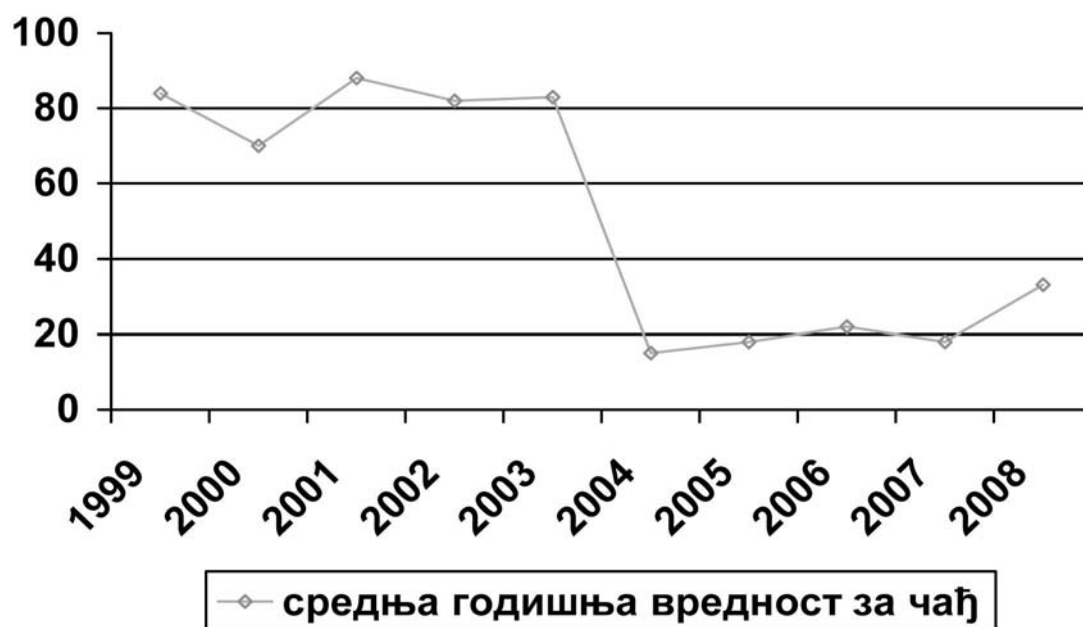
Средња годишња вредност за азотдиоксид у периоду од 1999. до 2008. године ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ГВИ=60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$										
Мерно место	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
Институт за јавно здравље	74	33	78	81	166	37	55	27	31	33
О.Ш. „М. Јовановић“	86	43	59	69	80	18	23	18	17	18
Насеље Илићево	/	/	/	/	49	16	23	19	16	33
ЈКП Чистоћа	73	51	75	81	64	28	33	30	23	51
Насеље Пивара	61	20	54	72	106	21	26	37	26	20
Средња годишња вредност	74	37	67	76	93	24	30	21	23	31

Графикон 3. Средња годишња вредност за азот-диоксид у периоду од 1999. до 2008. године ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ГВИ=60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 



**Табела 4.** Средња годишња вредност за чађ у периоду од 1999. до 2008. године ( $\mu\text{г}/\text{м}^3$ ) ГВИ=50 $\mu\text{г}/\text{м}^3$ 

Средња годишња вредност за чађ у периоду од 1999. до 2008.године ( $\mu\text{г}/\text{м}^3$ ) ГВИ=50 $\mu\text{г}/\text{м}^3$										
Мерно место	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
Институт за јавно здравље	114	97	123	134	111	19	17	20	21	43
О.Ш. „М. Јовановић“	73	56	69	72	57	14	19	20	13	10
Насеље Илићево	/	/	/	/	31	10	15	23	18	20
ЈКП Чистоћа	81	71	84	57	79	18	19	23	19	74
Насеље Пивара	69	54	74	64	138	16	19	24	18	18
Средња годишња вредност	84	70	88	82	83	15	18	22	18	33

**Графикон 4.** Средња годишња вредност за чађ у периоду од 1999. до 2008. године ( $\mu\text{г}/\text{м}^3$ ) ГВИ=50 $\mu\text{г}/\text{м}^3$ **Табела 5.** Морталитет од хроничне опструктивне болести плућа

Морталитет – Ј44 – друге хроничне опструктивне болести плућа	$r^*$	$P^{**}$
Просечна годишња вредност за укупне таложне материје	-0,800	0,003
Просечна годишња вредност за чађ	-0,638	0,035

\*Коефицијент корелације (Pearson-тест корелације, Spearman-ов тест корелације).

\*\*Вероватноћа.

На основу нашег истраживања, утврђена је статистички значајна корелација фактора аерозагађења са морталитетом од хроничне опструктивне болести плућа (табела 5).

## ДИСКУСИЈА

Резултати мерења укупних таложних материја – УТМ – табела 1. су поражавајући.

Количина укупних таложних материја, табела 1, за посматрани период прелази ГВИ, што показује повећану концентрацију чврстих честица у ваздуху крупнијих од 10 $\mu$ m.

Посматрајући резултате мерења по мерним местима у односу на максималне и средње годишње вредности, најзагађенији део града за УТМ је центар града, мерно место железничка станица „Диорк“ 537,73 (13, 11, 12).

Од загађивача присутних на подручју уже градске зоне најважнији су „Застава Енергетика“, аутобуска станица, седам већих котларница и многобројна индивидуална ложишта. Главни транзитни правац једним својим делом пролази кроз градско језгро.

У ужој градској зони налази се више десетина зграда, седам основних школа, пет обданишта и шест средњих школа.

У ужој градској зони смештен је и Институт за јавно здравље у чијој се непосредној околини налазе и три веће такси станице, као и ватрогасно друштво.

Индустријска зона Крагујевца локализована је врло близу града, тако да због неповолне руже ветрова доприноси додатном загађењу ваздуха у ужој градској зони. Највећи загађивач у овој зони је Асфалтна база, Предузећа за путеве, што се и види на мерном месту Обданиште Илићево.

У широј градској зони Крагујевца налази се велики број мањих котларница и велики број индивидуалних ложишта. Као посебан извор загађења је постојање високофреквентног саобраћаја.

Уколико су честице ситније, то се оне више и дуже задржавају у ваздуху околине. Њихова седиментација зависи од тежине и величине честица, од облика, густине ваздуха и јачине ваздушних струјања. Честице мање од 0,1 микрона се не таложе већ тек ваздушним струјама понесене, међусобним сударањем и под утицајем различитог наелектрисања се агломеришу, постају веће и теже, па се тек онда седиментују.

Чврсте честице величине испод 3 микрона продиру у горње и средње дисајне путеве, а

честице испод 3 микрона продиру у плућа. Према томе од величине и облика честице зависи како продиру у људски организам; крупније се задржавају на горњим дисајним путевима, а ситне продиру и до плућа. Осим од величине честица, дубина продирања зависи и од јачине дисања особе. Због тога је и дејство на здравље различито код разних особа.

У табели 2. приказане су средње годишње вредности за сумпор-диоксид за период 1999–2008. година по мерним местима, као и средње годишње вредности за сумпор-диоксид за територију града Крагујевца. Сумпор-диоксид је гас снажног иритативног дејства. Он је безбојан, оштрог мириса и у атмосферу доспева или као продукт сагоревања свих фосилних горива са високим садржајем сумпора, или као продукт сагоревања горива у моторним возилима. Значај контроле концентрација сумпор-диоксида је изузетно велики због његовог иритабилног дејства на слузнице горњих партија респираторног тракта и конјунктива, где се са водом граде сумпора-ста и сумпорна киселина. У зависности од концентрација могу да изазову низ клиничких симптома и знакова код изложене популације. Мање концентрације изазивају гребање у грлу и носу и надражај на кашаљ. Велике количине дају осећај горења и надражују очи које сузе. Неки аутори му приписују и катаралне промене слузокоже желуца, менструалне промене и различите поремећаје у крвној слици. Сумпор-диоксид се одређује свакодневно у двадесетчетворочасовном узорку ваздуха (2–3 кубна метра, при протоку 1,5–2,0 литра ваздуха у минути). Повећане концентрације сумпор-диоксида забележене су од 1999. до 2003. године, а у периоду од 2004. године су у границама вредности прописаних Правилником. Ово се објашњава континуираном масовном гасификацијом целе територије града Крагујевца (као индивидуалног сектора, тако и индустрије).

У табели 3. приказане су средње годишње вредности за азот-диоксид за период 1999–2008. године по мерним местима, као и средње годишње вредности за територију града Крагујевца. Азот-диоксид је јак иританс који делује на доступне слузокоже, реметећи њихов нормалан састав и чинећи их погодним за настанак инфекција и нарушавање плућне функције. С обзиром на то да азот-диоксид доводи и до поремећаја ензимских система и реакција у организму, излагање овом гасу може имати и системске ефекте. Као и код сумпор-диоксида, и концентрације азот-диоксида су смањене за посматрани период.

Повећане концентрације азот-диоксида забележене су од 1999. до 2003. године (осим 2000. године), а у периоду од 2004. године су у границама вредности прописаних Правилником. Ово се објашњава континуираном масовном гасификацијом целе територије града Крагујевца (како индивидуалног сектора, тако и индустрије).

У табели 4. приказане су средње годишње вредности за чађ за период 1999–2008. година по мерним местима, као и средње годишње вредности за територију града Крагујевца. Чађ представља веома мале фине честице аеросола распршене у ваздуху, димензија до 5 микрона. Величина честица, брзина и дубина дисања, као и рефлексии кијања и кашљања су фактори који подстичу дејство чађи на органе за дисање. Веће честице бивају задржане у горњим дисајним путевима и елиминишу се поменути рефлексима, док се најфиније честице понашају као гас и лако продиру до алвеола где долази до њихове фагоцитозе, па лимфним путевима одлазе до лимфних жлезда. Честице чађи и механички надражују слузокожу респираторног тракта. Како су ове честице специфичне структуре и велике апсорпционе површине, оне задржавају бактерије и тиме повећавају њихово штетно дејство. Средње годишње вредности за чађ које прелазе граничну вредност прописану Правилником су у периоду од 1999. до 2003. године. И на чађ утиче гасификација града, као и редовно одржавање филтера на димњацима великих загађивача (13, 10).

Стопа морталитета од хроничних опструктивних болести плућа – ХОБП у Шумадијском округу порасла је за 65%, од 12,76‰000 у 1998. години на 20,99‰000 на 100.000 становника у 2008. години. Просечна вредност стопе морталитета на територији Шумадијског округа износила је 19,60‰000. Посматрано у односу на пол у анализираном периоду, просечна стопа морталитета код оба пола бележи пораст вредности на територији Шумадијског округа, док је на територији Србије задржала приближно исте вредности. Стопе смртности од ХОБП биле су веће код мушкараца у односу на жене, и то у последњој посматраној години за два и по пута. Раст вредности стопе смртности од ХОБП у наведеном периоду био је скоро три пута израженији код жена (са 4,14% на 12,16%), док је код мушкараца повећан за трећину (са 23,54% на 31,85%). Морталитет од хроничног бронхитиса (J42) на територији Шумадијског округа показује знатне осцилације, док на територији Републике има

тенденцију опадања. Морталитет од других опструктивних хроничних болести плућа показује осцилације и у Шумадијском округу. Вредности у 2008. години су за око 40% више у односу на 1998. годину, док су на територији Републике вредности стопе морталитета прилично уједначене у почетној и завршној години посматрања.

Резултати истраживања здравственог стања одраслог становништва Србије у 2006. години указују да је ХОБП имало 3,6% мушкараца и 4,9% жена. Због веће изложености факторима ризика, пре свега све присутнијем аерозагађењу и пушењу, болест је учесталија у старијим узрасним групама и међу мушкарцима.

Према подацима Светске здравствене организације, скоро 3 милиона оболелих од хроничне опструктивне болести плућа (ХОБП) умре у току једне године и до 2020. године, ова болест би могла постати четврти узрок смрти у свету (13).

## ЗАКЉУЧАК

Постоји статистички значајна повезаност између морталитета од хроничне опструктивне болести плућа и појединих параметара аерозагађења.

Институт за јавно здравље Крагујевац континуирано прати квалитет ваздуха у граду Крагујевцу више од 30 година.

У периоду 1999–2008. године линеарни тренд за основне загађујуће материје из ваздуха показује пад средњих годишњих вредности ових полутаната. Изразито смањење просечних концентрација сумпор-диоксида, азот-диоксида и чађи забележено је после 2003. године, услед масовне гасификације града (како индустријског, тако и индивидуалног сектора) и реконструкције система за пречишћавање загађујућих материја у градској топлани. Средње годишње вредности укупних таложних материја су у благом паду на већини мерних места, али су још увек изнад законом прописаних норми, осим за 2007. годину. Применом следећих мера могу се смањити просечне годишње вредности: редовно прање улица, боље одржавање травнатих и зелених површина, изbacивање из употребе свих возила која су технички застарела (примена прописа Европске уније), увођење еколошких горива за грејање домаћинства и индустрије, као и уградња адекватних филтера на већ постојећим ложиштима.

### Литература

1. Глобална стратегија за дијагностиковање, лечење и превенцију хроничне опструктивне болести плућа. Април 2001.
2. М. Николић и сарадници, Хигијена и медицинска екологија. Практикум, Медицински факултет, Београд, Медицинска књига, 1998; 139 – 145.
3. Р. Коцијанчић (уредник), Хигијена. Медицински факултет, Београд, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2002; 16 – 52.
4. Институт за заштиту здравља Србије „Др Милан Јовановић Батут“: Загађеност ваздуха на територији Републике Србије у мрежи станица здравствене службе током 2005. год, Београд, 2006.
5. Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“: Здравље становника Србије. Аналитичка студија, Београд, 2008; 1997–2007.
6. Правилник о граничним вредностима, методама мерења имисије, критеријумима за успостављање мерних места и евиденцији података. Службени гласник Републике Србије 54/92.
7. Закон о заштити животне средине. Службени гласник Републике Србије, 135/04.
8. Програм контроле квалитета ваздуха у 2006–2007. Службени гласник Р. Србије 23/06.
9. Правилник о граничним вредностима, методама мерења имисије, критеријумима за успостављање мерних места и евиденцији података. Службени гласник Републике Србије 54/92.
10. Индикатори животне средине у Републици Србији – кратак водич. УНДП и Агенција за заштиту животне средине, Београд, 2007; с:12. Доступно на: <http://www.sepa.sr.gov.yu/download/Indikator.pdf>
11. Институт за јавно здравље Србије: Извештај о загађености ваздуха на територији Републике Србије у мрежи станица здравствене службе, Београд: Институт за јавно здравље Србије; 1997–2007. Доступно на: <http://www.batut.org.rs>
12. Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2006. годину. Министарство заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, Београд 2007, с: 51-70. Доступно на: [http://www.sepa.sr.gov.yu/download/Izvestaj\\_o\\_stanju\\_zivotne\\_sredine\\_2006.pdf](http://www.sepa.sr.gov.yu/download/Izvestaj_o_stanju_zivotne_sredine_2006.pdf)
13. Аналитичка студија 1999–2008. Институт за јавно здравље, Крагујевац, 2010.

---

**Контакт:** Проф. др Нела Ђоновић, Ул. Светозара Марковића 69, 34 000 Крагујевац, тел. 064/6746384;  
e-mail: [slavoljub7@yahoo.co.uk](mailto:slavoljub7@yahoo.co.uk).