

## АЕРОЗАГАЂЕЊЕ И ЗДРАВЉЕ ЉУДИ

Мирослава КРИСТОФОРОВИЋ-ИЛИЋ<sup>1</sup>, Мирослав ИЛИЋ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт за заштиту здравља, Медицински факултет, Нови Сад;

<sup>2</sup>Институт за плућне болести, Сремска Каменица

### КРАТАК САДРЖАЈ

У последњих неколико деценија расте забринутост људи за квалитет животне средине, јер је она, после стила живота, други фактор ризика за настанак болести. Посебан проблем представља то што се већи део тешких оштећења здравља јавља тек после дугог латентног периода, тако да није увек могуће наћи јасну везу са факторима животне средине. Сматра се да је данас око 40% смртних случајева повезано са загађењем животне средине на различите начине, док је код 5% обољења животна средина најважнији етиолошки фактор. Проблеми који се јављају због загађења животне средине најчешће су повезани са аерозагађењем. Институт за светске ресурсе (*World Resource Institute*) из Вашингтона је развио индикаторе помоћу којих се процењује ризик по здравље људи од загађења животне средине. Постоји један заједнички индикатор за развијене и неразвијене земље, а то је аерозагађење. Агенција за заштиту животне средине (*Environmental Protection Agency – EPA*) предлаже нове стандарде за поједине загађујуће супстанције. У овом раду се разматрају те супстанције и даје осврт на њихову примену у нашој средини. Нови закон о заштити животне средине од 20. децембра 2004. године, уз будућа пратећа документа о квалитету ваздуха, треба да помогне стручњацима у фази суптилне дијагностике и предлагања адекватних мера ради унапређења квалитета живота.

**Кључне речи:** ваздух; квалитет; индикатори; болести; препоруке

### УВОД

У стратегијском планирању и примени оквирне политике здравља за европску регију Светска здравствена организација препоручује да се осигура међусекторска сарадња здравства, сектора животне средине и економског сектора, да би се здравствени ризици, због изложености загађивачима, држали на најнижем могућем нивоу. Политика која штити животну средину захтева улагања у све секторе ради решавања проблема загађења ваздуха, воде и земљишта [1-4].

Демографски подаци показују да је почетком нове ере на Земљи живело 300 милиона људи, 2000. године 15 милијарди, док се за крај трећег миленијума предвиђа да ће на Земљи живети 35-40 милијарди људи. Популационе пројекције указују на то да ће густина насељености 2100. године достићи вредност од 300 људи на квадратни километар, што ће изазвати катастрофалне последице по биосферу, а самим тим и по човека [2, 3].

### АЕРОЗАГАЂЕЊЕ У СВЕТУ

Светска здравствена организација у свом документу из 2000. године под називом “*Health 21 – health for all in the 21<sup>st</sup> century*” у циљу 10. сагледава проблем аерозагађења и утицаја на здравље људи и даје препоруке за унапређење квалитета ваздуха и здравља становништва [1]. Глобалне промене климе су светски проблем данашњице и сутрашњице изазване акумулацијом ефеката „стаклене баште” (енгл. *Greenhouse gases*) у нижим слојевима атмосфере. Америчка агенција за заштиту животне средине (*US Environmental Protection Agency*) наводи да су после индустријске револуције у порасту следећи гасови наведене „баште”:  $CO_2=+30\%$ ;  $CH_4=+100\%$ ;  $NO_x=+15\%$ . У склопу ових

промена Светска здравствена организација (СЗО) наводи да ће услед тога доћи до повећања температуре за 1,5-3,5°C, што ће довести до подизања нивоа мора услед топљења глечера од 15 до 95 *cm* у 2100. години и промена ширине географских зона за 150-550 *km* [3, 5-8]. Последице се могу очекивати „старе” болести у новим крајевима (маларија, денга и др.) [3, 4, 8, 9].

Од 30% до 40% људи који живе у градовима европске регије изложени су просечној концентрацији хемијских загађивача ваздуха која премашује вредности које се препоручују у смерницама СЗО или Европске уније (ЕУ). Нарочито у источним деловима заступљен је велики број супстанција које загађују ваздух: сумпор-диоксид, чврсте честице, азотни оксиди, испарљива органска једињења итд. Скоро 90% укупне емисије потиче од сагоревања горива, првенствено у сектору енергетике, док је саобраћај главни извор емисије азотних оксида и испарљивих органских једињења [1, 4-8]. Велики део полутаната после емитовања из извора емисије може хемијски да реагује и додатно произведе секундарне полутанте чија токсичност може да буде знатно већа него токсичност примарног полутанта [1-10].

Сматра се да је данас око 40% смртних случајева повезано са загађењем животне средине на различите начине, док је код 5% обољења животна средина најважнији етиолошки фактор. Проблеми који се јављају због загађења животне средине најчешће су повезани са аерозагађењем. Постоји блиска веза између аерозагађења и оштећења функције плућа, обољења респирационог система и смрти од респирационих обољења, као и аерозагађења и малигних обољења [1-10].

### АЕРОЗАГАЂЕЊЕ КОД И ОКО НАС

У Србији се производња енергије углавном заснива на коришћењу лигнита и хидропотенцијала. Соп-

ствених извора природног гаса у Републици нема дозвољено, те га држава увози. Према подацима из 1994. године, извори примарне енергије су: угља са 10% учешћа, нафта са 59,8%, хидроенергија са 24,2 % и природни гас са 6% учешћа. Када је нафта у питању, у Србији је постојала наглашена тенденција за њеним учешћем у производњи енергије до 1979. године, откада се углавном одржава на достигнутом нивоу, осим повремених падова због нафтне кризе у свету, привредне кризе код нас, рационализације и супституције потрошње енергије. Сматра се да ће, уколико се настави са досадашњим неадекватним радом енергетских и индустријских објеката, са застарелим техничко-технолошким решењима, без одговарајућег пречишћавања отпадних гасова, депоновања пепела, складиштења угља и сировина, доћи до повећања концентрације штетних материја у ваздуху и последичног утицаја на живи свет и здравље човека [9, 11, 12].

Анализирајући квалитет ваздуха у градовима Србије од 1994. до 2003. године, највише вредности имисије сумпор-диоксида су утврђене у Лучанима и Ваљеву 2003. ( $43,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , односно  $41,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Највеће концентрације чађи у Ужицу и Чачку су биле преко граничних вредности имисије (ГВИ) –  $58,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , односно  $55,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , а за градове Пирот и Београд се везује највиша вредност имисије таложних материја ( $608,5 \text{ mg}/\text{m}^2$  на дан, односно  $355,8 \text{ mg}/\text{m}^2$  на дан) које прелазе од три пута до један и по пут ГВИ на годишњем нивоу [13]. Према анализи полутаната чиниоца фотохемијског смога на територији Србије од 1995. до 2000. године, не уочавају се битна одступања од препорука ГВИ за озон, азот-диоксид и формалдехид [14].

Праћења респирабилних фракција суспендованих честица мањих од  $10 \mu\text{m}$  у ваздуху комуналне средине у нашој републици су спорадична. Од јуна 2003. до марта 2004. године Градски завод за заштиту здравља у Београду их је анализирао, при чему је утврђено њихово повећање: у 131 мерењу (47,98%) оно је било веће од ГВИ [15]. Специфичне загађујуће материје се прате у одабраним насељима Републике Србије везано за актуелне технолошке процесе у индустрији [16].

## АКТИВНОСТИ НА ГЛОБАЛНОМ НИВОУ

### Кјото протокол

„Кјото протокол” (11. децембар 1997) о климатским променама ступио је на снагу 16. фебруара 2005. године. Протоколом је предвиђено да 35 развијених индустријских земаља у првој фази ограниче количину емисије угљен-диоксида, метана, азотних оксида, сумпор-хексафлуорида, перфлуорисаних и хидрофлуорисаних карбона. У периоду 2008-2012. потребно их је смањити за 5,2% у односу на 1990. годину. Како овај протокол нису потписале Сједињене Америчке Државе, то је овај проценат смањен у просеку на 2%! Иначе, за сваку потписницу проценат је различит: Немачка – 21%, Енглеска – 12,5% Италија – 6,5% итд.

## Стокхолмска декларација

У светлу прекограничног загађења потребно је анализирати и она која су дефинисана Стокхолмском декларацијом (мај 2001), а то су перзистентни органски загађивачи (*Persistent Organic Pollutants – POPs*) [17]. Перзистентни органски загађивачи су органска хемијска једињења која су у различитом степеноу отпорна на фотохемијску, биолошку и хемијску деградацију. *POPs* су најчешће халогеновани, слабе растворљивости у води, велике у мастима, перзистентни, са великом биоаккумуляцијом у масном ткиву [2, 12, 17]. Како имају висок напон паре, делимично су испарљиви, те се могу наћи у атмосфери у гасовитом стању, док се као чврсте честице могу адсорбовати на аеросол. Програм за животну средину Уједињених нација (*United Nations Environmental Programme – UNEP*) [17] је извршио груписање *POPs*: а) пестициди (алдрин, диелдрин, *DDT*, хлордан, хептахлор, мирекс, токсафен, ендрин, хексахлорбензен); б) индустријски хемијски производи (полихлоровани бифенили – *PAH*); в) нежељени споредни производи (полихлоровани дибензо-*p*-диоксини – *PCDD* и полихлоровани дибензофурани – *PCDF*).

Најважнији ставови Стокхолмске конвенције су:

- Забрањује се употреба осам пестицида: алдрина, диелдрин, ендрина, хлордана, хептахлора, хексахлорбензена, мирекса и токсафена. Забрана се примењује одмах по ступању на снагу Стокхолмске конвенције, што се очекује у наредних пет година;
- Као дугорочни циљ постављена је елиминација *DDT*, уз изузетке – када је неопходна његова примена у заштити од епидемије маларије. Земље у развоју које немају алтернативу наставиће с применом *DDT* док им ефективне и исплативе замене не постану доступне;
- Одмах ступа на снагу забрана производње *PSBs* и инсистира се на њиховој постепеној елиминацији из употребе ради потпуног престанка коришћења до 2025. године. Од земаља потписница се захтева да се престане са коришћењем свих електричних трансформатора и друге опреме у којој се налазе *PCBs*;
- Промовишу се усклађене акције за смањење испуштања индустријских споредних перзистентних производа, као што су диоксини;
- Наглашавају се превентивне мере за елиминацију извора *POPs*, које кроз законску регулативу земаља потписница спречавају развој нових перзистентних хемикалија и промовишу промене у индустријским материјама, процесима и производима који стварају *POPs*.

## ПЕСТИЦИДИ У ВАЗДУХУ НАШЕ СРЕДИНЕ

Праћење остатака органохлорних инсектицида у ваздуху комуналне средине код нас је спорадично. Анализиран је квалитет ваздуха у неколико војвођанских урбаних места: Зрењанину, Новом Саду, Кикинди, Апатину и Беочину. Заступљеност поједи-

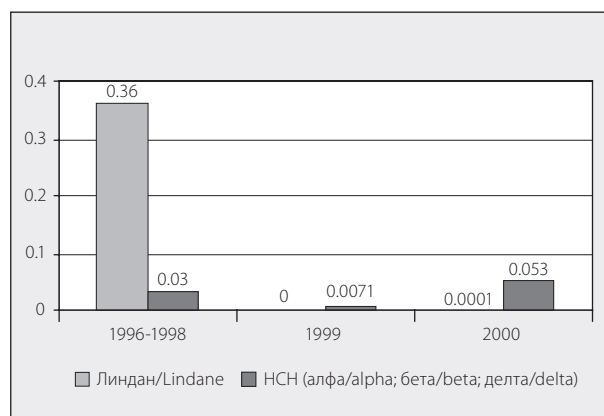
них органохлорних инсектицида (ОХИ) у ваздуху комуналне средине Зрењанина током 1995. и 1996. године приказан је у табели 1, док су на графикону 1 представљене највеће вредности појединих изомера хексахлорциклохексана (HCH) у периоду 1996-2000. године [18, 19].

НАТО агресија на нашу земљу довела је до настанка нових специфичних загађујућих материја у ваздуху комуналне средине, нама знаних и незнаних, тј. тешко установљивих актуелном методом детекције [20, 21].

**ТАБЕЛА 1.** Учесталост појединих остатака органохлорних инсектицида у ваздуху урбане средине Зрењанина (%) [18].

**TABLE 1.** Frequency of some OCl residues in ambient air in Zrenjanin (%) [18].

Органохлорни инсектициди ОСИ	Вредности Values
HCH	37.83
Линдан Lindane	21.72
Хептахлор Heptachlor	17.60
Алдрин Aldrin	6.37
Хептахлор-епоксид Heptachlorepoxyde	3.37
Диелдрин Dieldrine	0.37
Укупни DDT Total DDT	2.67



**ГРАФИКОН 1.** Утврђене највеће вредности остатака изомера HCH у ваздуху урбане средине Зрењанина у периоду 1996-2000. године (у ppb) [18].

**GRAPH. 1.** Determined HCH residues – maximal values in ambient air in Zrenjanin, during 1996-2000 (in ppb) [18].

**ТАБЕЛА 2.** Утврђена обољења и стања у ванболничким службама у 2000. години [11].

**TABLE 2.** Diagnosed diseases and conditions of diseases in outpatient services in 2000 [11].

Укупан морбидитет Total morbidity	Југославија Yugoslavia	Црна Гора Montenegro	Србија Serbia	
			Укупно Total	Војводина Vojvodina
Бронхијална астма Bronchial asthma (J45-J46)*	76824	6673	70151	16306
Запаљења душница и друге хроничне опструкционе болести плућа Bronchitis ac. and chronic obstructive pulmonary diseases (J40-J44)*	200205	11753	188452	37698

\* Међународна класификација болести; \* International Classification of Diseases

## ПРОЦЕНА УТИЦАЈА АЕРОЗАГАЂЕЊА НА ЗДРАВЉЕ

Скоро да нема органа или система у организму на коме се не могу огледати утицаји аерозагађења. Посебно је тешко проценити какве ће последице изазвати дуготрајна изложеност малим концентрацијама полутанта или, што је чешће, одређеној мешавини полутаната. Адекватни подаци о путевима њихове разградње и екотоксиколошким ефектима постоје само за мали број једињења. Према подацима EPA, за око 80% хемијских једињења нема никаквих података о токсичности, мање од 20% хемијских једињења је тестирано на акутне, а мање од 10% на хроничне ефекте. Сви ови фактори отежавају проучавање деловања полутаната из ваздуха на човека. Потребно је истаћи да су отпадне материје и њихове резидуе из групе POPs заједно са линданом и ендосулфаном канцерогене и мутагене, да је њихово деловање кумулативно и синергистично, а њихова токсичност многоструко већа у протеин-дефициларним организмима. До плућа лако доспевају полутанти из групе иританса и надражљиваца (и они махом припадају групи основних загађујућих материја), мада се не смеју заборавити ни полутанти из групе канцерогених (који су емитовани у време НАТО агресије!).

У Европи се 0,4-0,6% деце јавља лекару због кашља и иритације очију које је у основи изазвано аерозагађењем. Смањење функције плућа за више од 5% забележено је код 19% болесника, хронична опструкциона обољења плућа су утврђена код 3-7% оболелих особа, док се на болничко лечење због респирационих обољења упућује 0,2-0,4% болесника [12, 24]. Према подацима Савезног завода за заштиту и унапређење здравља [11], у СРЈ се 2000. године ванболничким службама јавило скоро 277.000 особа код којих су дијагностиковани бронхијална астма и запаљење душница, емфизем и друге опструкционе болести плућа (Табела 2). Учешће COPD код Војвођана у укупном морбидитету становништва СРЈ било је 18,83% [11].

Код деце предшколског узраста која живе у срединама са високим концентрацијама сумпор-диоксида и чађи често се јављају отежано дисање, накупљање секрета у респирационом систему и кашаљ који траје дуже од три месеца, а бележе се и чести синуситиси, бронхитиси и упале плућа. Код деце школског узраста се чешће јављају симптоми болести горњих респирационих путева [24].

## МЕРЕ ПРЕВЕНЦИЈЕ

Мере превенције могу ићи у правцу усвајања нових легислатива (директива), стандарда Европске уније, СЗО и др. на примени контроле квалитета емисије и имисије, праћења, информисаности грађанства итд. Коришћењем обновљивих извора енергије (сунце, ветар, биомаса) значајно ће се утицати на побољшање и очување животне средине, а тиме и здравља становништва. Неке од новијих препорука (стандарда) [21, 23, 29], применом приступа са концентрацијама од 99 перцентила, боље одражавају последице по здравље и надокнађују недостатак неких података. Тако се смањује или чак елиминише потреба за компликованим поступцима који се данас примењују да би се надокнадила штета од недостатака узорака. На овај начин се поједностављује руковање подацима [12, 15, 23, 29]. За побољшање квалитета живота од битног значаја ће бити и рад на примени националних акционих планова за здравље и околину (NEHAP).

## ЗАКЉУЧАК

Да би се у нашој регији живело у сигурнијој физичкој средини, са степеном изложености загађивачима који не премашују ниво договорен међународним стандардима, потребно је оформити индикаторе у којима ће основа бити успостављање информације о емисији изабраних загађивача (индустрија, транспорт, домаћинства). Ти подаци треба да помогну стручњацима у фази суптилне дијагностике и предлагања адекватних мера ради унапређења квалитета живота. Такође треба проширити мрежу станица за праћење имисије на територији наше земље, а рад поверити акредитованим установама. Анализе емисије загађујућих материја у ваздуху треба повећати сходно светским интенцијама (СЗО, ЕУ, ЕРА, UNEP) и актуелном стању.

## ЛИТЕРАТУРА

- WHO Europe. Health 21 – health for all in the 21<sup>st</sup> century. Copenhagen; 2000.
- Adamov J. Matematički model humane ekspozicije perzistentnim organskim polutantima kroz lanac ishrane [doktorska disertacija]. Novi Sad: PMF Univerziteta u Novom Sadu; 2004.
- WHO. The World Health Report. Geneva; 1998.
- WHO. Climate and Health, Climate Change. htm. 15<sup>th</sup> June 1999.
- McMichael AJ, Ando M, Carcavallo R, et al. Human population health. In: Watson RT, Zinyowera MC, Moss RH, editors. Climate change 1995 – impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press; 1996. p.561-84.
- WHO/WMO/UNEP. Climate change and human health: an assessment prepared by a Task Group on behalf of the World Health Organization, the World Meteorological Organization, and the United Nations Environment Programme. McMichael AJ, Haines A, Slooff R, Kovats S, editors. Geneva: WHO (WHO/EHG/96.7); 1996.
- WHO. Climate change and human health: Impact and adaptation. Prepared by London School of Hygiene and Tropical Medicine, World Health Organization, European Centre for Environment and Health Roma, Protection of the Human Environment. Geneva; 2000.
- Stoisavljevic D, Kristoforovic-Ilic M. Climate changes and human health, UNFCCC, UN framework convention on climate change and Kyoto Protocol. Banjaluka; 2001. p.93-9.
- Rigau-Perez JG, Clark GG, et al. Dengue and haemorrhagic fever. Lancet 1998; 352:971-7.
- Vajagić L. Klima. In: Kristoforović-Ilić M. et al. Komunalna higijena. Novi Sad: Prometej; 2002. p.162-72.
- Savezni zavod za zaštitu i unapredjenje zdravlja. Statistički godišnjak 2000. o narodnom zdravlju i zdravstvenoj zaštiti u SR Jugoslaviji. Beograd; 2002.
- WHO. European Center for Environment and Health, Concern for Europe's tomorrow, 1995. www.eea.int
- Damjanov V, Kristoforović-Ilić M. Kvalitet vazduha u gradovima Republike Srbije u periodu 1994-2003. godine. Medicinska istraživanja 2004; 38(3):26-7.
- Kristoforović-Ilić M, et al. Komunalna higijena. Novi Sad: Prometej; 2002.
- Matić-Besarabić S, Mladenović S, Adjanski-Spašić Lj, Jovanović A. Zdravstveni rizik od izlaganja respirabilnoj frakciji suspendovanih čestica manjih od 10 µm u vazduhu gradske sredine. Medicinska istraživanja 2004; 38(3):27-8.
- Sl. glasnik RS. Uredba o utvrđivanju programa kontrole kvaliteta vazduha u 2004. i 2005. godini. 2004; 48.
- WHO/UNEP. Stocholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). Text and Annexes; 2001.
- Kristoforović-Ilić M. Životna sredina i pesticidi. Medicinski Pregled 2004; 57(11-12):523-35.
- Švan K, Švan E, Krpučin Ž, Kristoforović-Ilić M. Organohlorni pesticidi u atmosferi koja nas okružuje. Srpsko-hemijsko društvo i hemijsko društvo Crne Gore i društvo fiziko-hemičara, Zbornik 4 Jug. simp. Hemija i zaštita životne sredine sa međunarodnim učesćem, Zrenjanin; 2001. p.39-41.
- WHO. Sukob na Kosovu, posledice na životnu sredinu i civilna naselja. Radna grupa za Balkan UNEP/UNCHS (Habitat). Geneve; 1999.
- WHO. UNEP News Release 2000/BTF.
- Stanković-Nikić D. Aerozagadjenje i zdravlje. Beograd: Sekretarijat za rad, zdravstvo i socijalno staranje; 2003.
- EU. Direktiva CD 1999/30/EC.
- Nikić D, Nikolić M. Aerozagadjenje i respiratorni simptomi bolesti kod gradske dece. Medicinska istraživanja 2004; 38(3):27.
- Sl. glasnik RS. Zakon o zaštiti životne sredine. 2004; 135.
- Sl. glasnik RS. Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagadivanja životne sredine. 2004; 135.
- Sl. glasnik RS. Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu. 2004; 135.
- Sl. glasnik RS. Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu. 2004; 135.
- United State Environmental Protection Agency. Final Version to the Ozone and Particulate Matter Air Quality; 2001; http://www.epa.gov

## AIR POLLUTION AND POPULATION HEALTH

Miroslava KRISTOFOROVIĆ-ILIĆ<sup>1</sup>, Miroslav ILIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Public Health, School of Medicine, Novi Sad; <sup>2</sup>Institute for Lung Diseases, Sremska Kamenica

### ABSTRACT

In the last few decades, there has been increased population concern for quality of environment, for it is, after life style, the second risk factor of disease development. Particular problem is that a large majority of serious impairments of health is manifested only after a long latent period, so it is not always possible to establish clear association with environmental factors. It is considered today that around 40% of lethal cases are caused by polluted environment in various ways, while environment is the most important etiologic factor in 5% of disease incidence. Problems arising due to environment pollution are most frequently related to air pollution. The World Resource Institute, Washington, has developed the indicators for evaluation of risk of environment pollution to population health. There is one common indicator both for developed and developing countries – air pollution. EPA recommended new stan-

dards for some polluting substances. The document reviewed these standards and their implementation in our community. New Law on Environment Protection ("Official Gazette of RS" No. 135/2004) from December 20<sup>th</sup>, 2004, followed by relevant documents on air quality, should be beneficial to experts at the level of subtle diagnostics and proposal of adequate measures with a view to improve the quality of life.

**Key words:** quality; air; indicators; diseases; recommendations

Miroslava KRISTOFOROVIĆ-ILIĆ  
Institut za zaštitu zdravlja  
Futoška 121, 21000 Novi Sad  
Tel.: 021 466 437  
E-mail: kristof@eunet.yu

---

\* Рад је на XV конгресу лекара Србије у Врњачкој Бањи усмено изложен у оквиру теме „Животна средина и здравље становништва”.