

КОМУНАЛНА БУКА И ЗАГАЂЕЊЕ ВАЗДУХА У УРБАНОМ ДИЈЕЛУ БАЊЕ ЛУКЕ

Илић Предраг¹, Марковић Светлана¹, Рачић Мирослав¹, Јањуш Зоран²

¹ Институт заштите, екологије и информатике, Бања Лука

² Градска управа, Бања Лука

Abstract

ILIĆ, P., Svetlana MARKOVIĆ, M. RAČIĆ, Z. JANJUŠ: MUNICIPAL NOISE AND AIR POLLUTION IN URBAN PART OF BANJA LUKA [Institut zaštite, ekologije i informatike, Vidovdanska 43, Banja Luka]

Municipal noise and air pollution are present in modern living, primarily in industrial and urban environments. Prevention of noise and its influence, together with decrease of air pollution, are some of the tasks to be taken in order to improve living conditions and environmental protection. This research results show that noise level in city center area in Banja Luka is significantly exceeded, and that limit values of some parameters are significantly exceeded too. It is necessary to take urgent measures in order to decrease level of municipal noise and to improve air quality in these and other areas, and in that way, to protect health of people living in urban areas.

Key words: air pollution, environmental noise, environmental protection

Сажетак

Комунална бука и загађење ваздуха су један од пратилаца савременог живљења, првенствено у индустријским и урбаним срединама. Борба против буке и њеног дјеловања, као и смањење загађења ваздуха је дио напора који се мора чинити за побољшање услова живота и заштите животне средине. Резултати рада указују да је ниво буке на подручју ужег градског језгра у Бањој Луци енормно прекорачен, док су граничне вриједности појединих параметара значајно прекорачене. На наведеном подручју, али и на другим подручјима потребно је предузети хитне мјере за смањење комуналне буке и побољшање квалитета ваздуха како би се заштитило здравље становника у урбаним срединама.

Кључне ријечи: аерозагађење, комунална бука, заштита животне средине

УВОД

Сваким даном је животна средина све загађенија различитим врстама загађења услед сталног развоја индустрије, саобраћаја и других дјелатности којима се човјек бави. Све је мање неизмијењене природе, а зоне човјекове активности се све више шире и у њима услови живота и рада све мање задовољавају најосновније захтјеве нормалног живљења. Неке од резултанти савременог живљења, које доводе до комплексног оштећења здравља, највише у индустријски развијеним срединама и у урбаним срединама, су бука и загађење ваздуха и борба против буке и њеног дјеловања, као и смањење загађења ваздуха, што је дио напора који се чине за побољшање услова живота и заштите животне средине.

Бука представља сваки нежељени звук који омета рад или одмор (а чине је разне звучне појаве као што је галама, шум, лупа, говор, сирене, звукови који долазе од саобраћајних средстава, машина и уређаја и сл.) и један је од главних узрока смањења квалитета живота људи, нарочито у урбаним срединама. Бука у животној средини, или, комунална бука, како је уобичајен назив, дефинише се као бука коју стварају сви извори буке који се јављају у окружењу човјека, и која влада у стамбеним и нестамбеним зградама у насељима, искључујући буку која настаје на самом радном мјесту у индустријским погонима.

Према Директиви Европске уније, појам „амбијентална бука“ (комунална бука) се односи на нежељене и штетне вањске утицаје настале људском активношћу, укључујући буку насталу средствима транспорта (друмским, жељезничким и ваздушним саобраћајем), или на мјестима индустријске активности (дефинисане у Анексу I Директиве 96/61/ЕС од 24. септембра 1996. године), што се односи на буку којој су људи изложени посебно у изграђеним областима, у јавим парковима или другим тихим мјестима у агломерацији, на тихим мјестима на отвореном, близу школа, болница и других мјеста осјетљивих на буку (Directive 2002/49/ЕС).

Аерозагађење или загађење ваздуха подразумијева присуство гасова и других садржаја у ваздуху који му нису својствени по природном саставу (Кристофоровић-Илић и сар., 2002). Загађивање ваздуха представља директно или индиректно уношење супстанци у ваздух од стране човјека што резултира таквим штетним утицајима који угрожавају људско здравље, наносе штету животним ресурсима и екосистемима, материјалној својини и који оштећују или утичу на разоноду и остале врсте законског коришћења животне средине (*Закон о заштити ваздуха "Службени гласник Републике Српске", бр. 52/02*) и може имати штетне посљедице на квалитет животне средине и здравље људи (Богдановић и Гржетић, 2005). Оно заправо представља преношење штетних природних и синтетичких материја у атмосферу као директна или индиректна посљедица човјечије дјелатности (Стевановић и сар., 2003). Велики број једињења, гасова те течних и чврстих честица могу да се појаве у ваздуху као загађујуће материје: прашина или аероседимент, лебдеће честице, чађ, једињења сумпора, угљенмоноксид, једињења азота, волатилна органска једињења, фотохемијски оксиданти и сл. и могу знатно да мијењају уобичајени састав ваздуха. Једноставно речено, ваздух је загађен када се у њему нађу материје које су стране његовом природном саставу или ако се удио неког од природних састојака повећао (Секулић и сар., 2003). Аерозагађење подразумијева сваку промјену у саставу и стању ваздуха, која прелази границу прилагодљивости људског организма и доводи до његовог оболијевања.

Циљ рада је да се утврде нивои и карактер комуналне буке у урбаној средини Бање Луке, стање квалитета ваздуха као и да се предложи мјере за смањење буке и загађења ваздуха и заштиту људи у срединама у којима бука прелази стандардне вриједности и концентрације загађујућих материја у ваздуху прелази граничне вриједности имисије.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

У току мјерења буке и израде карте буке кориштена је опрема са одговарајућим софтверима Института заштите, екологије и информатике, Бања Лука: Фонометар (произвођач: *Bruel & Kjaer*, тип: 2260 Обсервер), Калибратор (произвођач: *Bruel & Kjaer*, тип: 4226), Анемометар (произвођач: *Techno line*, тип: EA-3010), Дигитални хигротермометар (произвођач: *Greisinger Electronic*, тип: GFTH 95), трокраки телескопски сталак 140 cm и за израду карте буке кориштен је ЛимА_5 софтвер, Верзија 4.32 и Верзија 5.1, као и софтвер 7815 за фреквентну анализу.

За праћење параметара загађења ваздуха коришћена је мјерна станица LU3000. Сумпордиоксид, азотни оксиди, озон и угљенмоноксид су одређивани опремом произвођача *Thermo Electron Corporation Environmental Instruments 27 Forge Parkway Franklin Massachusetts*. За лебдеће честице испод 10 μm коришћена је опрема *ESM Andersen instruments GmbH FH621-R*. У раду су приказани резултати мјерења буке и квалитета ваздуха добијени у оквиру научноистраживачких пројеката Института заштите, екологије и информатике, Бања Лука (Којовић и сар., 2009; Којовић и сар., 2010).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Мјерење буке је извршено на отвореном простору 29.10.2008; 31.10.2008. и 03.11.2008. године у Бањој Луци (Булевар Краља Петра I Карађорђевића) на више локација које репрезентују зоне из Правилника о дозвољеним границама интензитета звука и шума ("Службени лист СРБИХ", број 46/89). и извршено је мапирање буке (Слика 1).

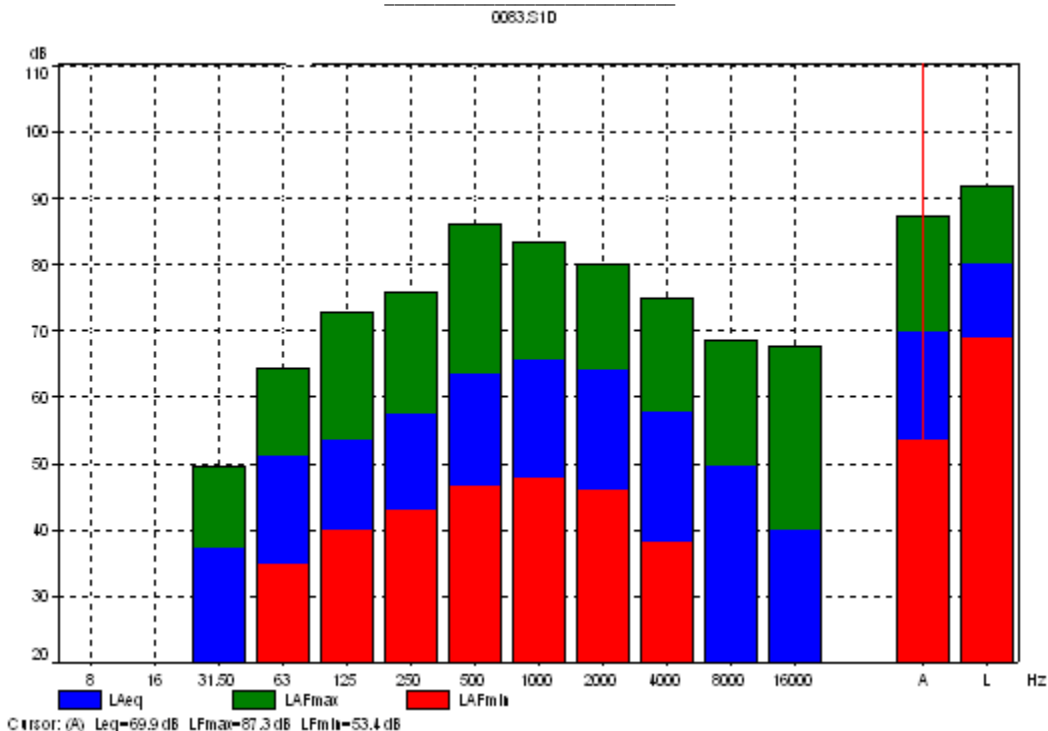
У току снимање буке, температура и релативна влажност су биле у границама од -10°C до 30°C , релативна влажност испод 90%. У подручју одређеном за мјерење буке утврђено је да не постоје већи индустријски објекти као значајни извори буке и да загађење буком долази углавном од саобраћаја.

Булевар Краља Петра I Карађорђевића са важнијим садржајима који се налазе са обје стране дужином булевара (трговине, банке, Парк Петра Кочића, стамбени објекти, Пошта, Парк, Галерија, Електропренос, хотел Босна, Дом војске, хотел Палас, Робна кућа Боска, Трг Крајине, трговине различитом робом, Градска управа, Храм Христа Спаситеља, Бански Двор, Парк између Банског двора и Позоришта, Позориште, Творница дувана, Католичка црква, стамбени објекти, зграда Владе, факултети, Парк Младена Стојановића), се сврстава у IV зону- трговачко, пословно, стамбено и стамбено саобраћајно подручје, V зону- пословно- управно, трговачко-занатско, сервисно (комунални сервис), као и у II зону- туристичко, рекреативно, опоравилишно подручје, па дијелом и у III зону (чисто стамбено, васпитно образовне и здравствене институције, јавне зелене и рекреацијске површине) јер се поред улице смјештени факултети. На потезу те улице од индустријских објеката налази се Фабрика дувана и већи број угоститељских објеката, али они нису у вријеме мјерења буке били значајни извори комуналне буке. Поред зграде Владе налазили су се објекти у изградњи, грађевински радови су стварали буку која утиче на комуналну буку.

При снимању буке у овој улици обухваћен је дио од раскрснице са улицом Цара Душана до раскрснице са улицом Вука Караџића и улицом Алеја Светог Саве.

Табела 1. Измјерни нивои буке у Булевару Краља Петра I Карађорђевића

| Дана | 29.10.2008. год. | | | 31.10.2008. год. | | | 03.11.2008. год. | | |
|----------------|------------------------------------|-------|----------|------------------------------------|-------|----------|------------------------------------|-------|----------|
| Мјерење вршено | 09 ¹⁷ -09 ³² | | | 10 ²² -10 ³⁷ | | | 13 ⁰⁸ -13 ²³ | | |
| | L_{eq} | L_1 | L_{10} | L_{eq} | L_1 | L_{10} | L_{eq} | L_1 | L_{10} |
| dB (A) | 69,9 | 80,3 | 72,3 | 69,2 | 79,5 | 73,2 | 70,1 | 80,6 | 73,2 |
| Мјерење вршено | 19 ⁰⁹ -19 ²⁴ | | | 19 ¹⁴ -19 ²⁹ | | | 18 ⁰⁶ -18 ²¹ | | |
| | L_{eq} | L_1 | L_{10} | L_{eq} | L_1 | L_{10} | L_{eq} | L_1 | L_{10} |
| dB (A) | 69,3 | 78,9 | 72,9 | 69,5 | 79,1 | 73,5 | 69,6 | 79,3 | 71,9 |
| Мјерење вршено | 22 ²⁹ -22 ⁴⁴ | | | 22 ⁰⁷ -22 ²² | | | 23 ⁰⁴ -23 ¹⁹ | | |
| | L_{eq} | L_1 | L_{10} | L_{eq} | L_1 | L_{10} | L_{eq} | L_1 | L_{10} |
| dB (A) | 67,2 | 76,4 | 70,9 | 67,4 | 76,2 | 69,8 | 67,0 | 75,3 | 69,3 |



Слика 1. Фреквентна анализа нивоа буке за $L_{eq}=69.9$ dB(A)

Табела 2. Вриједности L_{eq} нивоа буке у зависности од фреквенције

| Hz | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 16000 |
|--------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| dB (A) | 37 | 51 | 53,4 | 57,6 | 63,3 | 65,4 | 63,9 | 57,7 | 49,6 | 39,8 |

Подаци за дневно мјерење (еквивалентна бука, вршни ниво L_1 и L_{10}) (Табела 1).

Подаци показују да је у току дневног мјерења у сва три дана, измјерена еквивалентна бука- L_{eq} изнад дозвољених вриједности и креће се од 69,2 до 70,1 dB (A). Према важећем Правилнику ("Службени лист СРБИХ", број 46/89) највиши дозвољени нивои буке у току дана за Другу зону (туристичко, рекреацијско, опоравилишно) дозвољена је 50 dB (A), а за Трећу зону (чисто стамбено, васпитно-образовне и здравствене институције) 55 dB (A), Четврту зону (трговачко, пословно, стамбено и стамбено-саобраћајно подручје) 60 dB (A) и за Пету зону (пословно-управно, трговачко-занатско, сервисно-комунални сервис) 65 dB (A), што значи да су вриједности измјерене еквивалентна бука- L_{eq} буке, у односу на дозвољену, у Другој зони више за 19,2 до 20,1 dB (A) у току дана, а у Трећој зони више су за 14,2 до 15,1 dB (A).

Вршни ниво буке L_1 у сва три дневна мјерења креће се од 79,5 до 80,6 dB (A), а дозвољен је за Другу зону 65 dB (A), а за Трећу зону 70 dB(A), за Четврту зону 75 dB (A) и за Пету зону 80 dB (A). Измјерене вриједности у односу на дозвољене више су за Другу зону од 14,5 до 15,6 dB (A), за Трећу зону од 9,5 до 10,6 dB (A), за Четврту зону 4,5 до 5,6, те за Пету зону у два дневна мјерења прелази дозвољене вриједности за 0,3 до 0,6 dB (A), а у једном мјерењу је испод дозвољене границе.

Вршни ниво L_{10} креће се у сва три дневна мјерења од 72,3 до 73,2 dB (A), а дозвољен је за Другу зону 60 dB (A), за Трећу зону 65 dB (A), Четврту зону 70 dB (A) и за Пету зону 75 dB (A). Измјерене вриједности у односу на дозвољене више су за Другу зону од 12,3 до 13,3 dB (A), за Трећу зону од 7,3 до 8,2 dB (A), за Четврту зону 2,3 до 3,2 dB (A) и за Пету зону вриједности су испод дозвољених.

Фреквентна анализа буке за дневно мјерење $L_{eq}=69.9$ dB (A) показује да су нивои буке највиши на фреквенцијама 1000 и 2000 Hz, изнад 63 dB (A), а на нижим фреквенцијама су изнад 50 dB (A) (Слика 1, Табела 2).

Подаци за вечерње мјерење (еквивалентна бука, вршни ниво L_1 и L_{10}) (Табела 1).

У Правилнику нису утврђене дозвољене вриједности буке за вечерњи период. Еквивалентни ниво - L_{eq} буке у вечерњем периоду сва три мјерења краће се од 69,3 - 69,6 dB (A), L_1 од 78,9 - 79,3 dB (A), а L_{10} од 71,9 - 73,5 dB (A).

Подаци за ноћно мјерење (еквивалентна бука- L_{eq} , вршни ниво L_1 и L_{10}) (Табела 1).

У току у сва три ноћна мјерења, измјерена еквивалентна бука- L_{eq} је изнад дозвољених вриједности и креће се од 67,0 – 67,4 dB (A), па је у односу на дозвољену вриједност у Другој зони - 40 dB (A), виша за 27,0 – 27,4 dB (A), а у Трећој зони - 45 dB (A), за 22,0 – 22,4 dB (A), Четвртој зони-50 dB(A), за 17,0 – 17,4 dB (A) и у Петој зони -60 dB (A), за 7,0 -7, 4 dB (A).

Вршни ниво буке L_1 у сва три ноћна мјерења креће се од 75,3 до 76,4 dB (A), а дозвољен је за Другу зону 65 dB (A), а за Трећу зону 70 dB (A)), за Четврту зону 75 dB (A) и за Пету зону 80 dB(A). Измјерене вриједности у односу на дозвољене више су за Другу зону од 10,3 - 11,4 dB (A), за Трећу зону од 5,3-6,4 dB (A), за Четврту зону 0,3 – 1,4 dB (A) и за Пету зону вриједности су испод дозвољених.

Вршни ниво L_{10} креће се у сва три ноћна мјерења од 69,3-70,9 dB (A) дозвољен је за Другу зону 60 dB (A), за Трећу зону 65 dB (A), за Четврту зону 70 dB (A) и за Пету зону 75, Измјерене вриједности у односу на дозвољене, више су за Другу зону од 9,3-11,9 dB (A), за Трећу зону од 4,3-5,96 dB (A), за Четврту зону у једном мјерењу за 0,9 dB (A), док је у друга два мјерења испод дозвољене границе и за Пету зону у свим мјерењима је испод дозвољене границе.

Табела 3. Просјечне вриједности еквивалентне L_{eq} буке и вршних нивоа L_1 и L_{10} у Булевару Краља Петра I Карађорђевића

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------|------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Врста мјерења | просјечна вриједност буке у dB (A) | дозвољена вриједност буке у dB (A) према зонама :2,3,4,5** | разлика 2/3 буке у dB (A) по зонама |
| Дневно | | | |
| L_{eq} | 69,7 | 50; 55; 60; 65 | 19,7; 14,7* ; 9,7; 4,7 |
| L_1 | 80,1 | 65; 70; 75; 80 | 15,1; 10,1* ; 5,1; 0,1 |
| L_{10} | 72,9 | 60; 65; 70; 75 | 12,9* ; 7,9; 2,9; -2,1 |
| L_{90} | 59,3 | - | - |
| Дневно | | | |
| Вече | | | |
| L_{eq} | 69,5 | - | - |
| L_1 | 79,1 | - | - |
| L_{10} | 72,8 | - | - |
| L_{90} | 57,6 | - | - |
| Ноћ | | | |
| L_{eq} | 67,2 | 40; 45; 50; 60 | 27,2; 22,2; 17,2* ; 7,1 |
| L_1 | 76,0 | 65; 70; 75; 80 | 11,0* ; 6,0; 1,0; -4,0 |
| L_{10} | 70,0 | 60; 65; 70; 75 | 10,0* ; 5,0; 0,0; -5,0 |
| L_{90} | 56,9 | - | - |

**У колони 3 наведене су најниже и највише дозвољене вриједности буке према припадајућим зонама (II, III, IV, V) мјерног мјеста

*Подебљане вриједности означавају алармантне вриједности буке према Правилнику (24) у односу на припадајућу Зону

Просјечне вриједности буке сва три мјерења (L_{eq} , L_1 , L_{10}) и у току дана и у току ноћи, високо прелазе дозвољене вриједности буке које су предвиђене за Зону 2, чији се садржаји налазе у улици Булевар Краља Петра I Карађорђевића, и налазе се у категорији алармантних. У току дана просјечан еквивалентни ниво буке- L_{eq} је виши за 19,7 dB (A), а ноћу чак 27,2 dB (A), од дозвољеног и готово два до три пута прелазе вриједности нивоа буке који је Правилником ("Службени лист СРБИХ", број 46/89) (члан 10) утврђен као алармантни, а то је бука која за 10 dB (A) прелази дозвољену вриједност (Табела 3). Слично се може закључити и за просјечне вриједности еквивалентне буке и вршних нивоа L_1 и L_{10} за садржаје Зоне 3. У току дана и у току ноћи повишене су просјечне вриједности еквивалентне буке и вршних нивоа L_1 и L_{10} за активности које су категорисане као Зона 4, као и неке вриједности за садржаје Зоне 5, али се не налазе у категорији алармантних. Пошто се у истој улици налазе помијешане активности карактеристичне за све четири зоне и не могу се раздвајати, то можемо закључити да су вриједности нивоа буке у овој улици **алармантне**.

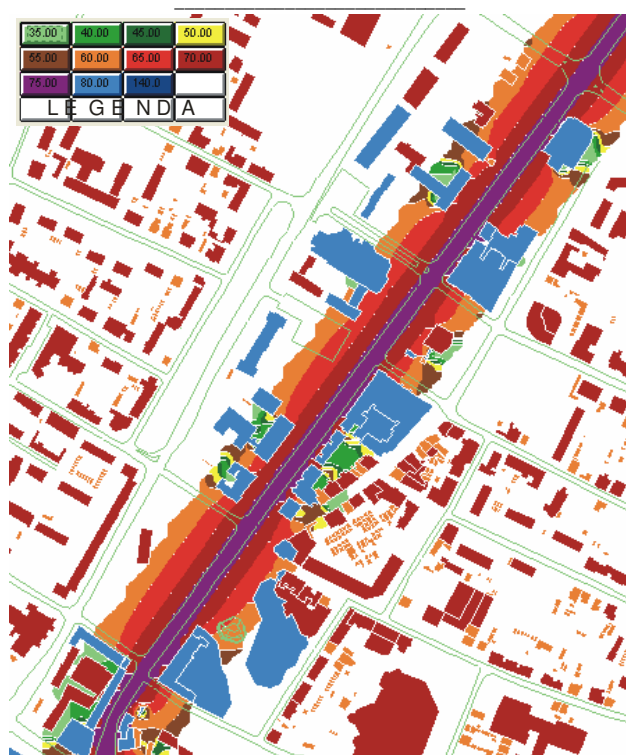
Потребно је истаћи да су у вечерњим часовима вриједности буке повећане и готово се не разликују од оних измјерених у току дана.

Подаци овог истраживања указују да су извори буке углавном линијског карактера, те да је ниво буке непосредно око саобраћајнице 65 -75 dB (A), а да се у околини са повећањем удаљености од извора буке на око 30 метара, постепено та бука смањује испод 35 dB (A).

Ова бука спада у групу **првог степена** интензитета -од 30 до 65 dB (A), која код осјетљивих особа може да изазове узнемиреност, главобољу, повремену раздражљивост и немиран сан, а не изазива оштећење слуха. Такође спада и у буку **другог степена** интензитета -од 65 до 90 dB (A), која утиче на настанак неуровегетативних сметњи, како на слуху, тако и у цијелом организму. Излагање оваквој буци каква је регистрована током истраживања, свакодневно, током више година, доводи до оштећења организма, па и до оштећења слуха, обично лакшег степена и на високим фреквенцијама.

Према нивоу измјерене буке, Бања Лука се сврстава у ред у великих градова (Berglund и сар., 1999). Како је мрежа саобраћајница распрострањена густо, то је процјена да је већина становника у центру града изложена буци између 40-70 dB (A) у току дана, а слично је и у току вечери и ноћу.

Становници испитиваног подручја Бање Луке изложени су ометајућој буци која им ремети сан и одмор, која доводи до општег замора, изазива раздражљивост, доводи до главобоље, која им смањује могућност комуникације и негативно утиче на радну ефикасност.



Слика 2. Мапа буке за улицу Краља Петра I Карађорђевића (прорачуном је обухваћена 30 метара од улице тј. извора буке са једне и друге стране)

Резултати испитивања квалитета ваздуха указују да је на испитиваном локалитету велики проблем загађење угљендиоксидом и истраживано подручје припада III класи квалитета ваздуха, која представља загађен ваздух са утицајем на погоршање здравља становништва, са јаким утицајем на флору и фауну и појаве корозије и штета на материјалним добрима, док је у септембру вриједност од $83,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ сврставала квалитет ваздуха у подручје са загађеним ваздухом, угрожено је здравље становништва, са прогресивним пропадањем фауне и флоре, јаке корозије и штете на материјалним добрима (IV класа). У периоду од априла до јула квалитет ваздуха је био задовољавајући на основу присуства азотдиоксида и сврставао је истраживано подручје у I класу квалитета ваздуха. Годишња гранична вриједност за заштиту људског здравља азотдиоксида је $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и у Бањој Луци на испитиваном локалитету је забиљежено прекорачење и вриједност је износила $46,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Највећа максимална дневна вриједност укупних азотних оксида је забиљежена у децембру и износи $444,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, док је минимална вриједност од $1,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ детектована у јулу. Просјечна вриједност је $87,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Просјечна годишња вриједност граничне вриједности ваздуха у циљу заштите екосистема за NO_x од $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ на испитиваном подручју је значајно прекорачена ($87,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$), док је у децембру и новембру наведена вриједност била прекорачена скоро 6 пута и износила $177,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и $177,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Једино је у јулу измјерена вриједност била испод граничне вриједности ($17,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Висока вриједност циљне вриједности ваздуха за азотдиоксид (NO_2) за једночасовни период узорковања је $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и не би требало да буде прекорачена више од 25 дана у току године у просјеку у три године и у Бањој Луци је прекорачена 31 пут, што је за 7 пута више у односу на препоручено. За 24-часовни период узорковања висока вриједност је $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и не би требало да буде прекорачена више од

7 пута у календарској години, а у Бањој Луци је било 20 прекорачења у испитиваном периоду, чак 3 пута више у односу на предвиђено.

У Бањој Луци је забиљежено прекорачење прага узбуне чак 24 пута, док су прагови упозорења, вриједности за 20% ниже од вриједности прагова узбуне, забиљежени чак 21 пут. Вриједности које карактеришу праг узбуне су у појединим данима (17. децембра) биле забиљежене током 13 часова непрекидно, а уколико би се томе додала и вриједност прага упозорења, алармантно стање је трајало 14 часова непрекидно. Да се ради о енормном загађењу, говори и податак да је током децембра просјечна вриједност азотних оксида премашивала вриједност прага упозорења од $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$ чак 7 пута, док је просјечна вриједност забиљежена 17, 07. и 16. децембра ($444,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $428,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и $425,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$) прелазила вриједност која карактерише периоде када се проглашава праг узбуне. Овако високе вриједности азотних оксида у топлим мјесецима, када је вријеме сунчано и када долази до уношења угљоводоника и азотних оксида из разних извора у ваздух изазива настајање фотохемијског смога.

Висока вриједност граничне вриједности ваздуха за угљенмоноксид износи $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за период узорковања од 8 часова и на испитиваном локалитету забиљежена је просјечна годишња вриједност за период узорковања од 8 часова од $2900 \mu\text{g}/\text{m}^3$, те се може сматрати да није критична загађеност овом загађујућом материјом када се посматра годишњи просјек, с тим да су забиљежени периоди значајне загађености, нпр. јануар ($9.227 \mu\text{g}/\text{m}^3$), а најмања загађеност је забиљежена током јула ($467 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Максимална вриједност је такође забиљежена у јануару ($13.978 \mu\text{g}/\text{m}^3$), док је минимална вриједност забиљежена у августу и износила је само $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. На основу годишњег просјека квалитет ваздуха се сврстава у III класу квалитета ваздуха која представља озбиљније загађен ваздух са утицајем на погоршање здравља становништва, негативан утицај на флору и фауну и појаве корозије и штета на материјалним добрима и највећа загађеност је забиљежена током јануара ($7.048 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и новембра ($4.251 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Имисиона концентрација озона редовно прелази дозвољени ниво. Загађење ваздуха услед саобраћаја је вјероватно повећано и због увоза великог броја половних аутомобила. Квалитет ваздуха се погоршава и у вријеме топлих љетних дана због високе концентрације озона насталог услед фотохемијског ефекта у љетном периоду. Просјечна вриједност забиљежена током истраживања је износила $39,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Највећа просјечна мјесечна вриједност забиљежена током истраживања је током марта ($67,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$), а најмања у септембру ($15,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Просјечна годишња гранична вриједности озона ваздуха у циљу заштите екосистема износи $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Иако не постоје подаци за период од пет година вриједност која је забиљежена у периоду од једне године од $52406 \mu\text{g}/\text{m}^3$ указује на загађење ваздуха и већа је од просјечне годишње вриједности чак три пута. Овакве концентрације могу изазвати негативне биолошке ефекте.

Висока вриједност граничне вриједности ваздуха у циљу заштите здравља људи за лебдеће честице испод $10 \mu\text{m}$ (ЛЧ 10) је $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и не би требало да буде прекорачена више од 7 пута у календарској години, а у Бањој Луци је забиљежена чак 75 пута на годишњем нивоу. Просјечна годишња вриједност је $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, док је у Бањој Луци током истраживаног периода забиљежена вриједност од $81,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 24-часовна гранична вриједност у циљу заштите здравља људи у складу са Директивом 1999/30/ЕС је $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и не смије бити прекорачена више од 35 пута током календарске године, а у испитиваном периоду је забиљежено прекорачење чак 192 пута. Годишња гранична вриједност за заштиту људског здравља износи $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, док је у Бањој Луци та вриједност премашена преко 100%. Највеће загађење лебдећим честицама је забиљежено у јануару ($202,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$), а најмања просјечна мјесечна вриједност је забиљежена током маја ($38,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Висока вриједност циљне вриједности ваздуха је $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и не би требало да буде прекорачена више од седам пута у календарској

години, а у Бањој Луци је забиљежена 154 пута, а високе максималне и просјечне вриједности су нарочито забиљежене у зимским мјесецима, првенствено јануару ($202,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и децембру ($160,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), што указује на алармантно загађење ваздуха у погледу ове загађујуће материје. Просјечна годишња вриједност циљне вриједности ваздуха је $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ значајно је прекорачена на испитиваном подручју (Табела 4).

Табела 4. Средње, минималне и максималне концентрације загађујућих материја (SO_2 , NO , NO_2 , NO_x , CO , O_3 , ЛЧ 10)

| $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | SO_2 | NO | NO_2 | NO_x | CO | O_3 | ЛЧ 10 | | |
|--------------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------|---------------|-------|
| ЈАНУАР | | | | | | | | | |
| СР. ВРИ. | 10,14 | 27,77 | 46,08 | 87,04 | 2150 (24h) | 2900 (8h) | 40,93 (24h) | 39,65 (8h) | 81,71 |
| ГВВ | 90 | - | 60 | - | - | - | - | - | 50 |
| ЦВВ | 60 | - | 40 | - | - | - | - | - | 40 |

Веома високе забиљежене вриједности лебдећих честица су узроковане и временским приликама, јер спроведена истраживања зависности концентрације загађујућих материја у ваздуху, нарочито ЛЧ 10 и метеоролошких параметара (брзина и смјер вјетра, температура, релативна влажност ваздуха и атмосферски притисак) на истраживаном подручју указују да постоји значајна зависност између наведених параметара, што су потврдили резултати моделовања загађења ваздуха са метеоролошким параметрима.

У раду су праћене основне загађујуће материје у ваздуху, с тим да су накнадна истраживања на подручју Бање Луке указала да су присутне и значајне концентрације полихлорованих бифенила, диоксида и других органохлорних загађујућих материја у ваздуху урбаног подручја града (Lammel и сар., 2010a; Lammel и сар., 2010b; Gašić и сар., 2010) и у будућности треба посветити значајну пажњу на наведене материје, из разлога што су изузетно опасне по здравље становништа. Сем наведеног велики значај треба посветити и моделовању загађења ваздуха, што су указали и досадашњи резултати на подручју Бање Луке (Илић, 2009; Илић и Preradović, 2009; Илић и сар., 2009; Илић и сар., 2010).

ЗАКЉУЧАК

Повећани ниво буке и загађење ваздуха у урбаним срединама је константан проблем. Већина градова са повећаним нивоом буке и загађеним ваздухом, настоји исте смањити на дозвољене вриједности прописане законом.

С обзиром на измјерене нивое буке и стање квалитета ваздуха на подручју уже градске зоне Бање Луке потребно је предузети хитне мјере за доношење регулативе за смањење емисије и имисије комуналне буке и квалитета ваздуха како би се заштитило здравље становника у урбаним срединама.

Да би се одговорило на питање коју је мјеру смањења нивоа буке најефикасније примијенити, потребно је регистровати стање у одговарајућој средини, анализирати могућност примјене појединих мјера, те донијети релевантну одлуку. Системска истраживања заштите од буке захтијевају знатна финансијска средства, па је то разлог што се код нас углавном не проводе. Међутим, ипак се у ограниченом обиму проводе појединачна оскудна истраживања. Треба рећи да су у појединим европским земљама, па и код нас, још седамдесетих и осамдесетих година заживјела оваква истраживања, те су редовно била финансирана из државног буџета или буџета поједине градске управе.

Ради смањења буке неопходно је обезбиједити истраживање у вези са: мјерењем и системом мониторинга буке и загађења ваздуха; индиректном или споредном

изложеношћу буци; ефикасности стратегија за смањење буке и загађења ваздуха заснованих на здрављу популације уопште, као и вулнерабилних група.

Веома је битни утврдити референтне установе оспособљене кадровски и опремом за спровођење мониторинга комуналне буке и ваздуха и предлагање одговарајућих мјера за смањење комуналне буке и загађења ваздуха у складу са стратегијама и плановима заштите од буке и загађења ваздуха.

Присуство буке и загађење ваздуха у урбаном подручју представља велики проблем и неопходно је приоритетно спровести одређене мјере, као што су потпуно регулисање заштите животне средине у складу са захтјевима ЕУ, што подразумијева доношење нових закона и одговарајућих подзаконских аката, те досљедно обезбјеђивање њиховог спровођења. У Републици Српској недостају, и мораће се дефинисати, критеријуми за обезбјеђење броја и распореда мјерних мјеста, мрежу мјерних мјеста, обим и учесталост мјерења.

ЛИТЕРАТУРА

1. Berglund, B., Th. Lindvall, D. Schwella (1999): Guidelines for Community noise. WHO. Geneva.
2. Богдановић, С., И. Гржетић (2005): JUGOLEX GLOSAR. REC-Канцеларија у Србији и Црној Гори и RAMBOLL-NATURA AB Stocholm. Нови Сад.
3. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control. *Official Journal L 257*, 10/10/1996 P. 0026 – 0040
4. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise - Declaration by the Commission in the Conciliation Committee on the Directive relating to the assessment and management of environmental noise. *Official Journal L 189*, 18.7.2002, p. 12–25
5. Gasić B., M. MacLeod, J. Klánová, M. Scheringer, P. Ilić, G. Lammel, A. Pajović, K. Breivik, I. Holoubek, K. Hungerbühler (2010): "Quantification of sources of PCBs to the atmosphere in urban areas: A comparison of cities in North America, Western Europe and former Yugoslavia", *Environmental Pollution*, Oxford, Elsevier, Switzerland. ISSN 0269-7491, 2010, vol. 158, no. 10, pp. 3230-3235.
6. Ilić, P., Lj. Preradović (2009): Simulation of pollution, i.e. modelling levels of nitrogen dioxide and meteorological parameters. *grkg/Humankybernetik Band 50 - Heft 3* (2009) Akademie Libroservo/IfK. Paderborn, Germany. ISSN 0723-4899. pp. 146-150.
7. Ilić, P., M. Vojinović-Miloradov, S. Marković, Z. Janjuš, A. Jovović, P. Petrović (2009): Simulation of pollution levels of nitrogen oxides in a typical urban area of Banja Luka – Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina. The 2nd international WeBIOPATR workshop-particulate matter: research and management 29 August-2 September 2009. Међавник, Mokra Gora.
8. Илић, П. (2009): Контрола квалитета и истраживање утицаја загађења ваздуха у функцији заштите и унапређења животне средине у Бањој Луци. Докторска дисертација. АЦИМСИ (Асоцијација центара за интердисциплинарне и мултидисциплинарне студије и истраживања), Универзитет у Новом Саду.
9. Илић, П., Љ. Прерадовић, Р. Дејановић, С. Марковић, З. Јањуш (2010): Моделовање загађења ваздуха лебдећим честицама до 10 µm са метеоролошким параметрима, Инфофест, XVII фестивал информатичких достигнућа, Зборник радова, Будва, 2010., стр. 289 – 297.
10. Којовић, Ј., П. Илић, Д. Међед, С. Марковић, С. Рачић-Милишић, Љ. Ерић, С. Тепић (2010): Очување квалитета ваздуха у циљу развоја здравих

- градова и заштите здравља становништва (суфинансијер Министарство науке и технологије Владе Републике Српске).
11. Којовић, Ј., М. Павловић, П. Илић, С. Спремо, М. Рачић, Н. Лакић (2009): Стратегија смањења буке као фактор заштите здравља становништва и унапређења животне средине градова (суфинансијер Министарство науке и технологије Владе Републике Српске).
 12. Кристофоровић-Илић, М., М. Радовановић, Л. Вајагић, З. Јевтић, Р. Фолић, С. Крњетин, Р. Обркнежев (2002): Комунална хигијена. Прометеј, Нови Сад.
 13. Lammel G., J. Klánová, P. Ilić, J. Kohoutek, B. Gasić, I. Kovacić, N. Lakić, R. Radić (2010): "Polycyclic aromatic hydrocarbons on small spatial and temporal scales – I. Levels and variabilities". Atmospheric Environment, Oxford, Elsevier. ISSN 1352-2310, 2010, vol. 44, no. 38, pp. 5015-5021.
 14. Lammel G., J. Klánová, P. Ilić, J. Kohoutek, B. Gasić, I. Kovacić, L. Škrdlíková (2010): "Polycyclic aromatic hydrocarbons on small spatial and temporal scales – II. Mass size distributions and gas-particle partitioning". Atmospheric Environment, Oxford, Elsevier. ISSN 1352-2310, 2010, vol. 44, no. 38, pp. 5022-5027.
 15. Правилник о дозвољеним границама интензитета звука и шума ("Службени лист СРБИХ", број 46/89).
 16. Секулић, П., Р. Кастори, В. Хаџић (2003): Заштита земљишта од деградације. Научни институт за ратарство и повртарство Нови Сад, 230 страна. Нови Сад.
 17. Стевановић, Б., Л. Кнежић, С. Чикарић, Г. Илић-Попов, Г. Караман, Б. Недовић, Д. Тодић, В. Вукасовић, М. Вујошевић, Б. Стојановић, С. Тошовић, Б. Божовић, Д. Мијовић, Ј. Ангелус, М. Пантовић, Ђ. Стефановић (2003): Енциклопедија: животна средина и одрживи развој, књига тачних одговора. Ecolibri, Београд, Завод за уџбенике и наставна средства, Српско Сарајево.
 18. Закон о заштити ваздуха ("Службени гласник Републике Српске" број 52/02)

Примљено: 11.04.2011.

Одобрено: 07.03.2012.