



16-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos
TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,
vykusios 2013 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 16th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'
TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT, 8 May 2013, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 16-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»
ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, 8 мая 2013 г., Вильнюс, Литва

AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO KELIAMO TRIUKŠMO TYRIMAS ALYTAUS MIESTE

Ramūnas Baliukonis, Gintautas Bureika

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjamas automobilių eismo keliamas triukšmas Alytaus mieste ir triukšmo poveikis žmogaus sveikatai bei gyvensenai. Tyrimų pradžioje atlikta mokslo publikacijų ir norminių dokumentų, reglamentuojančių triukšmo prevenciją bei triukšmo mažinimo priemonės, analizė. Pateikiami triukšmo nustatymo pagrindiniai teoriniai aspektai. Suformuluotas tyrimo tikslas ir išskirti tyrimo uždaviniai. Suplanuotas eksperimentas, parinkta eksperimento atlikimo metodika bei automobilių keliamo triukšmo matavimo įranga. Eksperimentiniai tyrimai atlikti, t.y. triukšmo lygis išmatuotas, 15-oje Alytaus miesto gatvių bei 5-iose sankryžose, vertinant pravažiuojančių automobilių srauto intensyvumą. Matavimai buvo atliekami dienos, vakaro ir nakties metu. Matematiškai apdorojus natūrinio eksperimento metu gautus rezultatus, pateiktos bendrosios išvados.

Reikšminiai žodžiai: transporto priemonių eismas, ekvivalentinis triukšmo lygis, triukšmo poveikis, higienos norma.

Įvadas

XX a. pradžioje tokia sąvoka, kaip „automobilių triukšmas“, buvo beveik nežinoma. Automobilių įpirkti galėjo tik pasiturintys Lietuvos gyventojai. Triukšmas miestuose augti pradėjo tik tada, kai į Lietuvą iš užsienio šalių (dažniausiai Vidurio ir Vakarų Europos) pradėjo plūsti platesniam pirkėjų ratui įperkami naudoti automobiliai. Nuo 1992 metų mūsų šalyje automobilių skaičius pradėjo sparčiai didėti, taigi didėjo ir automobilių srautų keliamas triukšmas miestų gatvėse. Transporto keliamas triukšmas tapo vis labiau aktualesnis Lietuvos Respublikos (toliau –LR) miestų bendruomenėms, kadangi per pastaruosius keliolika metų automobilių miestuose padaugėjo kelis kartus.

Pagrindiniai triukšmo šaltiniai mieste yra automobilių transporto srautai gatvėse. Išskirtiniais atvejais jie gali sukelti net iki 80 % bendro triukšmo lygio (Van Maarseveen *et al.* 2003). Pagrindinė vis didėjančio automobilių transporto triukšmo priežastis – šalyje nuolat didėjantis senų, techniškai netvarkingų automobilių skaičius bei nuolat besiplečianti transporto įmonių veikla. Per pastaruosius dešimt metų automobilių transporto srautai Lietuvos keliuose ir miestų gatvėse išaugo apie 2,4 karto. Dėl šių priežasčių padaugėjo eismo įvykių, piko valandomis miestuose susidaro milžiniškos automobilių spūstys, pail-

gėjo kelionės laikas. Bene aktualiausia problema žmogui yra ta, kad padidėję automobilių srautai sukelia triukšmą, kuris viršija leistinąsias normas, taip kenkdamas sveikatai (Baltrėnas *et al.* 2003; Žeromskas 1998).

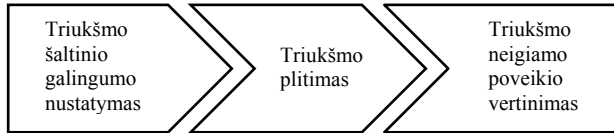
Pagrindinė automobilių sukeliama triukšmo žalinga pasekmė yra ta, kad jis neigiamai įtakoja žmogaus gyvenimą. Žmonės triukšmą suvokia kaip vieną didžiausių aplinkosaugos problemų. Triukšmas gali veikti ir fiziškai, ir psichologiškai, trikdydamas tokias pagrindines veiklas, kaip miegas, poilsis, mokslas ir bendravimas. Nors triukšmo žalingas poveikis žinomas jau seniai, pastaruoju metu nustatyta, kad triukšmas gali būti žalingas sveikatai, jei dienos metu keliamo ekvivalentinio triukšmo lygis viršija 65 dB(A) (Babisch 2008).

Nors triukšmas yra opi problema, iki šiol tyrimams, kuriais siekiama išmatuoti aplinkos triukšmą ir sukurti triukšmą mažinančias priemones, LR skiriama ženkliai mažiau dėmesio negu kitoms su automobilių transportu tiesiogiai susijusioms aplinkosauginėms problemoms, tokioms kaip oro, vandens ir dirvožemio tarša.

Šiame straipsnyje pateikiami ir aptariami natūrinio eksperimento metu gauti ekvivalentinio ir didžiausio triukšmo lygiai Alytaus miesto gatvėse bei sankryžose.

1. Triukšmo vertinimo teoriniai aspektai

Triukšmo šaltinio (šiuo atveju, gatve važiuojančių automobilių) įvertinimas gali būti atliekamas pagal tokią schemą (1 pav.):



1 pav. Triukšmo šaltinio vertinimo

Automobilių transporto sukeliama ekvivalentinio triukšmo lygio decibelais funkcija yra tokia (Klibavičius 2009):

$$L_{Aeq} = f(Q), \quad (1)$$

čia: Q – automobilių transporto srautas gatvėje, aut./h.

Kaip matyti iš (1) formulės, automobilių transporto sukeliamas triukšmas priklauso nuo gatve pravažiuojančių automobilių skaičiaus ir apskaičiuojamas taip (Klibavičius, 2009):

$$L_{Aeq} = e^{A_0} \cdot Q_{PA}^{B_0} + \sum L_p, \text{ dB} \quad (2)$$

čia: A_0 ir B_0 – laipsnio rodikliai pagrindiniam automobilių srautui, kurie atitinkamai lygūs 4,09988 ir 0,03284; Q_{PA} – pagrindinis srautas, išreikštas lengvaisiais automobiliais, aut./h; L_p – pataisos dėl variklinių transporto priemonių dalies sraute, tramvajų triukšmo, srauto vidutinio greičio, skiriamosios juostos pločio, dangos tipo ir kt., dB.

Srauto išreiškimui lengvaisiais automobiliais, naudojami atitinkami koeficientai, kurie pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Srauto išreiškimas lengvaisiais automobiliais

Transporto priemonė	Koeficientai
Lengvasis automobilis	1
Mažas sunkvežimis 3,5 t	1,5
Mažas sunkvežimis 3,5 t su priekaba	1,6
Autobusas	2,5
Troleibusas	2,7
Motociklas	1,5
Dviratis	0,05
Sunkvežimis	2,2

Triukšmo plitimą tam tikrame teritorijos taške galima nusakyti tokiu modeliu (2 pav.). Skaičiavimams naudojamos šios lygtys (Klibavičius 2009):

1. Atstumas tarp taško ir triukšmo šaltinio:

$$L_{AB}^2 = (X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2 + (Z_B - Z_A)^2, \text{ m} \quad (3)$$

čia: X, Y, Z – taško B koordinatės, įvertinus triukšmo šaltinio padėtį, m.

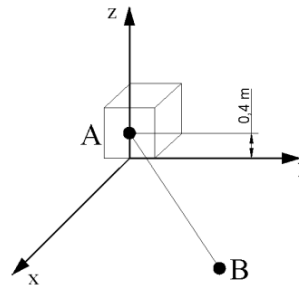
2. Triukšmo lygis taške B:

$$L_{AeqB} = L_{Aeq} - L_{DA}, \text{ dB} \quad (4)$$

čia: L_{DA} – triukšmo lygio kritimas priklausomai nuo atstumo, dB.

3. Triukšmo lygio kritimas apskaičiuojamas:

$$L_{DA} = 13,1539 + 6,40975 \cdot \ln(L_{AB}), \text{ dB}. \quad (5)$$



2 pav. Triukšmo plitimo modelis

Iš (5) formulės matyti, kad triukšmo lygis priklauso nuo atstumo L_{AB} kinta netiesiškai. Triukšmo lygis mažėja pagal natūrinio logaritmo funkciją. Triukšmo lygiui tostant, kai atstumas nėra didelis, triukšmo lygio mažėjimo kreivė staigiai kyla į viršų (triukšmo lygis pas- tebimai mažėja), o esant didesniems atstumams, triukšmo sumažėjimas nėra toks žymus.

Vertinant triukšmo neigiamą poveikį žmogui, reikia atsižvelgti į tai, kad ilgalaikis triukšmo poveikis mažina žmogaus darbingumą, pvz. 70 dB garsas fizinio darbo našumą sumažina apie 2 %, o protinio – 4–5 %. Be to, triukšmą vertinti reikia dienos ir nakties metu (Klibavičius 2009).

2. Triukšmo lygio matavimo metodika

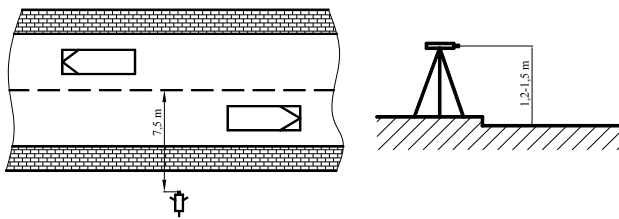
Matavimo įranga ir matavimo sąlygos turi atitikti tarptautinio standarto ISO 1996–2:2007 (LST ISO 1996–2:2008) pagrindinius reikalavimus.

Matuojamas triukšmas privalo būti kiek galima labiau artimesnis tam triukšmui, kurio charakteristikas norima iširti. Norint nustatyti ar eismo sąlygos atitinka norimą iširti transporto priemonių srautą, reikia išmatuoti vidutinį automobilių eismo greitį bei pasižymėti kelio paviršiaus dangą (asfaltas, cementbetonis, žvyras, grindinys). Norint kuo tiksliau įvertinti tiek ekvivalentinį, tiek didžiausią triukšmo lygį, matavimo trukmė parenkama tokia, kad matavimo metu pasikeistų visos matuojamai vietai būdingos eismo sąlygos, pvz. greitėjimas, lėtėjimas, važiavimas pastoviu greičiu, stovėjimas sankryžoje ir t. t.

Kai matuojamas ekvivalentinis triukšmo lygis, pravažiuojančių transporto priemonių skaičius turi būti skaičiuojamas visą matavimo laiko intervalą. Jeigu norima matavimo rezultatus priskirti tam tikroms automobilių transporto eismo sąlygoms, turėtų būti išskirtos bent dvi kategorijos: sunkvežimiai ir lengvieji automobiliai. Čia sunkvežimiams priskiriami automobiliai, kurių masė viršija 3,5 t.

Oro sąlygos turi būti tokios, kad matuojant nesukeltų pašalinių trikdžių, kurie tiesiogiai įtakotų matavimo rezultatus. Važiuojamosios gatvės dalies danga, kuria juda automobiliai, turi būti sausa. Gatvės danga neturėtų būti padengta sniegu ar ledu. Taip pat neleidžiama, kad važiuojamoji gatvės danga būtų sušalusi ar permirkusi nuo perteklinio vandens kiekio, nebent yra tiriama šių gatvės dangos sąlygų įtaka sukeliama triukšmui.

Matavimo vietą reikia rinktis atsižvelgiant į šiuos veiksnius: arti esančias kliūtis, vėjo kryptį, vėjo greitį, neviršijantį 5 m/s, oro drėgmę. Mikrofonas laikomas 1,2–1,5 m virš žemės paviršiaus. Triukšmo lygis matuojamas ir reglamentuojamas 7,5 m atstumu nuo važiuojamosios kelio dalies vidurio. Triukšmo lygio matavimo schema pateikta 3 paveiksle.



3 pav. Gatvės triukšmo matavimo schema

Triukšmo matavimui pasirinktas Brüel & Kjær gamintojo nešiojamas triukšmo analizatorius 2250, montuojamas ant specialaus gamintojo trikojo UA-0587, kurio aukštis bei triukšmo analizatoriaus tvirtinimo vietos padėtis yra reguliuojami. Trikojo aukštis reguliuojamas jo teleskopinėmis „kojomis“. Nešiojamas analizatorius ir trikojis parodytas 4 paveiksle (Brüel & Kjær 2012).



4 pav. Nešiojamas triukšmo analizatorius Brüel & Kjær 2250 ir trikojis UA-0587

Matavimų rezultatai per USB 2.0 jungtį perkeliama į kompiuterį pasinaudojant gamintojo programine įranga – BZ-5503.

3. Eksperimentiniai triukšmo tyrimai Alytaus mieste

Automobilių keliamo triukšmo tyrimai buvo atlikti siekiant nustatyti ir įvertinti esamą triukšmo lygį Alytaus miesto gatvėse bei sankryžose. Matavimai buvo atlikti 15-je gatvių ir 5-iose sankryžose. Higienos norma HN 33:2011 nustato ribines ekvivalentinio ir didžiausio triukšmo lygio reikšmes dienos (6–18) val., vakaro (18–22) val. ir nakties (22–6) val. metu (HN 33:2011). Taigi buvo matuojamas ekvivalentinis L_{eq} ir didžiausias L_{max} triukšmo lygis dienos, vakaro ir nakties metu. Matavimo trukmė pasirinkta atsižvelgiant į tai, kad, esant trumpam laiko intervalui, matavimams įtakos gali turėti transporto srautų svyravimai. Pasirinktas triukšmo matavimo laiko intervalas – 10 min. Triukšmo matavimo vietų vaizdai pateikti 5 pav.

Triukšmas Alytaus mieste matuotas 2012 m. liepos mėn. 3–6 d. Atliekant matavimus, taip pat buvo fiksuojamas pravažiuojančių automobilių skaičius abejomis eismo kryptimis. Užfiksuotas automobilių eismo intensyvumas atitinkamose gatvėse per 1 h pateiktas 2 lentelėje.

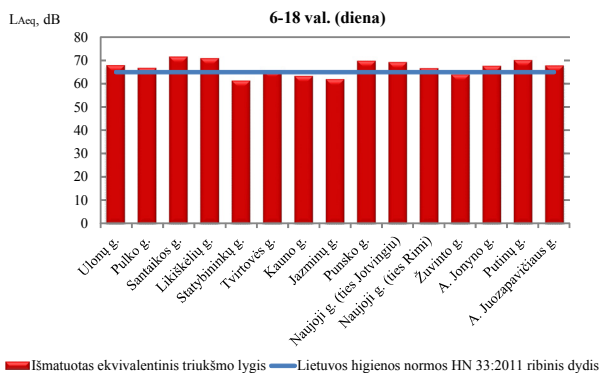


5 pav. Triukšmo lygio matavimo sankryžos ir gatvės vaizdai

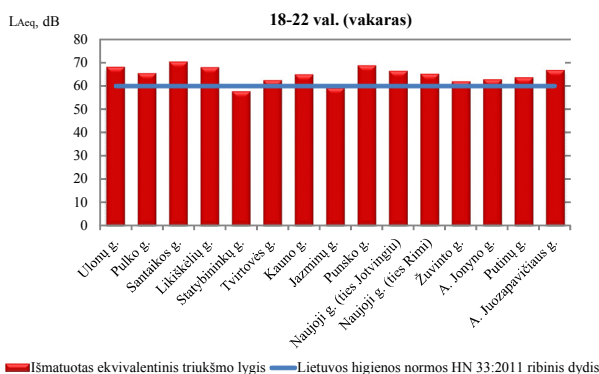
2 lentelė. Automobilių eismo intensyvumas gatvėse

Gatvės pavadinimas	Intensyvumas, aut./h		
	(6–18) val.	(18–22) val.	(22–6) val.
Ulonų g.	756	1056	390
Pulko g.	624	468	288
Santaikos g.	1008	906	396
Likiškėlių g.	714	366	408
Statybininkų g.	324	234	132
Tvirtovės g.	1050	480	60
Kauno g.	402	492	72
Jazminių g.	372	138	60
Punsko g.	534	324	48
Naujoji g. (ties Jotvingio PC)	1068	576	258
Naujoji g. (ties Rimi PC)	1140	924	240
Žuvinto g.	450	318	66
A. Jonyno g.	768	318	54
Putinų g.	966	312	54
A. Juozapavičiaus g.	852	708	42

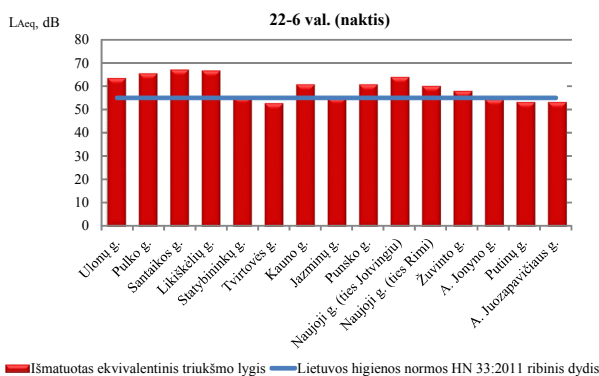
Išmatuoti ir palyginti su higienos normos HN 33:2011 leistinomis vertėmis ekvivalentinio triukšmo lygiai 15-oje Alytaus miesto gatvių pateikti 6–8 pav.



6 pav. Išmatuotų ekvivalentinio triukšmo lygių dienos metu ir higienos normos palyginimas



7 pav. Išmatuotų ekvivalentinio triukšmo lygių vakaro metu ir higienos normos palyginimas



8 pav. Išmatuotų ekvivalentinio triukšmo lygių nakties metu ir higienos normos palyginimas

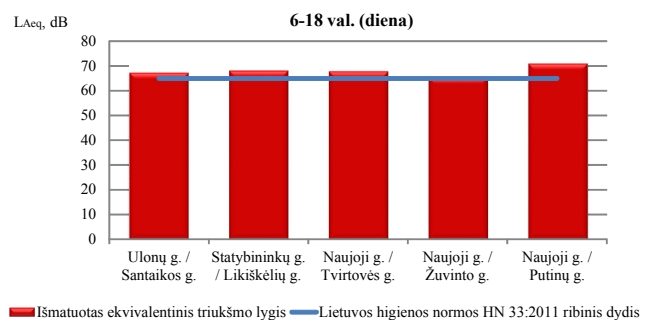
Iš 6 pav. matyti, kad gatvėse, kuriose yra didesni transporto srautai (beveik 1000 aut./h), dienos metu ekvivalentinis triukšmo lygis viršija leistiną normą – 65 dB. Leistinos triukšmo lygio normos neviršija tos gatvės, kuriomis juda mažesni (iki 500 aut./h) automobilių transporto srautai, jose nėra didelių traukos taškų – prekybos centrų, visuomeninių įstaigų, darbo įstaigų ir kt. Galima

išskirti šias gatves, kurios dienos metu neviršija leistinos higienos normos ir yra mažiausiai triukšmingos – Statybininkų, Kauno, Jazminų ir Žuvinto gatvės. Keliose gatvėse – Pulko, Tvirtovės ir Naujojoje (ties Rimi PC) – nežymiai (iki 2 dB) viršijamas leistinas higienos normos lygis. Daugiausiai (apie 6 dB) higienos normos viršijamos Santaikos ir Likiškėlių gatvėse. Santaikos gatvėje didžiausias triukšmas kyla dėl sunkvežimių eismo.

Iš 7 pav. diagramų matyti tos pačios triukšmo kitimo tendencijos kaip ir dienos metu. Pagrindinis skirtumas tas, kad vakaro metu higienos norma (60 dB) viršijama visose gatvėse, išskyrus Statybininkų ir Jazminų gatves. Gatvių, atitinkančių higienos normos triukšmo lygį 60 dB, vakaro metu yra tik dvi.

Nakties metu triukšmas didžiausias pagrindinėse ir judriausiose Alytaus gatvėse – Ulonų, Pulko, Santaikos, Likiškėlių, Punsko ir Naujojoje. Visgi higienos normos leistinas nakties triukšmo lygis 50 dB viršijamas tose gatvėse, kuriose dienos metu triukšmo lygis atitiko higienos normos reikalavimus – 65 dB. Toks atvejis galimas todėl, kad automobilių eismo triukšmo lygis mažai keičiasi priklausomai nuo paros laiko. Esant nakties metui, triukšmo lygis sumažėja nepakankamai, kad atitiktų mažesnę leistiną triukšmo lygį – 50 dB. Gatvių, atitinkančių higienos normą, skaičius padidėja iki dienos metu buvusio skaičiaus – 4 gatvių.

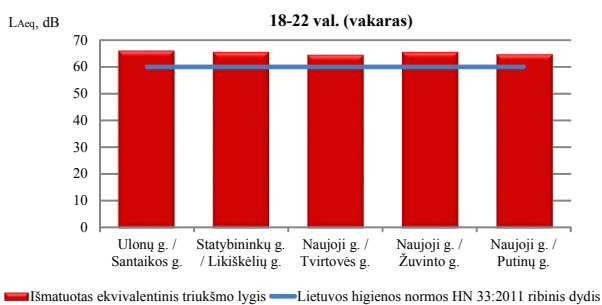
Išmatuotas ekvivalentinis triukšmo lygis ir 5-iose Alytaus miesto sankryžose. Šių triukšmo lygių ir higienos normos HN 33:2011 ribinių verčių palyginimas pateiktas atitinkamai 9–11 pav.



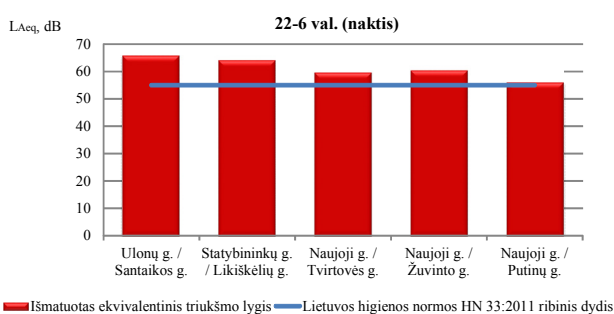
9 pav. Išmatuotų ekvivalentinio triukšmo lygių dienos metu ir higienos normos palyginimas

Ekvivalentinis triukšmo lygis sankryžose bet kuriuo paros laiku viršija leistinas normas. Lygindami 9–11 pav., matome, kad priklausomai nuo paros laiko, keičiasi triukšmingiausios sankryžos. Dienos metu triukšmingiausia yra Naujosios/Putinų gatvių sankryža (71 dB), nakties metu didžiausias triukšmas užfiksuotas Ulonų/Santaikos gatvių sankryžoje (65,9 dB), o vakaro metu triukšmo lygis visose sankryžose yra labai panašus – apie 65,4 dB.

Mažiausias triukšmo lygis dieną – Naujosios/Žuvinto gatvių sankryžoje (65,4 dB), naktį – Naujosios/Putinų gatvių sankryžoje (56,1 dB).



10 pav. Išmatuotų ekvivalentinio triukšmo lygių vakaro metu ir higienos normos palyginimas



11 pav. Išmatuotų ekvivalentinio triukšmo lygių nakties metu ir higienos normos palyginimas

Išmatuoto didžiausio triukšmo lygio reikšmės Alytaus miesto gatvėse bei sankryžose visą parą viršija higienos normos HN 33:2011 leistinas reikšmes (atitinkamai dieną – 70 dB, vakare – 65 dB, naktį – 60 dB).

5. Išvados

1. Automobilių eismas yra labiausiai paplitęs triukšmo šaltinis miestų gatvėse ir sudaro 60–80 % miesto triukšmo, todėl būtina imtis automobilių eismo valdymo veiksmingesnių priemonių ir darniau plėtoti miestų infrastruktūrą.

2. Atlikus 15-os Alytaus gatvių triukšmo matavimus ir gautas triukšmo lygio reikšmes palyginus su higienos normos HN 33:2011 leistinomis reikšmėmis, nustatytos triukšmingiausios ir tyliausios Alytaus miesto gatvės.

3. Dienos metu ekvivalentinio triukšmo lygio normos (65 dB) neviršijamos Statybininkų, Kauno, Jazminų ir Žuvinto gatvėse, daugiausiai viršija – Santaikos ir Likiškėlių gatvėse.

4. Vakaro metu normos (60 dB) neviršijamos Statybininkų ir Jazminų gatvėse, daugiausiai viršija – Santaikos gatvėje.

5. Nakties metu normos (55 dB) neviršijamos Tvirtovės, A. Jonyno, Putinų ir A. Juozapavičiaus gatvėse, daugiausiai viršijamos – Santaikos ir Likiškėlių gatvėse.

6. Dienos metu triukšmingiausia yra Naujosios/Putinų gatvių sankryža, nakties metu – Ulonų/Santaikos gatvių sankryžoje. Vakaro metu triukšmo lygis visose sankryžose yra labai panašus – apie 65,4 dB. Mažiausias triukšmo lygis dieną – Naujosios/Žuvinto gatvių sankryžoje, naktį – Naujosios/Putinų gatvių sankryžoje.

7. HN 33:2011 didžiausio triukšmo lygio leistinos normos visu paros metu viršijamos visose tirtose Alytaus miesto gatvėse bei sankryžose. Apibendrinto triukšmo lygis mažiausias Alytaus miesto šiaurės rytinėje dalyje, o didžiausias – pietvakarinėje dalyje.

Literatūra

- Babisch, W. 2008. Road traffic noise and cardiovascular risk, *Noise and Health* 10(38): 27–33.
- Baltrėnas, P.; Vasarevičius, S. 2003. Transporto sistemos aplinkosauginis vertinimas, iš *Transportas: technologijos, ekonomika, aplinka, sveikata*. Vilnius: Technika: 685–774.
- Brüel & Kjør. 2012. *Hand-held Analyzers Types 2250 and 2270 user manual: technical documentation* [interaktyvus], [žiūrėta 2012 12 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.bksv.com/downloads/2250/BE1713.pdf>>.
- HN 33:2011. *Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje*.
- Klibavičius, A. 2009. *Transporto neigiamo poveikio aplinkai vertinimas*. Vilnius: Technika. 70 p.
- LST ISO 1996-2:2008. *Akustika. Aplinkos triukšmo aprašymas, matavimas ir įvertinimas. 2 dalis. Aplinkos triukšmo lygių nustatymas (tapatus ISO 1996-2:2007)*.
- Van Maarseveen, M.; Zuidgesst, M. 2003. Sustainable urban transportation development: a modeling approach, in *Urban Transport and the Environment in the 21st Century*. Southampton: Witpress: 203–212.
- Žeromskas, R. 1998. Lietuvos kelių transporto svarbiausios aplinkosauginės charakteristikos, *Aplinkos inžinerija*, 6(4). Vilnius: Technika: 104–145.