

MOBILIOSIOS PROGRAMĖLĖS GARSO MATUOKLIS NAUDOJIMO TRANSPORTO TRIUKŠMO LYGIO TYRIMUI GALIMYBĖS ANALIZĖ

Ingrida Pliopaitė Bataitienė

Utenos kolegija

Anotacija. Oficialiosios statistikos duomenų bazės duomenimis, 2023 m. Lietuvoje buvo registruota 2 223 549 transporto priemonių, kurių vidutinis amžius – apie 17 metų, o didžioji jų dalis varomos kuru, pagamintu iš naftos produktų. Didėjant transporto srautams miestuose ir gyvenvietėse, vis daugiau žmonių susiduria su akustiniu diskomfortu. Pasaulio sveikatos organizacija nurodo, kad aplinkos triukšmas yra antra pagrindinė ligų priežastis po oro taršos. Apie 100 milijonų žmonių ES valstybėse narėse yra veikiami didesnio nei 55 dBA kelių transporto triukšmo, o 32 milijonai yra veikiami triukšmo lygio, didesnio nei 65 dBA. Dėl nuolatinio triukšmo poveikio gali atsirasti įvairių sveikatos sutrikimų: miego ir mokymosi sutrikimų, hipertenzija, išeminė širdies liga, susierzinimas, gali pablogėti psichinė sveikata ir pan. Triukšmo poveikio sveikatai valdymas visų pirma priklauso nuo tikslų garso lygio matavimų. Transporto triukšmo problemos sprendimui svarbūs ne tik teisės aktai, kuriais reglamentuojamas triukšmo lygis, inžineriniai statiniai triukšmui mažinti, darnus miestų planavimas, bet ir visuomenės švietimas. Didėjantis supratimas apie neigiamą triukšmo poveikį visuomenės sveikatai lemia poreikį matuoti triukšmą, įtraukiant visuomenę į stebėsenos procesus. Vienas iš visuomenės įsitraukimo būdų galėtų būti realizuojamas panaudojant išmaniuosius telefonus, kuriuose įdiegta garso matavimo programa. Straipsnyje analizuojama transporto triukšmo lygio matavimo galimybė naudojant dvi skirtingas matavimo priemones – garso matuoklį bei mobiliąją programėlę. Transporto triukšmo lygio matavimai atlikti Kauno g., Utenoje. Triukšmo lygis tirtas naudojant garso lygio matuoklį *AZ8922 Digital Sound Level Meter* ir išmanųjį telefoną *Samsung Galaxy A55*, kuriame įdiegta garso lygio matavimo programėlė *Garso matuoklis*. Nustatyta, kad vidutinis transporto triukšmo lygis Kauno g. (Utenoje) kito 57,3–64,4 dBA (matuojant garso matuokliu *AZ8922*) ir 69,0–74,3 dBA (matuojant mobiliąją programėlę *Garso matuoklis*) ribose. Remiantis gautų transporto triukšmo lygio matavimo rezultatų, nustatytų dviem skirtingomis matavimo priemonėmis penkiuose matavimo taškuose tomis pačiomis aplinkos sąlygomis, analize, galima daryti išvadą, kad mobiliąją programėlę *Garso matuoklis* pateikė vidutiniškai 9,9–11,7 dBA didesnius garso lygio matavimo rezultatus, neatsižvelgiant į triukšmo lygį.

Reikšminiai žodžiai: transportas, triukšmo lygis, išmanieji telefonai, garso lygio matuoklių programos

Įvadas

Transportas – neatsiejama šiuolaikinio žmogaus buities dalis. Didėjant transporto srautams miestuose ir gyvenvietėse, vis daugiau žmonių susiduria su akustiniu diskomfortu (Del Pizzo ir kt., 2020). Oficialiosios statistikos duomenų bazės duomenimis, 2023 m. Lietuvoje buvo registruota 2 223 549 transporto priemonių, 1 487 766 iš jų – lengvieji keleiviniai automobiliai. 2023 m. Lietuvoje vidutinis automobilio amžius buvo apie 17 metų. Didžioji dalis automobilių varomi kuru, pagamintu iš naftos produktų (Valstybės duomenų agentūra, 2024; Levčenkovaite-Skardžė, 2024).

Nors šiuolaikinis žmogus neišsivaizduoja kasdieninių veiklų be transporto, iš pastarojo gaunama ne tik naudos, bet ir nuolat juntamas neigiamas poveikis aplinkai dėl išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų bei skleidžiamo triukšmo, kuris kelia pavojų žmonių sveikatai ir saugai. Transporto triukšmas yra dinamiškas, apimantis visas miesto teritorijas, jo lygiui įtakos turi kelio tipas, kelio sudėtis, transporto greitis ir intensyvumas. Transporto priemonių skleidžiamas triukšmas sudėtingas reiškiny, kuriam įtakos turi mechanizmų triukšmas, aerodinaminiai efektai, padangų ir kelio sąveika. Ši triukšmo rūšis labiausiai paplitusi urbanizuotose vietovėse. Pasaulio sveikatos organizacija (PSO) nurodo, kad aplinkos triukšmas yra antra pagrindinė ligų priežastis po oro taršos. Apie 100 milijonų žmonių ES valstybėse narėse yra veikiami didesnio nei 55 dBA kelių transporto triukšmo, o 32 milijonai yra veikiami nepriimtino triukšmo lygio, didesnio nei 65 dBA. Apie 20 proc. ES gyventojų patiria didelį kelių eismo triukšmą dienos–vakaro–nakties laikotarpiu ir 15 proc. naktį. Dėl nuolatinio tokio didelio triukšmo lygio poveikio gali atsirasti įvairių sveikatos sutrikimų: miego ir mokymosi sutrikimų, hipertenzija, išeminė širdies liga, susierzinimas, gali pablogėti psichinė ir fizinė žmonių sveikata, pakilti streso lygis (World Health Organization, 2024; Del Pizzo ir kt., 2020; Danilevičius ir kt., 2023; Salkiė-Smailkadiė, 2024; Džambas ir kt., 2024).

Nustatyti rekomenduojami transporto triukšmo lygiai, esant vidutiniam triukšmo poveikiui, yra mažiau nei 53 dBA dienos metu ir mažiau nei 45 dBA nakties metu. Pagal Lietuvos higienos normą HN 33:2011, didžiausias leidžiamas triukšmo ribinis dydis gyvenamųjų, visuomeninės paskirties pastatų aplinkoje,

veikiamoje transporto sukeliama triukšmo, yra 70 dBA (6–18 val.), 65 dBA (18–22 val.), 55 dBA (22–6 val.). Neigiamą transporto triukšmo poveikį rekomenduojama reguliuoti, naudojant tinkamas padangas, mažinant eismo srautus, ribojant sunkvežimių eismą, įrengiant triukšmo sienes, didinant pastatų sandarumą, įrengiant kelio elementus (pvz., tunelius), projektuojant gyvenamuosius būstus tyliosiose zonose, kur gausu žaliųjų erdvių, naudojant žaliuosius barjerus triukšmo mažinimui. Žaliųjų barjerų naudojimas lemia ne tik transporto triukšmo sugertį, ekranavimą, bet ir prisideda prie oro kokybės gerinimo bei estetinio ir psichologinio komforto urbanizuotoje teritorijoje didinimo (World Health Organization, 2024; Salkiū-Smailkadić, 2024). Norint mažinti transporto sektoriaus poveikį aplinkai, būtina taršius degalus keisti alternatyviais degalais, o įgyvendinant dekarbonizacijos iniciatyvas, skatinti anglies dioksido neišskiriančių transporto priemonių naudojimą klimato kaitai sušvelninti (Levčenkovaite-Skardžė, 2024).

Transporto triukšmo problemos sprendimui svarbūs ne tik teisės aktai, kuriais reglamentuojamas triukšmo lygis, inžineriniai statiniai triukšmui mažinti, darnus miestų planavimas, bet ir visuomenės švietimas. Didėjantis supratimas apie neigiamą triukšmo poveikį visuomenės sveikatai lemia poreikį matuoti triukšmą, įtraukiant visuomenę į stebėsenos procesus. Visuomenė galėtų įsitraukti panaudodama išmaniuosius telefonus, kuriuose įdiegta garso matavimo programa. Tokių mobiliųjų programėlių naudojimas galėtų būti patraukli ir piliečius šviečianti mokslo veikla. Paprastam vartotojui, neturinčiam galimybių ar nenorinčiam investuoti į brangią įrangą, mobiliosios programėlės yra patrauklus, nebrangus būdas išmatuoti garso slėgio lygį. Kita vertus, toks visuomenės įsitraukimas lemtų triukšmo matavimų skaičiaus padidėjimą, o kartu ir galimybę rengti triukšmo žemėlapius. Pasitelkus visuomenės narių triukšmo taršos matavimus miestuose, naudojant *iPhone* garso matuoklio programą *SPLnFFT*, buvo sukurti Niujorko (JAV) ir Seulo (Pietų Korėja) triukšmo žemėlapiai. Mokslininkai, taikydami vienos dienos triukšmo stebėjimo praktiką, sukūrė triukšmo taršos žemėlapius vietovėse, kuriose yra parkų ir miesto erdvių. Tokiuose vienos dienos triukšmo matavimo renginiuose dalyvavę visuomenės nariai nurodė, kad norėjo daugiau sužinoti apie triukšmo taršą (25 proc.), buvo susirūpinę dėl triukšmo taršos (17 proc.), siekė gilinti gamtos saugos žinias (29 proc.). Tokio tipo renginiai ne tik sėkmingai įtraukia visuomenės narius, didina jų sąmoningumą, bet ir sudaro galimybę surinkti apie tris kartus daugiau duomenų, nei tyrimo grupė būtų surinkusi viena per tą patį laiką (Zipf ir kt., 2020).

Nors triukšmo matavimo renginiai, kuriuose dalyvauja visuomenės nariai, yra tam tikra švietimo forma, tačiau labai svarbus yra išmaniųjų telefonų garso matavimų tikslumas ir patikimumas. Murphy ir Kingas (2016) teigia, kad *iOS* platformoje esančios programos yra pranašesnės už tas, kurios veikia *Android* platformoje, be to, yra reikšmingas ryšys tarp telefono amžiaus ir jo gebėjimo tiksliai išmatuoti triukšmą. Tuo tarpu McLennonas ir kt. (2019) konstatuoja, kad, matuojant išmaniaisiais telefonais skirtingo lygio garsą, *iOS* platformos programos perversina garso lygį, o matavimo rezultatams būdinga didelė sklaida. Vertinant vidutinių matavimo paklaidų ribas, teigiama, kad *Android* platformos programų paklaidos buvo mažesnės nei *iOS*, be to, *Android* programų vidutiniai rezultatai yra artimesni etaloninėms sąlygoms, tiriant visus garso lygius, tačiau *Android* programų našumas esant 90 dBA yra gerokai mažesnis nei *iOS* (McLennon ir kt., 2019). Wu ir Chenas (2024) teigia, kad tiek *iOS*, tiek *Android* platformų mobiliųjų programėlių tikslumas yra ginčytinas, be to, tokie įrenginiai nėra sertifikuoti. Garso lygio matavimų rezultatams, gautiems naudojant išmaniuosius telefonus, įtakos galimai turi ne tik mobiliųjų programėlių taikomi skirtingi algoritmai, bet ir išmaniuosiuose telefonuose esančių mikrofonų parametrai bei matuojamo garso dažninė sudėtis, o taip pat ir telefono orientacija, matuojant garso slėgio lygį (Wu ir Chen, 2024). Visgi, moksliniuose literatūros šaltiniuose teigiama, kad mobilieji telefonai gali būti naudingos triukšmo matavimo priemonės, tačiau svarbus yra jų kalibravimas (Celestina ir kt., 2021).

Temos naujumas. Lietuvoje mobiliųjų programėlių panaudojimas transporto triukšmo tyrimams nėra plačiai nagrinėjamas.

Tyrimo tikslas – atlikti gatvės triukšmo lygio rezultatų, gautų naudojant garso matuoklį bei mobiliąją programėlę, analizę. Šiam tikslui pasiekti sprendžiami uždaviniai:

1. Analizei pasirinktoje gatvėje atlikti transporto triukšmo lygio tyrimą, naudojant skirtingas matavimo priemones.
2. Išanalizuoti gautus gatvės triukšmo lygio tyrimo rezultatus, naudojant skirtingas matavimo priemones.
3. Įvertinti mobiliųjų programėlių panaudojimo transporto triukšmo lygio tyrimui galimybes.

Tyrimo objektas – mobiliosios programėlės panaudojimas, tiriant transporto skleidžiamą triukšmo lygį.

Tyrimo metodai ir sąlygos

Informacijai apie mobiliųjų programėlių panaudojimą, tiriant transporto skleidžiamą triukšmo lygį, apdoroti taikytas mokslinės literatūros analizės metodas. Gatvės triukšmo lygis tirtas vienu metu naudojant garso lygio matuoklį *AZ8922 Digital Sound Level Meter* ir išmanųjį telefoną *Samsung Galaxy A55*, kuriame įdiegta garso lygio matavimo programėlė *Garso matuoklis*. Transporto triukšmo matavimo taškų išsidėstymas pateikiamas 1 paveiksle.



1 pav. Transporto triukšmo matavimo taškų (●) schema Utenoje, sudaryta autorės pagal Valstybės įmonės Registrų centras (n. d.) pateiktą informaciją

Transporto triukšmo lygis matuotas 5 taškuose kartojant matavimus 3 kartus. Matavimo taškai analizuojamoje gatvėje parinkti 7,5 m atstumu nuo artimiausios transporto juostos. Transporto triukšmo lygis matuotas laikant matavimo priemonės 1,2–1,5 m aukštyje, nukreipus triukšmo matuoklio mikrofoną į gatvę. Matavimo taškų charakteristikos pateikiamos 1 lentelėje.

1 lentelė. Triukšmo matavimo taškų charakteristikos

Matavimo taško numeris	Matavimo taško koordinatės	Apibūdinimas
1	X6152452, Y601140	Kauno g., Maironio g., Rinkos g. sankryža, esanti įkalnėje, danga – asfaltas
2	X6152424, Y601196	Ribojasi su Utenio aikšte, įkalnė, danga – asfaltas
3	X6152417, Y601210	Šalia mokslo paskirties pastato, kelias lygus, danga – asfaltas
4	X6152416, Y601212	Ribojasi su Utenio aikšte, kelias lygus, šalia greičio matavimo kalnelio, danga – asfaltas
5	X6152410, Y601225	Kelias lygus, pėsčiųjų perėja, danga – asfaltas

Matavimas atliktas naudojant *AZ8922 Digital Sound Level Meter* triukšmo matuoklį, kuris priklauso matavimo įrenginių 2 klasei, matavimo ribos A skalėje 30–130 dB, skaitmeninio ekrano skiriamoji geba – 0,1 dB, matavimo tikslumas, esant 94 dB, 1 kHz, yra $\pm 1,5$ dB. Matavimai atlikti atsižvelgiant į Lietuvos higienos normą HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomenės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“.

Tuo pačiu metu, tokiomis pačiomis sąlygomis buvo atliekami triukšmo lygio matavimai naudojant ir išmanųjį telefoną *Samsung Galaxy A55*, kuriame įdiegta nemokama garso lygio matavimo programėlė *Garso matuoklis* (2 pav.).



2 pav. Matavimo programėlė *Garso matuoklis* (Google Play, n. d.)

Ši mobilioji programėlė garso matavimui naudoja telefone įmontuotą mikrofoną. Atsižvelgiant į tai, kad mobiliuosiuose įrenginiuose integruoti mikrofona yra pritaikyti žmogaus balsui, o didžiausios vertės yra ribojamos aparatinės įrangos, garsas virš 90 dB gali būti neatpažįstamas. Kadangi vidutinis gatvės triukšmas miestuose dažniausiai yra apie 82 dB, tikėtina, kad skleidžiamas transporto triukšmas bus tinkamai identifikuotas.

Matavimai atlikti dienos metu – 15 val., naudojant abi triukšmo lygio matavimo priemones. Matavimo taškuose 7,5 m atstumu nuo artimiausios transporto juostos, 1,2–1,5 m aukštyje laikomas į gatvę nukreiptas triukšmo matuoklio mikrofona, matuojamas triukšmo A lygis. Atliekant transporto triukšmo lygio matavimus mobiliąja programėle, taikytas (Zipf ir kt., 2020) šaltinyje aprašytas telefono ekranavimo metodas – nugara atsukama vėjui, nesant vėjo gūsių, telefonas laikomas 10 cm atstumu nuo krūtinės, vėjo poveikis triukšmo matavimams yra nereikšmingas, t. y. vidutiniškai tik 0,25 dBA mažesnis. Svarbu pažymėti, kad programa *Garso matuoklis* buvo vertinta kaip įdiegta be kalibravimo, nes tokia situacija atspindi visuomenės atstovų naudojimą.

Gautų tyrimo rezultatų vertinimas atliktas, pasitelkiant aprašomosios statistikos analizės metodus.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Transporto triukšmo lygio tyrimas atliktas urbanizuotoje teritorijoje – Utenos mieste, Kauno gatvėje. Transporto triukšmo lygis tirtas naudojant garso matuoklį *AZ8922 Digital Sound Level Meter* (toliau – *AZ8922*) ir mobiliąją programėlę *Garso matuoklis* (toliau – *GM*) 2024 m. spalio 23 d. Prieš atliekant transporto triukšmo lygio matavimus, įvertintos meteorologinės sąlygos:

- santykinis oro drėgnumas – 70 proc.;
- oro temperatūra – 16 °C;
- vėjo greitis – 3,2 m/s;
- oro sąlygos – giedra;
- kritulių kiekis – 0 mm.

Analizuojamoje gatvėje buvo atlikti natūriniai transporto priemonių srautų matavimai, skaičiuojant automobilių srautus skirtingomis eismo kryptimis. Dienos metu užfiksuotas vidutinis automobilių intensyvumas yra 724 automobiliai per valandą, iš jų 2,2 proc. sudaro sunkiasvorės transporto priemonės, likusi dalis – lengvieji automobiliai. Automobilių intensyvumo vertinimo rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė. Automobilių intensyvumo (vnt./val.) vertinimo rezultatai

Matavimo Nr.	1	2	3	4	5	Vidutinė vertė
Lengvieji automobiliai	880	800	700	800	440	724
Sunkiasvoriai automobiliai	20	-	20	40	–	16

Atsižvelgiant į 2 lentelėje pateiktus automobilių intensyvumo natūrinių matavimų vidutinius rezultatus, Kauno gatvė priskirtina vidutinio intensyvumo gatvei. Visgi, norint atlikti tikslesnį gatvės intensyvumo vertinimą, reikia atlikti detalesnius visos paros, savaitės dienų automobilių intensyvumo kaitos natūrinius tyrimus. Gauti transporto triukšmo lygio matavimo rezultatai pateikiami 3–7 lentelėse.

3 lentelė. Automobilių triukšmo lygio tyrimo rezultatai 1 matavimo taške

Matavimo Nr.		Triukšmo lygis (dBA, <i>AZ8922</i>)	Triukšmo lygis (dBA, <i>GM</i>)	Rezultatų palyginimas			
				Vidutinis triukšmo lygis, dBA			Skirtumas tarp rezultatų (proc.), gautų matuojant <i>AZ8922</i> ir <i>GM</i>
				Pavadinimas	<i>AZ8922</i>	<i>GM</i>	
1	min.	52,8	61	min.	55,5	64,0	+15,4
	maks.	71,4	85				
	vid.	62,1	73				
2	min.	59,6	66	maks.	73,3	84,3	+15,1
	maks.	70,2	81				
	vid.	64,9	74				
3	min.	54,0	65	vid.	64,4	74,3	+15,4
	maks.	78,3	87				
	vid.	66,2	76				

Analizuojant 1 matavimo taško transporto triukšmo lygio vidutinius tyrimo rezultatus, pateiktus 3 lentelėje, matome, kad triukšmo lygio rezultatai, gauti naudojant mobiliąją programėlę, yra vidutiniškai 15,4 proc. didesni, nei rezultatai, gauti naudojant garso matuoklį. Vertinant skirtumą tarp vidutinių minimalių ir vidutinių maksimalių triukšmo lygio rezultatų, nustatyta, kad skirtumas tarp matavimų, vertinant didžiausias nustatytas triukšmo lygio vertes, yra nežymiai mažesnis – t. y. 15,1 proc.

4 lentelė. Automobilių triukšmo lygio tyrimo rezultatai 2 matavimo taške

Matavimo Nr.		Triukšmo lygis (dBA, <i>AZ8922</i>)	Triukšmo lygis (dBA, <i>GM</i>)	Rezultatų palyginimas			
				Vidutinis triukšmo lygis, dBA			Skirtumas tarp rezultatų (proc.), gautų matuojant <i>AZ8922</i> ir <i>GM</i>
				Pavadinimas	<i>AZ8922</i>	<i>GM</i>	
1	min.	52,7	65	min.	54,3	62,0	+14,3
	maks.	73,5	85				
	vid.	63,1	75				
2	min.	58,1	61	maks.	71,8	84,0	+16,9
	maks.	74,5	87				
	vid.	66,3	74				
3	min.	52,0	60	vid.	63,1	73,0	+15,8
	maks.	67,5	80				
	vid.	59,8	70				

Pagal 4 lentelėje pateiktus 2 matavimo taško transporto triukšmo lygio vidutinius tyrimo rezultatus, galima daryti išvadą, kad triukšmo lygio rezultatai, gauti naudojant mobiliąją programėlę, yra vidutiniškai 15,8 proc. didesni, nei rezultatai, gauti naudojant garso matuoklį. Vertinant skirtumą tarp vidutinių minimalių ir vidutinių maksimalių triukšmo lygio rezultatų, nustatyta, kad skirtumas tarp matavimų, vertinant didžiausias nustatytas triukšmo lygio vertes, yra didesnis – t. y. 16,9 proc., nei vertinant vidutines minimalias triukšmo lygio vertes – t. y. 14,3 proc.

5 lentelė. Automobilių triukšmo lygio tyrimo rezultatai 3 matavimo taške

Matavimo Nr.		Triukšmo lygis (dBA, <i>AZ8922</i>)	Triukšmo lygis (dBA, <i>GM</i>)	Rezultatų palyginimas			
				Vidutinis triukšmo lygis, dBA			Skirtumas tarp rezultatų (proc.), gautų matuojant <i>AZ8922</i> ir <i>GM</i>
				Pavadinimas	<i>AZ8922</i>	<i>GM</i>	
1	min.	51,3	61	min.	50,1	60,7	21,2
	maks.	78,5	84				
	vid.	64,9	73				
2	min.	47,2	59	maks.	72,3	82,0	13,5
	maks.	68,2	80				
	vid.	57,7	70				
3	min.	51,7	62	vid.	61,2	71,7	17,2
	maks.	70,1	82				
	vid.	60,9	72				

Palyginus transporto triukšmo lygio 3 taške matavimo rezultatus, nustatyta, kad vidutinis tiriamo transporto lygio gautas rezultatas, matuojant mobiliąja programėle, yra vidutiniškai 17,2 proc. didesnis, nei matuojant garso matuokliu. Minimalios garso lygio vertės vidutiniškai 21,1 proc. didesnės, nei matuojant garso matuokliu, o maksimalios – 13,5 proc. didesnės.

6 lentelė. Automobilių triukšmo lygio tyrimo rezultatai 4 matavimo taške

Matavimo Nr.		Triukšmo lygis (dBA, AZ8922)	Triukšmo lygis (dBA, GM)	Rezultatų palyginimas			
				Vidutinis triukšmo lygis, dBA			Skirtumas tarp rezultatų (proc.), gautų matuojant AZ8922 ir GM
				Pavadinimas	AZ8922	GM	
1	min.	49,7	57	min.	46,0	56,0	21,7
	maks.	70,1	84				
	vid.	59,9	71				
2	min.	32,1	45	maks.	68,6	81,3	18,6
	maks.	67,1	79				
	vid.	49,6	62				
3	min.	56,3	66	vid.	57,3	69,0	20,5
	maks.	68,6	81				
	vid.	62,3	74				

Vertinant 4 taško transporto triukšmo lygio matavimo rezultatus skirtingomis matavimo priemonėmis, taip pat kaip ir ankstesniuose matavimo taškuose, mobiliąja garso lygio matavimo programėle užfiksavo didesnius transporto triukšmo lygio rezultatus nei garso matuoklis – vidutiniškai 20,5 proc.

7 lentelė. Automobilių triukšmo lygio tyrimo rezultatai 5 matavimo taške

Matavimo Nr.		Triukšmo lygis (dBA, AZ8922)	Triukšmo lygis (dBA, GM)	Rezultatų palyginimas			
				Vidutinis triukšmo lygis, dBA			Skirtumas tarp rezultatų (proc.), gautų matuojant AZ8922 ir GM
				Pavadinimas	AZ8922	GM	
1	min.	53,3	64	min.	51,4	59,3	15,4
	maks.	65	85				
	vid.	59,2	75				
2	min.	49,6	55	maks.	66,8	80,7	20,8
	maks.	65,3	75				
	vid.	57,5	65				
3	min.	51,3	59	vid.	59,1	70,3	18,9
	maks.	70,1	82				
	vid.	60,7	71				

Automobilių triukšmo lygio tyrimo rezultatų 5 matavimo taške analizė parodė, kad mobiliosios programėlės matavimo rezultatai vidutiniškai yra 18,9 proc. didesni, nei matuojant garso matuokliu AZ8922. Vertinant minimalius ir maksimalius matavimų rezultatus, gautus naudojant skirtingas triukšmo lygio matavimo priemones, galima pastebėti, kad šiame matavimo taške tiksliau išmatuotos minimalios vertės – skirtumas tarp rezultatų yra 15,4 proc., tuo tarpu fiksuojant maksimalias vertes – 20,8 proc.

Išanalizavus penkių matavimo taškų duomenis nustatyta, kad:

- minimalios tirta transporto skleidžiamo triukšmo lygio vertės kito nuo 46,0 dBA iki 55,5 dBA (matuojant AZ8922) ir nuo 56 dBA iki 64 dBA (matuojant GM), o skirtumas tarp rezultatų, gautų matuojant AZ8922 ir GM, kito 14,3–21,7 proc., vidutiniškai – 17,6 proc.;
- maksimalios tirta transporto skleidžiamo triukšmo lygio vertės kito nuo 54,3 dBA iki 73,3 dBA (matuojant AZ8922) ir nuo 80,7 dBA iki 84,3 dBA (matuojant GM), o skirtumas tarp rezultatų, gautų matuojant AZ8922 ir GM, kito 13,5–20,7 proc., vidutiniškai – 16,7 proc.;
- vidutinės tirta transporto skleidžiamo triukšmo lygio vertės kito nuo 57,3 dBA iki 64,4 dBA (matuojant AZ8922) ir nuo 69,0 dBA iki 74,3 dBA (matuojant GM), o skirtumas tarp rezultatų, gautų matuojant AZ8922 ir GM, kito 15,4–20,5 proc., vidutiniškai – 17,6 proc.

Apibendrinant gautus transporto triukšmo lygio matavimo dviem skirtingomis matavimo priemonėmis 5 matavimo taškuose tomis pačiomis aplinkos sąlygomis rezultatus, galima daryti išvadą, kad mobiliąja programėle Garso matuoklis pateikė vidutiniškai 9,9–11,7 dBA didesnius garso lygio matavimo rezultatus, neatsižvelgiant į triukšmo lygį.

Išvados

1. Atlikus transporto triukšmo lygio tyrimą Kauno g., Utenoje, nustatyta, kad vidutinis transporto triukšmo lygis kito 57,3–64,4 dBA (matuojant AZ8922) ir 69,0–74,3 dBA (matuojant GM) ribose.
2. Visais matavimo atvejais, neatsižvelgiant į esamo transporto triukšmo lygį, mobiliąją programėlę *Garso matuoklis* užfiksavo vidutiniškai 9,9–11,7 dBA didesnius triukšmo lygius.
3. Nors nustatyta, kad naudojant mobiliąją programėlę gaunami apie 17 proc. didesni matavimo rezultatai, negalima teigti, kad visos mobiliosios programėlės, tinkamos *Android* platformoms, fiksuos tokius rezultatus. Todėl tikslinga atlikti matavimus, naudojant daugiau skirtingų mobiliųjų programėlių, skirtų garso lygio matavimui.

Literatūra

1. Celestina, M., Kardus, C. A., Trošas, A. (2021). Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of directional response. *Applied Acoustics*, 171, 107673. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107673>
2. Danilevičius, A., Karpenko, M., Krivánek, V. (2023). Research on the noise pollution from different vehicle categories in the urban area. *Transport*, 38(1), 1–11. <https://doi.org/10.3846/transport.2023.18666>
3. Del Pizzo, L. G., Teti, L., Moro, A., Bianco, F., Fredianelli, L., Licitra, G. (2020). Influence of texture on tyre road noise spectra in rubberized pavements. *Applied Acoustics*, 159, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107080>
4. Džambas, T., Čudina Ivančev, A., Dragčević, V., Bezina, Š. (2024). Analysis of road traffic noise in an urban area in Croatia using different noise prediction models. *Noise Mapping*, 11, 1–17. <https://doi.org/10.1515/noise-2024-0003>
5. Google Play. (n. d.). *Garso matuoklis*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.splendapps.decibel&hl=lt&pli=1>
6. Levčenkovaite-Skardžė, J. (2024). Tvaraus transporto naudojimo didinimo sprendimai. Iš *21-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos*, 2024, 216–221. Vytauto Didžiojo universitetas.
7. Lietuvos higienos norma HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“. 2011 m. birželio 13 d. Nr. V-604. *Valstybės žinios*, 2011-06-21, Nr. 75-3638. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.402074>
8. McLennon, T., Patel, S., Behar, A., Abdoli-Eramaki, M. (2019). Evaluation of smartphone sound level meter applications as a reliable tool for noise monitoring. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 16(9), 620–627. <https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1639718>
9. Murphy, E., King, E. A. (2016). Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. *Applied Acoustics*, 106, 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.12.012>
10. Salkić-Smailkadić, M. (2024). The impact of traffic noise on the environment of healthy living in urban areas. *Nauka i tehnologija*, 12(1), 43–52. <https://doi.org/10.58952/nit20241201043>
11. Valstybės duomenų agentūra. (2024). *Kelių transportas*. <https://osp.stat.gov.lt/keliu-transportas>
12. Valstyvės įmonė Registrų centras. (n. d.) *Utenos rajono savivaldybė*. https://www.regia.lt/map/utenos_r?lang=0
13. World Health Organization. (2024). *Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/378095/9789240095380-eng.pdf?sequence=>
14. Wu, C., Chen, K. (2024). Investigation of the Viability of Mobile Smartphones as Sound Level Meters. Iš tarptautinės konferencijos: *Acoustics 2024*, 56–66. Australian Acoustical Society. https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AAS2024/papers/p56.pdf
15. Zipf, L., Primack, R. B., Rothendler, M. (2020). Citizen scientists and university students monitor noise pollution in cities and protected areas with smartphones. *PloS one*, 15(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236785>

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING MOBILE APP SOUND LEVEL METER FOR TRANSPORT NOISE LEVEL INVESTIGATION

Summary

According to the official statistics database, in 2023, there were 2,223,549 registered vehicles in Lithuania, with an average age of around 17 years. Most of them are powered by fuel derived from petroleum products. As traffic flows in cities and towns increase, more and more people experience acoustic discomfort. The World Health Organization notes that environmental noise is the second leading cause of illness after air pollution. About 100 million people in EU member states are exposed to road traffic noise levels exceeding 55 dBA, and 32 million are exposed to noise levels exceeding 65 dBA. Continuous noise exposure can lead to various health problems, such as sleep disorders, learning difficulties, hypertension, ischemic heart disease, irritation, deteriorated mental health, etc. With increasing traffic flows in cities and towns, more and more people are experiencing acoustic discomfort. Management of the impact of noise on health primarily depends on accurate sound level measurements. Solving transport noise issues involves not only legislation regulating noise levels, engineering structures to reduce noise, and sustainable urban planning but also public education. Increasing awareness of the negative impact of noise on public health creates a need to measure noise by involving the public in monitoring processes. One way to engage the public could be through using smartphones with sound measurement apps installed. The article analyses the possibilities of measuring transport noise levels using two different measuring instruments - a sound level meter and a mobile app. Transport noise level measurements were conducted on Kauno St., in Utena. Noise levels were measured using the AZ8922 Digital Sound Level Meter and a Samsung Galaxy A55 smartphone with the Sound Level Meter app installed. It has been found that the average transport noise level on Kauno St. (Utena) ranged from 57.3 to 64.4 dBA (measured with the AZ8922 sound level meter) and from 69.0 to 74.3 dBA (measured with the Sound Level Meter app). Based on the results of the analysis of transport noise level measurements obtained with two different measuring instruments at five measurement points under the same environmental conditions, it can be concluded that the Sound Level Meter app provided an average of 11.7–9.9 dBA higher sound level measurement results, regardless of the noise level.

Keywords: transport, noise level, smartphones, sound level meter

Informacija apie autorę

dr. Ingrida Pliopaitė-Bataitienė. Utenos kolegijos Verslo ir technologijų fakulteto Inžinerijos ir technologijų katedros docentė. Mokslinių tyrimų kryptys: aplinkos apsauga, aplinkos tarša.
El. pašto adresas: ingrida.pl@gmail.com