

ĮPRASTAIS DEGALAIS VAROMŲ IR ELEKTRINIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ SUKELIAMO TRIUKŠMO TYRIMAS

Matas SMILINSKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas,
el. paštas: matas.smilinskas@stud.vdu.lt

Santrauka

Straipsnyje analizuojamas įprastais degalais varomų ir elektrinių transporto priemonių sukiamas triukšmas. Daugiau kaip 20 proc. ES populiacijos yra veikiamas viršnorminio autotransporto sukiamo triukšmo, o ši tendencija vyrauja jau 10–15 m. Transporto priemonių triukšmą sukelia veikiantys varikliai, kelio ir padangų kontaktas su kelio danga, aerodinaminis ir vibruojančių struktūrų poveikis. Šiame tyrime buvo analizuojamas įprastais degalais ir elektra varomų automobilių sukiamas triukšmas. Nustatyta, kad didžiausias sukiamo triukšmo skirtumas tarp tiriamų transporto priemonių pasireiškia automobiliams važiuojant mažesniais greičiais. Važiuojant 30 km/val. greičiu, elektra varomas automobilis generuoja mažiausią triukšmą (58,8 dB(A)), benzininis – 62,2 dB(A), o dyzelinu varomas automobilis – 64,2 dB(A). Didesniuose greičiuose visų tirtų tipų transporto priemonių sukiamas triukšmas suvienodėja, triukšmas proporcingai didėja, didėjant važiavimo greičiui. Dyzelinu ir benzinu varomi automobiliai išsiskiria aukštesniu triukšmo lygiu žemuose dažniuose (31,5–250 Hz dažnių juostose) ir santykinai mažais triukšmo lygio skirtumais 30–50 km/val. greičių diapazone. Nustatyta, kad elektra varomas automobilis yra tyliausias esant mažiems judėjimo greičiams, tačiau ryškiai didėja didėjant greičiui. Įprastais degalais varomos transporto priemonės didesnis sukiamas garso slėgis pastebimas žemų dažnių spektre, tuo tarpu elektrinės transporto priemonės sukiamas triukšmo lygis koncentruojasi aukštesnių dažnių spektre. Gauti rezultatai turi ir praktinę reikšmę, siekiant aplinkos triukšmo mažinimo miestų aplinkoje.

Reikšminiai žodžiai: triukšmo lygis, dažninis triukšmo spektras, įprastais degalais varomas automobilis, elektra varomas automobilis.

Įvadas

Šiandieniam gyvenime, didėjant transporto srautams miestuose ir gyvenvietėse, sparčiai didėja padidinto triukšmo zonos. Triukšmas, kaip lėtinis streso šaltinis, veikia centrinę nervų sistemą ir kelia įvairių kitų sveikatos sutrikimų. Šių problemų sprendimas dažnai yra labai kompleksinis ir apima eilę triukšmo mažinimo būdų, kurie realizuojami per technines ir organizacines triukšmo mažinimo ar valdymo priemones. Pastaruoju metu aktyviai skatinamas elektrinio autotransporto naudojimas miestų centruose, o tai padeda prisidėti prie aplinkos tvarumo, išskiria mažiau anglies dioksido dujų, mažina lokalią taršą, taip pat ir triukšmą. Esamoje situacijoje beveik kiekvienas namų ūkis Lietuvoje turi bent po vieną automobilį. 2021 m. pabaigoje šalyje buvo 1 mln. 415 tūkst. registruotų individualiųjų lengvųjų automobilių – 56,1 tūkst. daugiau nei 2020 m. pabaigoje. 2021 m. pabaigoje šalyje 1 tūkst. gyventojų teko 504 individualieji lengvieji automobiliai (Statistikos departamentas, 2021). 2025 m. vasario 1 d. duomenimis, AB „Regitra“ duomenimis, Lietuvoje iš viso buvo užregistruota 29856 M1 ir N1 kategorijų elektromobilių, iš kurių 16951 – grynasis elektromobilis (BEV), 12905 iš išorės įkraunami hibridiniai automobiliai (PHEV) (LR SUMIN, 2025). Iš pateikiamų duomenų akivaizdu, kad elektra ar dalinai elektra varomų automobilių skaičius vis dar nėra pakankamas, kad padėtų pasiekti ekologinių tikslų, nes šių transporto priemonių dalis bendrame sraute tiesiog yra per maža.

Kelių transporto priemonių pagrindiniai triukšmo šaltiniai yra jų varikliai, padangos, besiliečiančios su kelio dangos paviršiumi, taip pat jėgos ir judesio perdavimo mechanizmai. Padangų sukiamas triukšmas gali priklausyti nuo padangos pločio, o variklio sukiamas triukšmas proporcingai nuo variklio galios, teigia tyrimus atlikę K. Patel ir kt. (2022). Ne mažesnę įtaką triukšmui turi ir kelio dangos bei automobilių eismo intensyvumas (Bernotienė ir kt., 2019).

Pagal kitų autorių atliktus autotransporto sukiamo triukšmo tyrimus, lengvųjų automobilių su skirtingais galios agregatais rezultatus, matoma, kad elektra varomas automobilis sukelia iki 5 dB(A) mažesnę triukšmą už vidaus degimo variklio varomą automobilį važiuojant 10 km/val. greičiu, o 30 km/val. ir 60 km/val. greičiu sukiamas triukšmas yra praktiškai vienodas (Stahlfest et al., 2015). Elektriniai ir hibridiniai automobiliai yra tylėsni už įprastais degalais varomus automobilius iki 30 km/val. greičio. Elektra varomas automobilis važiuojantis 10 km/val. greičiu sukelia 9 dB(A) mažiau triukšmo už įprastais degalais varomą automobilį, hibridinis pastaruoju greičiu sukelia 8 dB(A) mažesnę triukšmą, lyginant su vidaus degimo varikliu varoma transporto priemone (Verheijen et al., 2010).

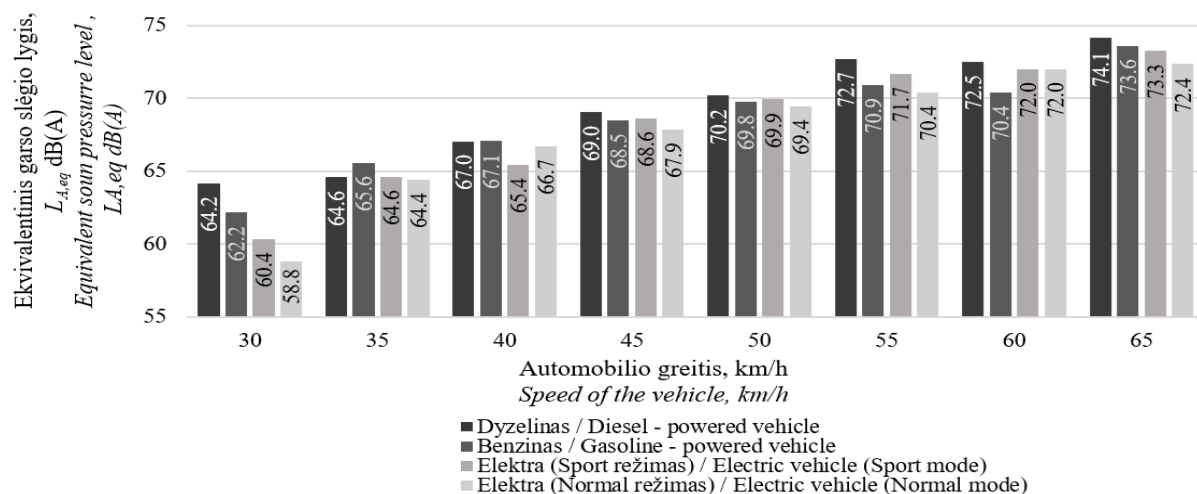
Tyrimo tikslas – atlikti elektrinių ir įprastais degalais varomų transporto priemonių sukiamo triukšmo matavimus ir nustatyti triukšmo lygio vertes skirtingais važiavimo greičiais.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Atlikti eksperimentinius tyrimus (triukšmo matavimus) ir nustatyti įprastais degalais varomų ir elektrinių transporto priemonių sukiamą aplinkos triukšmą.

2. Įvertinti, kokią įtaką skirtingą galios agregatą turinčių transporto priemonių sukiamam triukšmui turi važiavimo greitis.

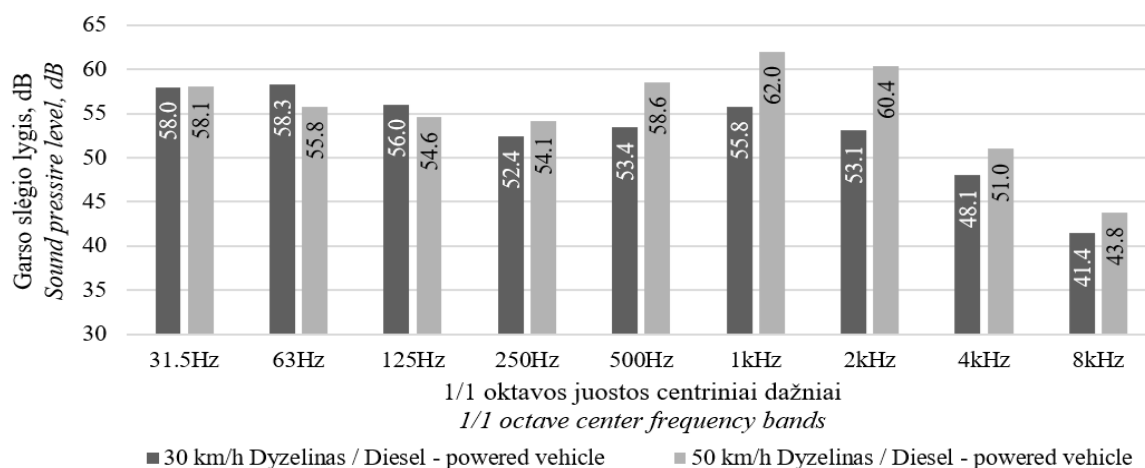
rodo, kad triukšmo požūriu elektrinių transporto priemonių naudojimas gali turėti reikšmingą įtaką tik judant mažais greičiais, iki 35 km/val., t. y. pavyzdžiui, manevruojant kiemuose ar išvažiuimuose. Turint omenyje, kad elektrinių transporto priemonių dalis bendrame transporto priemonių sraute Lietuvoje dar išlieka nežymi, vyraujančiais triukšmo šaltiniais dar kurį laiką neabejotinai išliks iškastiniais degalais varomų transporto priemonių sukeltas triukšmas.



2 pav. Transporto priemonių ekvivalentinio triukšmo lygio priklausomybė nuo greičio (km/val.)

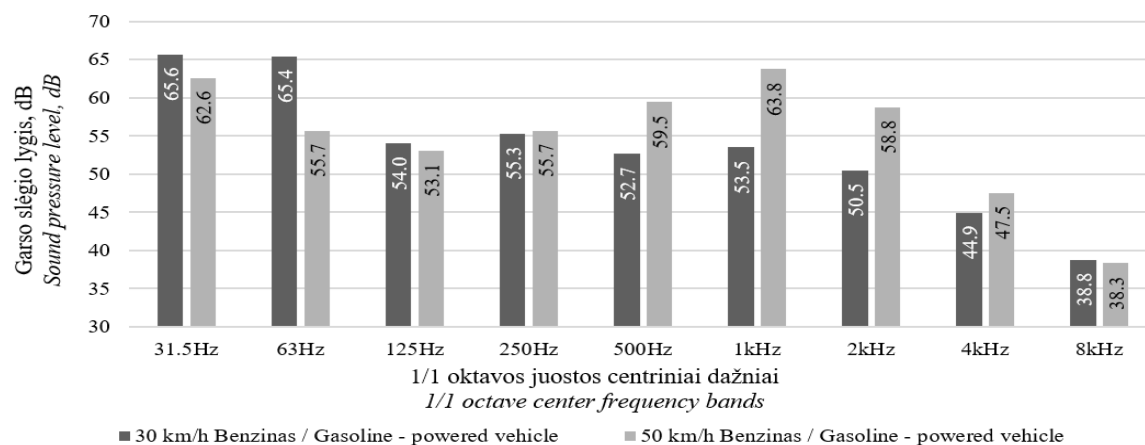
Fig 2. The dependence of the equivalent noise level on the speed of vehicles

Siekiant įvertinti triukšmo lygio pokyčius dažnių juostose važiuojant skirtingais greičiais, buvo atlikti triukšmo lygio matavimai, kurių metu fiksuotas dažninis spektras, o jų rezultatai pateikiami žemiau esančiuose paveiksluose.



3 pav. Dyzelinu varomos transporto priemonės triukšmo lygis dažnių juostose esant 30 ir 50 km/val. važiavimo greičiui

Fig 3. Noise spectra of a diesel-powered vehicle at 30 km/h and 50 km/h driving speed

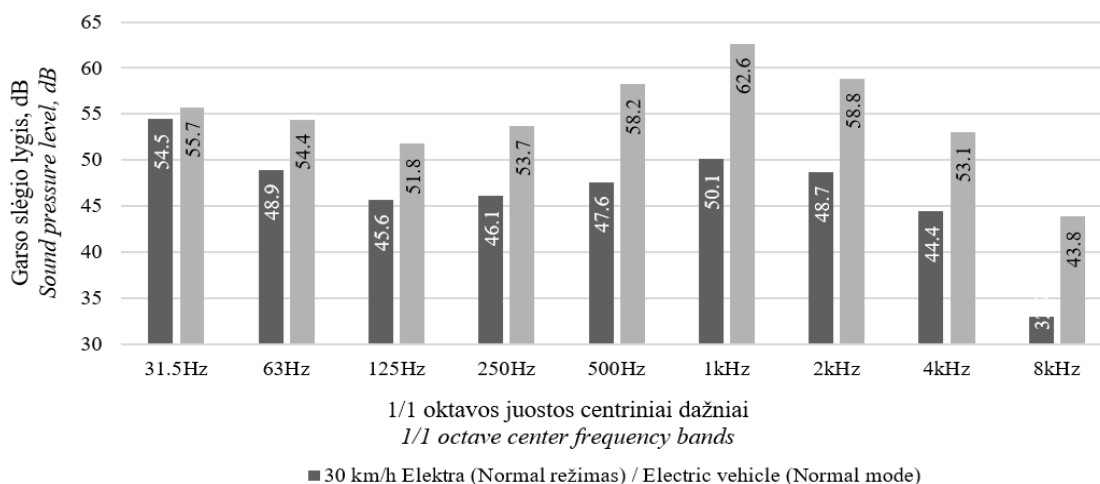


4 pav. Benzinu varomos transporto priemonės triukšmo lygis skirtinguose dažniuose prie 30 km/val. ir 50 km/val. greičių

Fig 4. Noise levels of a gasoline-powered vehicle at different frequencies at speeds of 30 km/h and 50 km/h.

Kaip matoma iš 3 ir 4 paveiksluose pateikiamų triukšmo spektrų, važiuojant skirtingais greičiais dyzeliniu automobiliu, stebima didžiausia greičio įtaka triukšmo lygiui, atitinkamai 500–2000 Hz dažnių juostose, kai triukšmo lygis padidėja, atitinkamai 5,2–7,3 dB, o tiek žemuose, tiek aukštuose dažniuose triukšmo lygio skirtumai išlieka mažai reikšmingi. Labai panašūs rezultatai gauti ir analizuojant benzininio automobilio sukeltą triukšmą, kai didžiausias triukšmo lygio padidėjimas taip pat nustatytas vidutiniuose dažniuose ir siekia ~10 dB(A).

Visiškai kitokie rezultatai pateikiami 5 paveiksle, kur matoma, kad greičio įtaka triukšmo lygiui nuo pravažiuojančios elektrinės transporto priemonės gana ženkliai išauga visose dažnių juostose, o prieaugis taip pat didžiausias vidutiniuose 250–4000 Hz dažniuose, kur siekia net iki 12,5 dB(A). Tai aiškinama tuo, kad esant 30 km/val. greičiui elektrinė transporto priemonė yra mažiau triukšminga, o didėjant greičiui didėja ir kelio dangos bei padangų sukeliama triukšmo dedamoji, todėl triukšmo lygis stipriai išauga visame dažnių diapazone.



5 pav. Elektra varomos (Normal režimas) transporto priemonės triukšmo lygis dažnių juostose esant 30 ir 50 km/val. važiavimo greičiui
Fig 5. Noise spectra of electric vehicle (Normal mode) diesel-powered vehicle at 30 km/h and 50 km/h driving speed

Apibendrinant triukšmo tyrimo rezultatus galima teigti, kad įprastais degalais varomos transporto priemonės didesnis sukeliamas garso slėgis pastebimas žemų dažnių spektre, tuo tarpu elektrinės transporto priemonės sukeliamas triukšmo lygis koncentruojasi aukštesnių dažnių spektre.

Šiame atliktame tyrime gauti rezultatai gerai koreliuoja su V. H. Campello-Vicente ir kt. (2017) tyrimu, kur taip pat nustatyta, kad elektrinių transporto priemonių sukeliamas triukšmas mažiausias mažuose greičiuose 20 km/val. – 4 dB(A), o 30 km/val. – 2 dB (A) skirtumas, lyginant su įprastais degalais varomu automobiliu, o didesniuose greičiuose (>40 km/val.) sukeliamas triukšmas tesiekia 1 dB (A) ir greičiui didėjant susilygina su vidaus degimo varikliu varomu lengvuju automobiliu.

Taip pat važiuojant iki 50 km/val. greičiu elektromobilių sukeliamas triukšmas yra 3–5 dB(A) mažesnis už įprastais degalais varomų automobilių sukeliamą triukšmą, o nuo 50 km/val. greičio visų tipų transporto sukeliamas triukšmas praktiškai suvienodėja (Tsoi et al., 2023). Šiame tyrime buvo gauti labai panašūs rezultatai, nustatyta, kad elektromobilio sukeliamas triukšmas 30 km/val. greičiu yra 5,4 dB(A) mažesnis už dyzelinu ir benzinu varomo automobilio, o 50 km/val. sukeliamo triukšmo skirtumas siekia vos iki 0,5 dB(A). Svarbu paminėti, kad tik atnaujinus esantį parką į elektromobilius, būtų pastebėtas transporto sukeliama triukšmo sumažėjimas. Šios išvalgos gali padėti tobulinti triukšmo mažinimo technologijos ir prisidėti prie ekologijos tausojimo.

Išvados

1. Nustatyta, kad elektrinės transporto priemonės sukeliamo triukšmo lygis nuo įprastais degalais varomų transporto priemonių labiausiai skiriasi esant 30 km/val. greičiui (kur siekia 5,4 dB(A), lyginant su dyzeliniu ir atitinkamai 3,4 dB(A), lyginant su benzininiu automobiliu). Automobilų judėjimo greičiui padidėjus iki 50 km/val. skirtumas tarp įvairiais degalais varomų automobilių sukeliamo triukšmo siekia vos iki 0,5 dB(A).

2. Atlikus transporto priemonių sukeliamo triukšmo analizę skirtinguose dažniuose, galima teigti, kad dyzelinu varomo automobilio ir benzinu varomo automobilio didžiausias triukšmo priedas greičiui didėjant yra vidutiniuose dažniuose (250 Hz – 2kHz), o elektra varomos transporto priemonės – visuose dažniuose.

3. Nustatyta, kad dyzelinu ir benzinu varomų transporto priemonių sukeliamas triukšmas prie 50 km/val. greičio yra iki 6 dB(A) aukštesnio lygio nei prie 30 km/val., kai tuo tarpu elektrinio automobilio, važiuojant tais pačiais greičiais, gali siekti net iki 11 dB(A).

4. Gauti rezultatai rodo, kad elektrinio transporto naudojimas turėtų reikšmingos įtakos transporto keliamam triukšmui tik kai manevruojama aikštelėse, išvažiuimuose / įvažiuimuose ar kitose mažų greičių zonos, tačiau įprastinėse miesto gatvėse, kur srautas įprastai dažniausiai juda greičiau, reikšmingos įtakos aplinkos triukšmui neturėtų.

Literatūra

1. Bernotienė, I., Jotautienė, E., Juostas, A., Aboltins, A., & Zdanevičius, M. (2019). Kelių transporto sukeliama triukšmo tyrimai priemiesčio gyvenvietėje. *Darnios aplinkos vystymas*, 16(1), 62-69.
2. Campello V.H., Peral O.R., Campillo D.N., Velasco S.E. (2017). The effect of electric vehicles on urban noise maps. *Applied Acoustics*, Vol. 116, P. 59–64, ISSN 0003-682X. S0003682X16302845.
3. Europos parlamento reglamento direktyva 70/157/EEC. Motorinių transporto priemonių sukeliamas triukšmas ir jo mažinimo sprendimo būdai [Interaktyvus]. [žiūrėta 2025-02-25]. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0540&rid=>.
4. ISO 10844:2021. Akustika. Trasos parametrai skirti matuoti transporto priemonės ir padangų sukeliama triukšmą.
5. ISO 362-1:2022. Akustika. Greitėjančių kelių transporto priemonių skleidžiamo triukšmo matavimo metodai.
6. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija (2025). Darnus judumas. Elektromobilių ir bendra transporto priemonių parko statistika. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2025-02-25]. Prieiga per internetą: <https://sumin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/darnus-judumas/elektromobilumas/elektromobiliu-skaicius-lietuvoje/>.
7. Pallas, M. A., Kennedy, J., Walker, I., Chatagnon, R., Berengier, M., & Lelong, J. (2015). *Noise emission of electric and hybrid electric vehicles: deliverable FOREVER (n Forever WP2_D2-1-V4)* (Doctoral dissertation, IFSTTAR-Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux).
8. Patel, K; Feld, M; Kubis, R; Maus, F. (2022). Study on future sound limit values for type approval for vehicles of category M & N.
9. Stahlfest R., Moller Iversen L. (2015). Noise from electric vehicles, measurements. *Danish Road Directorate*. 37 p.
10. Statistikos departamentas (2021). Transportas ir ryšiai. Kelių transporto rodikliai. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/lietuvas-regionai-2022/aplinka/transportas>
11. Tsoi K. H., Becky P. Y. Loo, Xiangyi L., Zhang K. (2023) The co-benefits of electric mobility in reducing traffic noise and chemical air pollution: Insights from a transit-oriented city. *Environment International*. Vol. 178.
12. Verheijen J., Jabben J. (2010). Effect of electric cars on traffic noise and safety. National Institute for Public Health and the Environment. Prieiga per internetą: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/680300009.pdf>.

A RESEARCH OF NOISE EMITTED BY CONVENTIONAL FUEL-POWERED AND ELECTRIC VEHICLES

Abstract

This article analyses the noise emissions of conventional and electric vehicles running on conventional fuels. More than 20% of the European Union's population is exposed to excess noise from road transport, a trend that has been going on for 10-15 years. Vehicle noise is caused by running engines, road and tyre contact with the road surface, aerodynamic and vibrating structures. In this study, the noise generated by conventional fuel and electric cars was analysed. It was found that the greatest difference in noise generation between the vehicles studied occurs at lower speeds. At a speed of 30 km/h, the electric car generated the lowest noise 58,8 dB(A), the petrol car 62,2 dB(A) and the diesel car 64,2 dB(A). At higher speeds, the noise generated by all the vehicle types tested is uniform, with noise increasing exponentially with increasing speed. Diesel and petrol cars are characterised by higher noise levels at low frequencies (31.5-250 Hz bands) and relatively small differences in noise levels in the 30-50 km/h speed range. Electric cars have been found to be quietest at low speeds, but increase significantly with speed. The higher sound pressure levels of a conventional fuel vehicle are observed in the low frequency spectrum, whereas the noise levels of an electric vehicle are concentrated in the higher frequency spectrum. The results obtained also have practical implications for the reduction of ambient noise in urban environments.

Keywords: noise level, frequency spectrum, diesel and petrol vehicle, electric vehicle, pass-by noise.