

## Autotransporto triukšmo sklaidos numatomos statybos sklype modeliavimas

### Loreta Kelpšienė

*Šiaulių valstybinė kolegija, Inžinerijos mokslų katedros docentė, technologijos mokslų daktarė*  
*Šiaulių valstybinė kolegija / Higher Education Institution, Lithuania; Associate Professor at the*  
*Department of Engineering Sciences, Doctor of Technological Sciences*  
l.kelpsiene@svako.lt

### Dalia Kulikauskienė

*Šiaulių valstybinė kolegija, Statybos studijų programos studentė*  
*Šiaulių valstybinė kolegija / Higher Education Institution, Lithuania; Student of the Construction*  
*study program*

### Anotacija

Straipsnyje analizuojami projektuojamo gyvenamosios paskirties pastato išdėstymo sklype variantai, įvertinant aplinkos akustinį lygį. Analizė svarbi, kadangi teritorija yra prie judrios gatvės ir geležinkelio linijos, o pastatą numatoma skirti nuolatiniam specialiųjų poreikių žmonių gyvenimui. Pirminiame modelio variante pastato vieta sklype parinkta 7 m nuo gatvės ribos. Dėl modelio analizės rezultatų – garso slėgis į fasadų plotą viršija leistinas reikšmes 41 %, į stogo – 30 %, į grunto plotą – 24 %, koreguota pastato padėtis, atitraukiant nuo gatvės dar 9 m, ir įterpta augalija, grunte rekomenduojamas 0,9 m gylio griovys ties pietvakarine sklypo riba užpiltas durpėmis.

**Reikšminiai žodžiai:** triukšmo lygis, gyvenamosios paskirties pastatas, komfortas.

## Modelling of vehicle noise dispersion in a planned construction site

### Summary

The article analyses the options for the layout of the planned residential building on the site, assessing the acoustic level of the environment. The analysis is important because the area is next to a busy street and a railway line, and the building is intended to be used for the permanent residence of people with special needs. In the initial version of the model, the location of the building on the site is chosen 7 m from the street boundary. Due to the results of the model analysis – the sound pressure to the facades in 41% of the area exceeds the permissible values, to the roof – 30 %, to the ground – 24 % – the position of the building was adjusted, placing it another 9 m away from the street, and vegetation was inserted, a ditch filled with peat 0.9 m of depth in the ground is recommended at the south-western border of the plot.

**Keywords:** noise level, residential building, comfort.

### Įvadas

*Temos aktualumas.* Pastatų prie judrių miesto gatvių aplinką veikia transporto triukšmas. Triukšmas – nepageidaujami arba žmogui kenksmingi išoriniai garsai, kuriuos sukuria žmonių veikla [1]. Transporto sukeliamas triukšmas – transporto priemonių (kelių, geležinkelių, orlaivių) eismo sukeliamas nuolatinis arba daugelio kartotinių pavienių garso įvykių triukšmas [2]. Atkreiptinas dėmesys į miestų gatvių dangas, kurios yra lopytos ir perlopytos, su įdubimais perkasių vietose, su kyšančiais iš dangos arba joje „paskendusiais“ požeminių komunikacijų šuliniais.

Projektuojamas naujos statybos gyvenamosios paskirties visuomeninis pastatas – ambicingas ir svarbus projektas, kuris siekia atitikti specialiųjų poreikių asmenų gyvenimo poreikius. Šis visuomeninis pastatas žada tapti ne tik fizinio būsto, bet ir socialinio bei kultūrinio aktyvumo centro vieta. Projektavimo metu didelis dėmesys skiriamas higienos normoms, triukšmo ribiniams dydžiams tam, kad pastatas būtų komfortiškas.

**Tyrimo problema.** Projektuojamo naujos statybos gyvenamosios paskirties visuomeninio pastato akustinės aplinkos įvertinimas, siekiant projektinių sprendimų stadijoje užtikrinti tinkamą komforto lygį būsimiems pastato naudotojams.

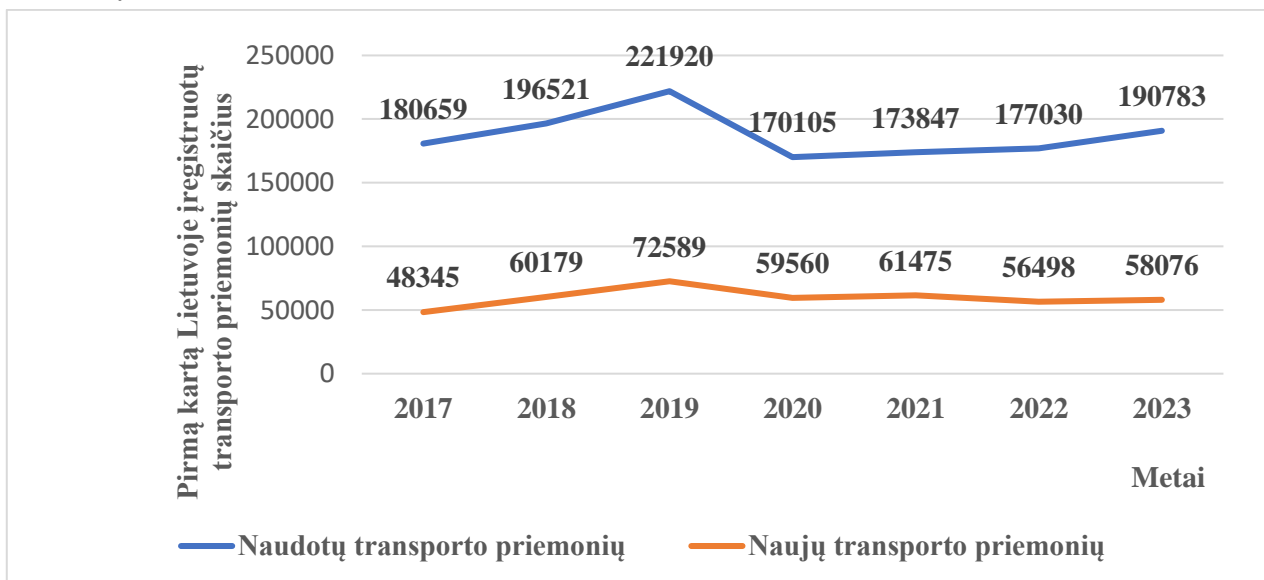
**Tyrimo tikslas** – sumodeliuoti planuojamo statyti pastato pasirinkto sklypo akustinę aplinką, atsižvelgiant į transporto keliamą triukšmą.

**Tyrimo metodai** – mokslinės literatūros analizė, kiekybinė duomenų analizė, struktūrinis modeliavimas, naudojant programinę įrangą *Autodesk Forma*.

## Transporto keliamo triukšmo poveikis

Pasaulio sveikatos organizacijos ataskaitose didžiausias dėmesys buvo skiriamas triukšmo poveikiui visą dieną. Tačiau nauji epidemiologiniai ir transliacinio lauko triukšmo tyrimai rodo, kad naktinis triukšmas ypač yra svarbus širdies ir kraujagyslių ligų rizikos veiksnys dėl padidėjusio streso hormonų kiekio ir kraujagyslių oksidacinio streso disfunkcijai bei tolesniam įvairių širdies ir kraujagyslių ligų išsivystymui [3].

Lietuvos keliuose automobilių triukšmas intensyvėja, nes kelių eisme dalyvauja daug senų automobilių (1 pav.). VI „Regitra“ duomenys rodo, kad vidutinis lengvojo automobilio amžius mūsų šalyje 2023 metų pradžioje siekė 16,2 metų. Prieš penkerius metus – 2018 m. sausį, šis rodiklis buvo 14,1 metų [4].



**1 pav.** Naudotų ir naujų transporto priemonių registravimas Lietuvoje

Šaltinis: sudaryta autorių naudojant [4] duomenis

2022 m. visų rūšių transportu (įskaitant transportavimą naftotiekiais) vežta 149 mln. tonų krovinių – tai 20,8 proc. daugiau nei 2013 m. ir 18,9 proc. mažiau nei 2021 m. 2013–2022 m. krovinių vežimas kasmet didėjo vidutiniškai po 2,1 proc. 2022 m., palyginti su 2021 m., daugiau krovinių vežta vidaus vandenų transportu – 12,3 proc. Tačiau mažiau krovinių vežta oro transportu – 67,1 proc., geležinkelių transportu – 39,4 proc., jūrų transportu – 23,2 proc., kelių transportu – 10,9 proc., mažiau krovinių transportuota naftotiekiais – 0,9 proc. [5].

Gyventojai daugiausiai patiria nuolatinį automobilių transporto triukšmo poveikį būdami prie intensyvaus eismo gatvių ir kelių. Triukšmo poveikį sukelia visos transporto struktūros (geležinkeliai, kelių ir oro transportas), kurie veikia žmonių sveikatos būklę. Pagrindiniai veiksniai, nuo kurių priklauso triukšmo lygis, yra eismo intensyvumas, eismo sudėtis, važiavimo greitis. Nustatyta, jog širdies ir kraujagyslių ligų poveikis pasireiškia ilgalaikiai veikiant triukšmui virš 65 dBA ir daugiau. Girdint triukšmą nakties metu, prastėja gyvenimo kokybė, nes žmogus sunkiau užmiega, prabunda, dėl šių priežasčių sumažėja ir darbingumas [6].

Triukšmą mažinantys barjerai – viena efektyviausių ir plačiai naudojamų priemonių, užtikrinančių kelių ir geležinkelių transporto sukeliama triukšmo mažinimą. Barjero efektyvumas priklauso nuo konstrukcijoje naudojamų medžiagų, barjero aukščio, geometrijos, formos, ant barjerų viršaus įrengtų papildomų elementų akustinių savybių [7].

Tačiau projektuojamas pastatas skirtas specialių poreikių turintiems žmonėms, kurie ir taip gali jausti vienokią ar kitokią atskirtį, todėl triukšmą mažinančio barjero sprendinys nėra tinkamas šiam projektui.

Viena iš triukšmą mažinančių priemonių yra specialių kelio dangų įrengimas. Nors esamos triukšmą mažinančios dangos pasižymi dideliu akustiniu efektyvumu, joms trūksta mechaninio stiprumo. Tad Vokietijos mokslininkai nuolat ieško optimalaus varianto. Sėkmingas unikalios triukšmą mažinančios dvisluoksnės kelio dangos stiprinimas siūlo perspektyvius triukšmo mažinimo sprendimus miesto greitkeliuose, ypač tose vietose, kur tradicinės triukšmo mažinimo priemonės yra ribojamos erdvės [8].

Higienos norma [2] reglamentuoja triukšmo ribinius dydžius, taikomus gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje. Ribojami yra ekvivalentinis ir maksimalus garso slėgio lygiai (1 lentelė). Ekvivalentiniam nuolatiniam garso slėgiui įvardinti vartojamas terminas *laikinis vidurkinis garso slėgio lygis*, o maksimalus standarte [9] pateikiamas kaip *pikinis garso slėgis*, kuriam nustatyta didžiausioji absoliučioji akimirksnio garso slėgio vertė per nustatytą laiko intervalą.

1 lentelė

**Didžiausi leidžiami triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje [2]**

Eil. Nr.	Objekto pavadinimas	Paros laikas, val.	Ekvivalentinis garso slėgio lygis ( $L_{AeqT}$ ), dBA	Maksimalus garso slėgio lygis ( $L_{AFmax}$ ), dBA
<...>				
3.	Gyvenamųjų pastatų (namų) ir visuomeninės paskirties pastatų (išskyrus maitinimo ir kultūros paskirties pastatus) aplinkoje, veikiamoje transporto sukeliama triukšmo	diena vakaras naktis	65 60 55	70 65 60
<...>				

Dienos triukšmo rodiklis ( $L_{dienos}$ ) – dienos metu (nuo 7 val. iki 19 val.) triukšmo sukkelto dirginimo rodiklis;

Vakaro triukšmo rodiklis ( $L_{vakaro}$ ) – vakaro metu (nuo 19 val. iki 22 val.) triukšmo sukkelto dirginimo rodiklis;

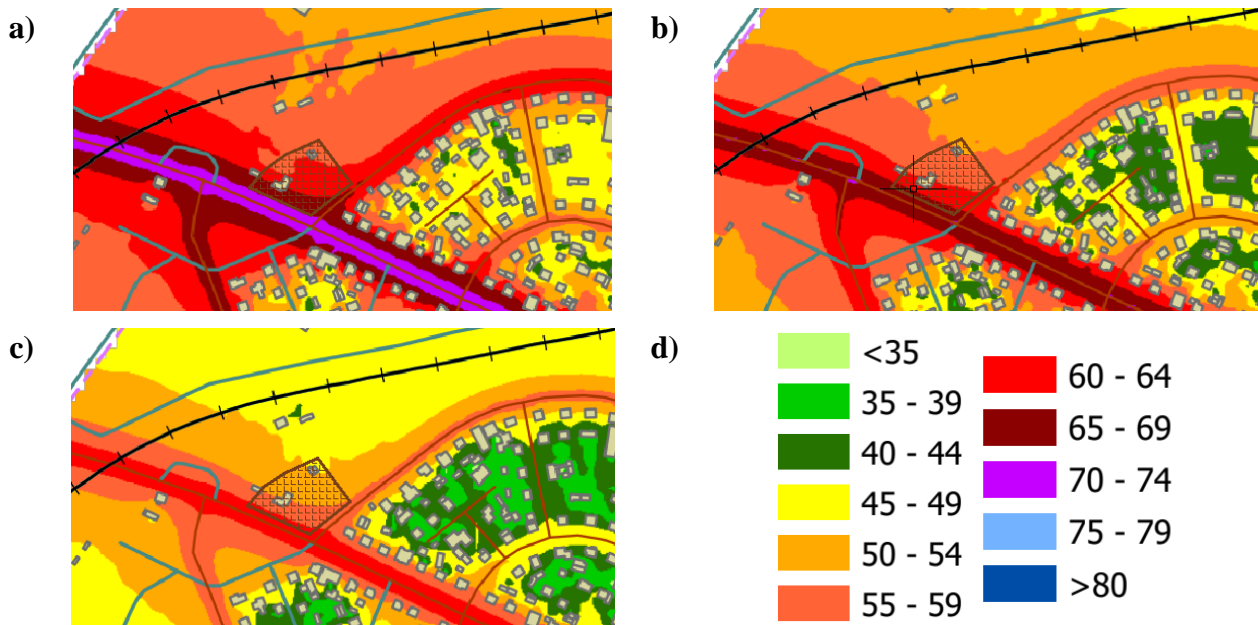
Nakties triukšmo rodiklis ( $L_{nakties}$ ) – nakties metu (nuo 22 val. iki 7 val.) triukšmo sukkelto miego trikdyto rodiklis [1].

Projektuojamą pastatą numatoma statyti prie judrios Vilniaus gatvės Šiauliuose (2 pav.). Pagrindinis fasadas orientuojamas į Pietryčius, o Pietvakarių fasadas orientuojamas į Vilniaus gatvę.



**1 pav.** Sklypas, esantis Vilniaus g., Šiauliai  
Šaltinis: sudaryta autorių naudojant [10] duomenis

Plačiausiai taikomas būdas aplinkos akustinės taršos įvertinimui – išmatuoti aplinkos triukšmo garso slėgio lygius. Šiaulių municipalinė aplinkos tyrimų laboratorija nuolat vykdo miesto aplinkos monitoringą. Triukšmo stebėjimo duomenis ji pateikia žemėlapių pavidalu (3 pav.).



3 pav. Šiaulių miesto 2022 metų autotransporto triukšmo žemėlapiai:  
a – dienos; b – vakaro; c – nakties, d – spalvų legenda, dBA

Šaltinis: Šiaulių municipalinė aplinkos tyrimų laboratorija [11]

Pasirinkto sklypo pietinė dalis patenka į ribines vertes viršijančio autotransporto triukšmo laukus visos paros laikotarpiu.

### Autotransporto triukšmo poveikio modeliavimas

Eismo srautų triukšmui aprašyti yra sukurta daug matematinių modelių. Greta didelio kiekio modeliavimo programų kompiuterinės programinės įrangos teikėja *AUTODESK* siūlo programinę įrangą *Autodesk Forma* (anksčiau *Spacemaker*) [12], kuri padeda planavimo ir projektavimo etape skaitmeniniu būdu pristatyti projektus nuo pat pirmos dienos. Jos aplinkos parametrų įvedimo galimybės leidžia tiksliau identifikuoti problemines vietas, prognozuoti bei optimizuoti transporto priemonių keliamo triukšmo poveikį objektui (4 pav.).

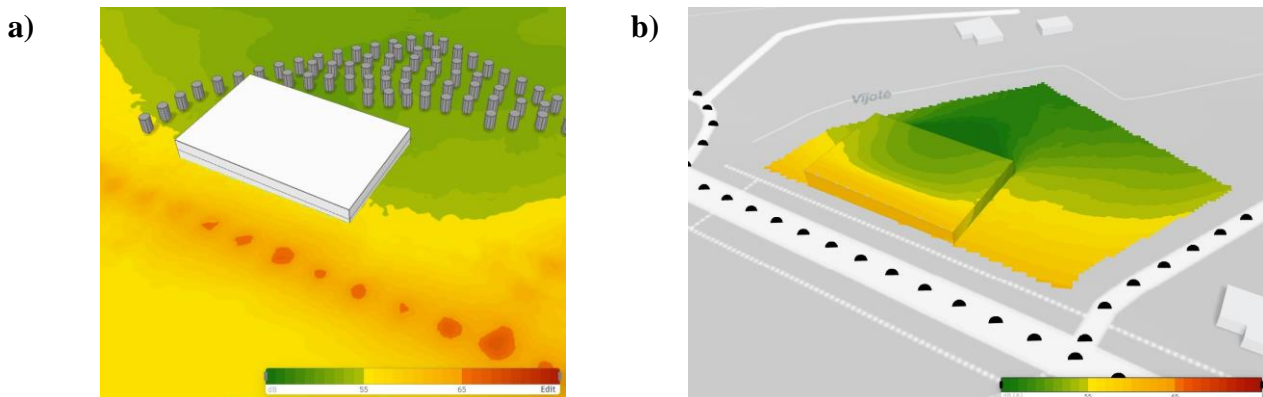


4 pav. Projektuojamo pastato modelis *Autodesk Forma* darbiniam lange

Šaltinis: sudaryta autorių

Modeliui sudaryti suvedamos aplinkos sąlygos: gatvės plotis, transporto, pravažiuojančio per parą, kiekis, transporto priemonių važiavimo greitis. Pasirinktoje sklypo vietoje (7 m atstumu nuo gatvės) talpinamas projektuojamo pastato modelis, įtraukiami medžiai (5 pav. a).

Triukšmo analizės modelio pirminiai duomenys pasirinktoje vietoje parodė didžiausius triukšmo rodiklius (5 pav. b).

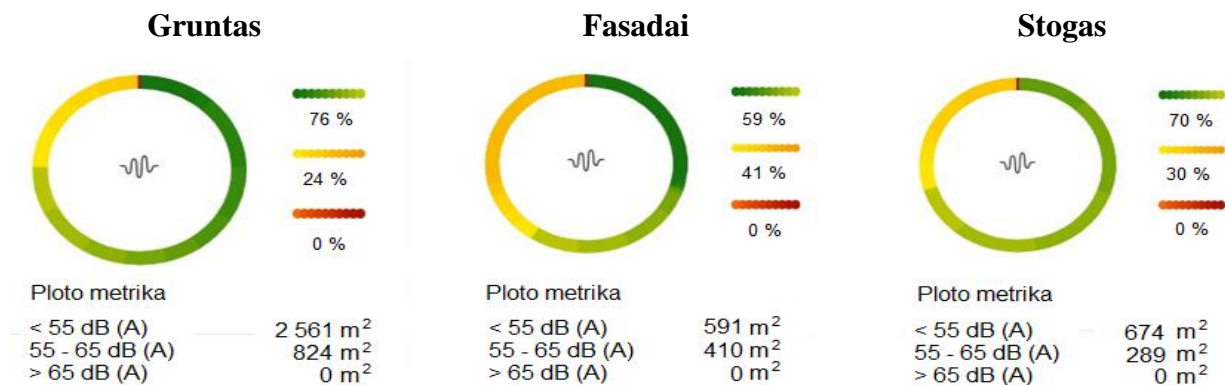


2 pav. Autotransporto triukšmo sklaidos pradinis modelis:

a – modelio įvestis; b – modelio analizė

Šaltinis: sudaryta autorių

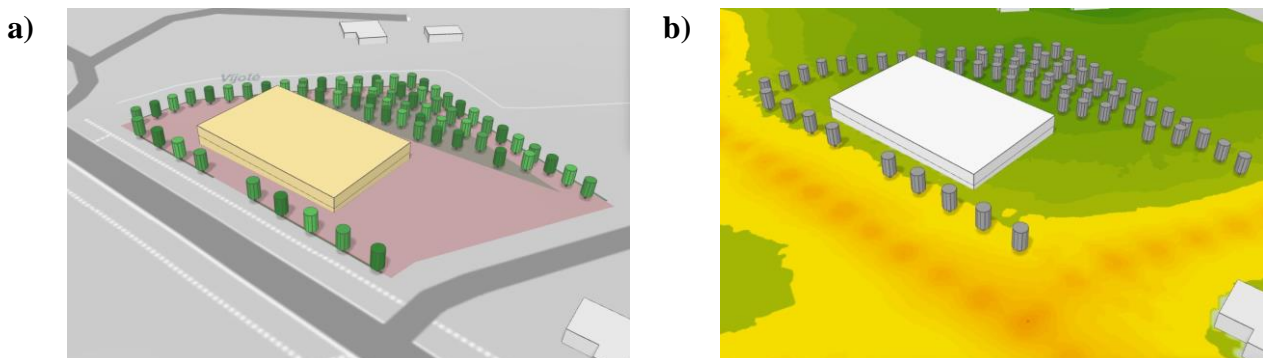
Modelio analizės rezultatai rodo, kad didžiausia triukšmo slėgio apkrova tenka fasadui, antroje vietoje – stogo konstrukcija, o mažiausias intensyvaus triukšmo procentas yra grunte (6 pav.).



6 pav. Autotransporto triukšmo slėgis objektams

Šaltinis: sudaryta autorių

Siekiant parinkti ir pritaikyti triukšmo poveikio mažinimo priemones, siūloma koreguoti projektuojamo gyvenamojo visuomeninio pastato vietą, jį atitraukiant nuo pagrindinės gatvės dar 9 m, ir pietvakarinę sklypo ribą apšodinti želdiniais (7 pav. a). Įterpus modelyje šias priemones, tenkinami triukšmo ribojimo reikalavimai (7 pav. b).

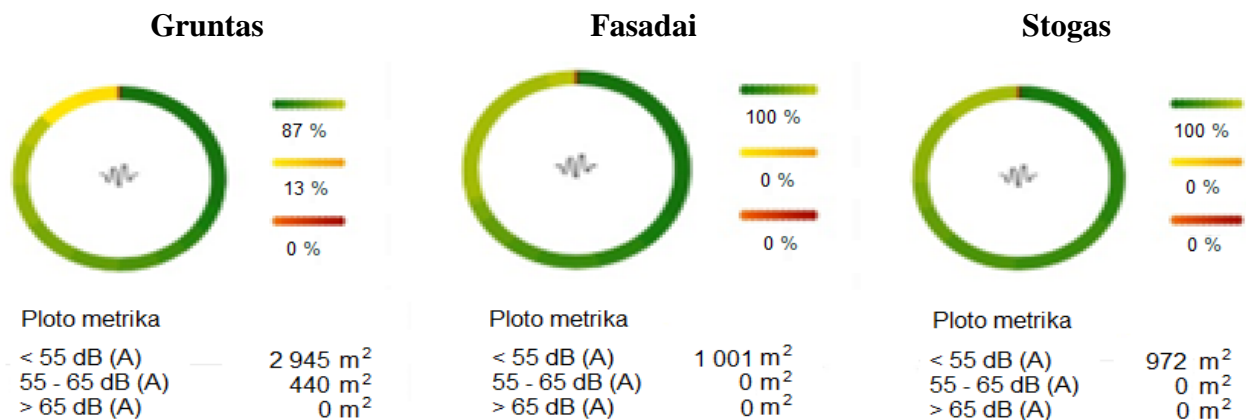


7 pav. Autotransporto triukšmo sklaidos pakoreguotas modelis:

a – modelio įvestis; b – modelio analizė

Šaltinis: sudaryta autorių

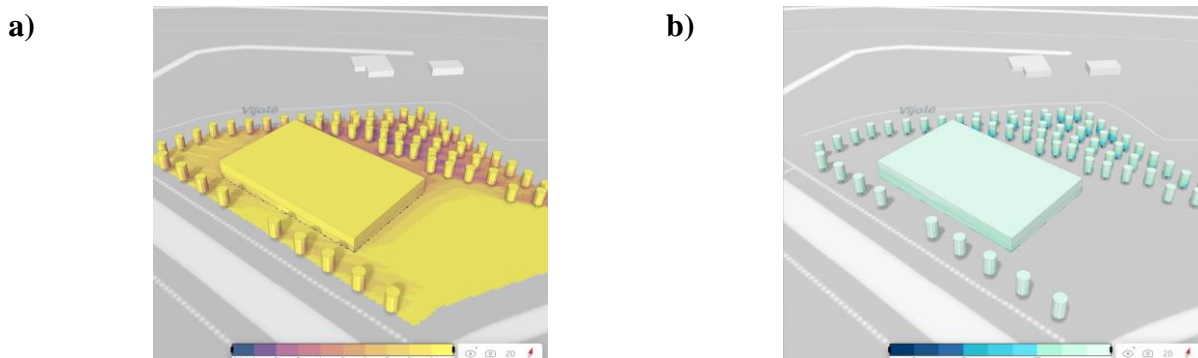
Pakartotinės analizės rezultatai rodo, kad triukšmo apkrova fasadui ir stogui eliminuota visiškai (8 pav.), o nedidelį slėgį grunte gerai izoliuotų purūs dirvos sluoksniai. Todėl galima būtų planuoti storesnį augalinį sluoksnį ir ties sklypo riba 0,9 m gylį griovį, užpildytą durpėmis, projekto aplinkos tvarkymo dalyje.



8 pav. Autotransporto triukšmo slėgis objektams (po korekcijos)

Šaltinis: sudaryta autorių

Želdiniai sulaiko ir sugeria triukšmą tarsi filtras, jie geriausiai slopina aukšto dažnio garsus. Patikrinimui, ar augmenija netrukdytų pro langus prasiskverbti šviesai, atliktas saulės ir dienos šviesos sklaidos modeliavimas (9 pav.)



9 pav. Apšvietos modelis:

a – Saulės šviesos; b – dienos šviesos

Šaltinis: sudaryta autorių

Medžių metamas šešėlis saulėtą dieną vos siekia pastato cokolį ir palanges, tad nepateks į patalpas, o dienos šviesoje jis visiškai nesiels pastato.

## Išvados

Transporto priemonių keliamas triukšmas yra vienas labiausiai erzinančių neigiamų veiksnių, todėl triukšmo problemos yra labai aktualios ir reikalauja priemonių triukšmui mažinti. Miestuose daugėja pravažiuojančio transporto kiekis bei jo negatyvus poveikis aplinkai ir žmonių gyvenimo kokybei.

Svarbu, kad pastatas būtų statomas ne tik atsižvelgus į jo funkcionalumą ir estetiką, bet ir į triukšmo sklaidos vertinimą. Modelio pagalba pavyko parinkti tinkamą pastato vietą sklype, augmeniją ir išvengti triukšmo slėgio į fasadus bei stogą. Slėgio į gruntą mažinimui galima būtų planuoti storesnį auglinį sluoksnį ir ties sklypo riba 0,9 m gylį griovį, užpildytą durpėmis, projekto aplinkos tvarkymo dalyje.

Patikrinta, kad šie sprendiniai nepablogina pastato apšvietos saulės ir dienos šviesa.

## Literatūra

1. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos triukšmo valdymo įstatymas*. 2004 m. spalio 26 d. Nr. IX-2499. Suvestinė redakcija nuo 2023-01-02. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.244674/asr>
2. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *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. Suvestinė redakcija nuo 2018-02-14. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.402074/asr>
3. MÜNZEL, Thomas, et al. Adverse cardiovascular effects of traffic noise with a focus on nighttime noise and the new WHO noise guidelines. *Annual review of public health*, 2020, 41: 309–328. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-081519-062400>
4. VĮ REGITRA. *Atviri duomenys*. <https://registra.lt/lt/atviri-duomenys>
5. VALSTYBĖS DUOMENŲ AGENTŪRA. Oficialiosios statistikos portalas. *Lietuva skaičiais (2023 m. leidimas)*. *Transportas*. <https://osp.stat.gov.lt/lietuva-skaiciais-2023/transportas>
6. DAMIDAVIČIUS, Jonas. *Darnaus judumo priemonių integravimo pagal miesto susisiekimo sistemos infrastruktūrą modelis*. Daktaro disertacija. Vilnius: Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2021. doi:10.20334/2021-010-M
7. STRAZDAS, Edgaras, JANUŠEVIČIUS, Tomas. Triukšmą mažinančių barjerų efektyvumo priklausomybė nuo formos ir geometrijos. *Science: Future of Lithuania / Mokslas: Lietuvos Ateitis*, 2023, 15. doi:10.3846/mla.2023.19430
8. TEKAMPE, Sabine, OESER, Markus. Assessing the Durability and Acoustic Performance of a Novel Two-Layer Pavement System. *Sustainability*, 2023, 15(23): 16475. <https://doi.org/10.3390/su152316475>
9. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. *LST ISO 1996-1:2017. Akustika. Aplinkos triukšmo aprašymas, matavimas ir vertinimas. 1 dalis. Pagrindiniai dydžiai ir vertinimo procedūros / Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures*.
10. LIETUVOS ERDVINĖS INFORMACIJOS PORTALAS. <https://www.geoportal.lt/map/>
11. ŠIAULIŲ MUNICIPALINĖ APLINKOS TYRIMŲ LABORATORIJA. *Šiaulių miesto triukšmo žemėlapiai*. <https://www.matl.lt/triuksmas/triuksmo-zelelapiai>
12. AUTODESK. *Autodesk Forma: Cloud-based software for early-stage planning and design*. <https://www.autodesk.eu/products/forma/>