



## LYGINAMŲJŲ VIDAUS ATITVARŲ GARSO SLĖGIO IZOLIACIJOS TYRIMAI

Domininkas Sarpalius<sup>1</sup>, Tomas Januševičius<sup>2</sup>

*VGTU AIF Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra*  
El. p.<sup>1</sup>[domininkas.sarpalius@stud.vgtu.lt](mailto:domininkas.sarpalius@stud.vgtu.lt); <sup>2</sup>[tomas.janusevicius@vgtu.lt](mailto:tomas.janusevicius@vgtu.lt)

**Anotacija.** Atitvara – vienas iš pagrindinių pastato elementų. Jos skiria atskirus kambarius ir kitas erdves, tokios atitvaros vadinamos vidinėmis atitvaromis, taip pat būna atitvaros, sujungtos su pamatais ir stogu, taip sudarant pastato bendrą karkasą, tokios atitvaros vadinamos išorinėmis. Atitvarų charakteristikos priklauso nuo tam tikrų veiksnių: ekonominių, stilitinių, apsauginių, akustinių. Viena iš svarbiausių atitvaros charakteristikų yra izoliuoti garso slėgio lygį arba jį absorbuoti gyvenamuosiuose, trumpalaikės paskirties, mokslo ir gydymo paskirties pastatuose. Atitvaros sandara yra labai svarbi kalbant apie garso slėgio izoliaciją, nes priklausomai nuo tam tikros pastato paskirties keičiasi ir atitvaros sandara. Atitvaros dažniausiai sudarytos iš plytų arba blokelių mūro ir tinko, rečiau monolitinės. Atitvaros struktūra nulemia garso slėgio izoliaciją. Tyrime lyginamos skirtingo tipo atitvaros su skirtingais izoliacijos lygiais. Prasčiausia atitvara sudaryta iš silikatinųjų plytų, izoliacijos lygis yra 47,0 dB. Priimtina atitvara sudaryta iš keramzitetono blokelių, nes jos izoliacijos lygis siekia 55,1 dB. Labai gera atitvaros izoliacija siekia 62,1 dB, nes ji sudaryta iš monolitinio betono. Atitvaros garso slėgio izoliacijai gerinti naudojamas gipso kartonas, akmenis vata, putų polistirenas, gumos plokštės ir kt. Žinant, kokios paskirties pastatas statomas, atsižvelgiant į garso slėgio lygio izoliavimo reikalavimus, projektuojant svarbu parinkti tinkamą mūrą ir atitvaros konstrukcinius elementus.

**Reikšminiai žodžiai:** garso slėgio lygio izoliacija, vidinė atitvara, silikatinųjų atitvarų mūras, keramzitetono atitvarų mūras, monolitinė siena.

### Įvadas

Atitvara – pastato elementas, skiriantis patalpas nuo išorės arba nuo kitų patalpų, kai oro temperatūrų skirtumas skirtingose šio elemento pusėse didesnis už 4 °C (STR 2.04.01.2018 „Pastatų atitvaros. Sienos, stogai, išorinės įėjimo durys“). Taip pat atitvaros gerina gyvenimo komforto sąlygas. Triukšmas būtiniomis sąlygomis neretai gali paveikti žmogų fiziškai ir psichologiškai. Tai reguliuojantis fizikinis parametras – garso slėgio izoliacija.

Izoliacijos vertę galima išreikšti garso perdavimo nuostoliais, kurie paverčiami viena verte kaip svertinis garso sumažinimo indeksas ( $R_w$ ,  $D_nT_w$ ) ir taip pat turi papildomą garso pataisos koeficientą žemu dažniu ( $C$ ,  $C_{tr}$ ) (Tassia ir kt., 2016).

Tobulėjant statybos sektoriui, daugėjant skirtingų žaliavų, didėja atitvarų įvairovė. Keičiantis jų charakteristikoms, keičiasi atitvarų garso slėgio izoliacija. Garso slėgio izoliacija yra svarbi būstą įsigijusių gyventojų buitines sąlygų, tiksliau – akustinės komforto klasės, dedamoji, bet, deja, statytojai, rinkdamiesi ekonomišką variantą, dažnai naudoja prasčiau garso slėgį izoliuojančias medžiagas.

Sienos skirstomos į vidines ir išorines. Išorinės sienos apsaugo patalpas nuo atmosferos poveikio (temperatūros svyravimo, vėjo, drėgmės, saulės radiacijos ir kt.), triukšmo, padeda užtikrinti reikiamą mikroklimatą patalpose (Mickaitis, 2011).

Nuolatinis triukšmas veikia nervų sistemą ir yra stresą sukeliantis veiksnys, todėl Pasaulio sveikatos organizacija (PSO) triukšmą priskyrė prie fizinių veiksnių, skatinančių profesinių ligų atsiradimą ir plitimą (Butkus ir Grubliauskas, 2008).

Konstrukciniu požiūriu sienos skirstomos į laikančiasias (perima savąją, perdangų, laiptatakių, stogo, sniego, vėjo ir kitas apkrovas), nelaikančiasias (laiko savąjį svorį per visus aukštus ir vėjo apkrovas) ir nelaikančiasias kabinamasias (laiko savąjį svorį per vieną aukštą ir yra tvirtinamos prie kitų konstrukcinių elementų). Pagal naudojamas medžiagas laikančiosios konstrukcijos dažniausiai yra medinės (raštinės, karkasinės, skydinės ir pan.), mūrinės (plytų, blokelių ir pan.), gelžbetoninės (surenkamosios arba monolitinės) ir kt. Laikančiosios sienos konstrukcijos

dažniausiai daromos iš stipresnių ir sunkesnių medžiagų (Mickaitis, 2011).

## Metodika

Atitvarų garso slėgio izoliacija tiriama vadovaujantis standartu STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“.

Tyrimai atliekami vadovaujantis LST ISO 33822:2008, LST ISO 16283:2016. Tyrimuose naudojama aukštos kokybės, pirmos klasės danų gamintojo „Brüel & Kjær“ garso šaltinis The OmniPower Sound Source Type 4292-L, stiprintuvas Type 2734 ir taip pat šio gamintojo garso slėgio lygio analizatorius „Bruel&Kjaer 2270“. Šis prietaisas atitinka naujausią garso lygio matuoklių standartą IEC 61672, taip pat ir ankstesnius IEC (60651 ir 60804) ir naujausius ANSI standartus.

Tyrimai atliekami pagal ekspertinį metodą. Jis taikomas pastate eksploatacinėms charakteristikoms tikrinti pagal aidėjimo trukmės vertes arba patalpos sugertį. Metodas taikomas matuojant pagal ISO 16283.

Tyrimai atliekami operatoriui naudojant fiksatorių, prie kurio pritvirtintas mikrofonas, kurio ilgis 0,3–0,9 m. Iš pradžių mikrofonas laikomas 0,5 m virš grindų, kotą apie 90° kampu pasukus į kairę, tada mikrofonas ratu sukamas lygiagrečiai su žemės paviršiumi, apimant 220° kampą. Paskui mikrofonas keliamas į viršų, kol nuo jo iki lubų lieka 0,5 m atstumas, ir dar kartą sukamas ratu, tačiau priešinga kryptimi apimant 220° kampą, o po to tiesiai vertikalčiai nuleidžiamas į pradinę padėtį.

Mažiausieji atstumai tarp mikrofono vietų:

- 0,7 – tarp fiksuoto mikrofono vietų;
- 0,5 – tarp bet kurios mikrofono vietos ir patalpos ribų.
- 1,0 – matuojant aidėjimo trukmes, tarp bet kurios mikrofono vietos ir garsiakalbio.

Matuojama trečdalis oktavos dažnių juostoje. Matuoti naudojamas baltasis triukšmas siunčiamojo garso patalpoje, kuris generuojamas specialiu visakrypčiu garsiakalbiu. Prietaisas fiksuoja bangos dažnį nuo 50 iki 5000 Hz. Garso slėgio lygio matavimai atliekami 5 vietose, prie kiekvienos skirtingos garsiakalbio pozicijos (2 pozicijos), siunčiamojo ir tiek pat vietų priimamojo garso patalpoje, iš visų tyrimų išvedant vidutinį garso slėgio lygio vidurkį.

Garso izoliavimo koeficientas  $R_w$  apskaičiuojamas pagal formulę

$$R_w = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}, \text{ dB}, \quad (1)$$

čia  $L_1$  – vidutinis garso slėgio lygis siunčiamojo garso patalpoje, dB;  $L_2$  – vidutinis garso slėgio lygis priimamojo garso patalpoje, dB;  $S$  – bandinio (sienos) plotas, m<sup>2</sup>;  $A$  – lygiavertis garso sugerties plotas priimamojo garso patalpoje, m<sup>2</sup>;

$$A = \frac{0,16V}{T}, \quad (2)$$

čia  $T$  – priimamojo garso patalpos aidėjimo trukmė, s;  $V$  – priimamojo garso patalpos tūris, m<sup>3</sup>.

Atitvarų izoliacinių savybių tyrimai natūraliomis sąlygomis atlikti naujos statybos pastatuose. Pagrindinis parametras, pagal kurį vertinamos sienos izoliacija, –  $D_{nT,w}$ , tai fizikinis matas, kuris apibrėžia garso slėgio lygio skirtumą tarp siunčiamosios ir priimamosios patalpos. Pirmą atitvarą sudaryta iš 200 mm silikatinių plytų mūro ir iš abiejų pusių pritvirtintų ir nutinkuotų gipso kartono plokščių. Antrą atitvarą sudaryta iš 300 mm keramzitbartonio blokelių ir iš abiejų pusių pritvirtintų ir nutinkuotų gipso kartono plokščių. Trečią atitvarą sudaryta iš 400 mm monolitinės betono sienos ir iš abiejų pusių pritvirtintų ir nutinkuotų gipso kartono plokščių.

## Rezultatai ir jų analizė

Pirmoji atitvara sudaryta iš 200 mm silikatinių plytų mūro, tyrimų rezultatai pateikti 1 paveiksle. Atitvaros savybės izoliuoti žemo dažnio bangas ties 50–500 Hz dažniais pasireiškė prastais rezultatais, garso slėgio lygių skirtumas yra 18–44 dB. Didėjant bangos dažniui, gerėja izoliacinės savybės, vidutinių dažnių ties 630–1000 Hz dažniais, garso slėgio lygių skirtumas yra 48–54 dB. Aukštų 1250–5000 Hz dažnių sąlygomis izoliacinės savybės yra geros, garso slėgio lygių skirtumas yra 55–59 dB.

Apskaičiavus vidurkį, kurio rezultatas yra lygus 47,0 dB, klasifikuojant atitvarą, nustatyta pagal 1 lentelėje pateiktą klasifikatrių, kad ji neatitinka E ribinės akustinio komforto sąlygų klasės, kurios ribinė vertė 48 dB.

Antroji atitvara sudaryta iš 300 mm keramzitbartonio blokelių mūro, tyrimų rezultatai pateikti 2 paveiksle. Atitvaros savybės izoliuoti žemo dažnio bangas ties 50–500 Hz dažniais pasireiškė prastais rezultatais, garso slėgio lygių skirtumas yra 33–46 dB. Didėjant bangos dažniui, gerėja izoliacinės savybės ties vidutiniais 630–1000 Hz dažniais, garso slėgio lygių skirtumas yra 48–50 dB. Esant aukštiesiems 1250–5000 Hz dažniams izoliacinės savybės yra geros, garso slėgio lygių skirtumas yra 50–57 dB.

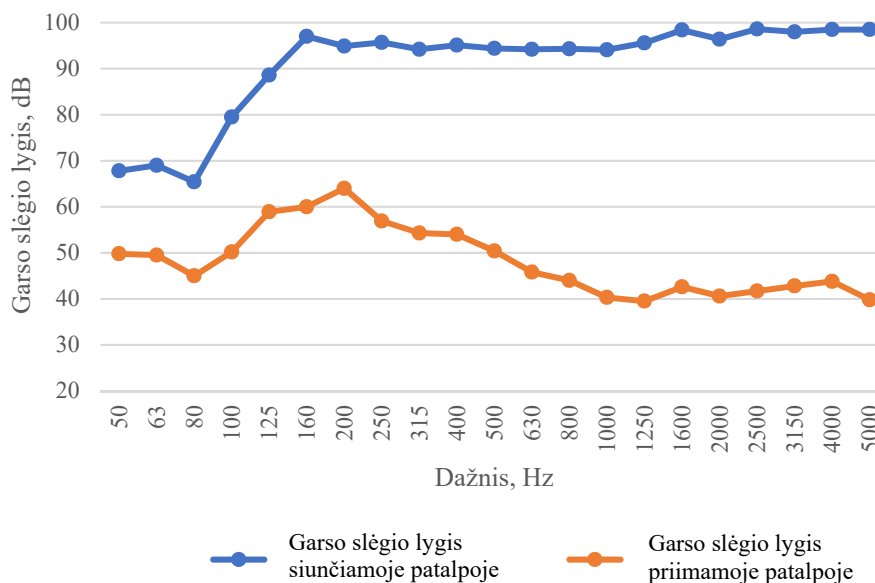
Apskaičiavus vidurkį, kurio rezultatas yra lygus 55,1 dB, klasifikuojant atitvarą, nustatyta pagal 1 lentelėje

pateiktą klasifikatrių, kad ji atitinka priimtino C akustinio komforto sąlygų klasę, kurios ribinė vertė 55 dB.

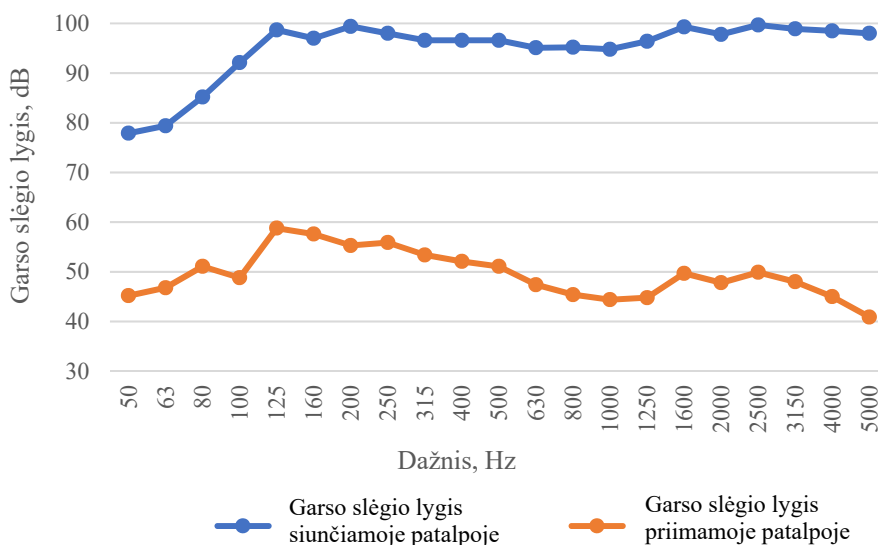
Trečioji atitvara sudaryta iš 400 mm monolitinio betono, tyrimų rezultatai pateikti 3 paveiksle. Atitvaros savybės izoliuoti žemo dažnio bangas ties 50–500 Hz dažniais pasireiškė prastais rezultatais, garso slėgio lygių skirtumas yra 24–56 dB. Didėjant bangos dažniui, izoliacinės savybės yra geros ties 630–1000 Hz dažniais, garso slėgio

lygių skirtumas yra 56–62 dB. Esant aukštų 1250–5000 Hz dažnių sąlygoms izoliacinės savybės yra geros, garso slėgio lygių skirtumas yra 65–73 dB.

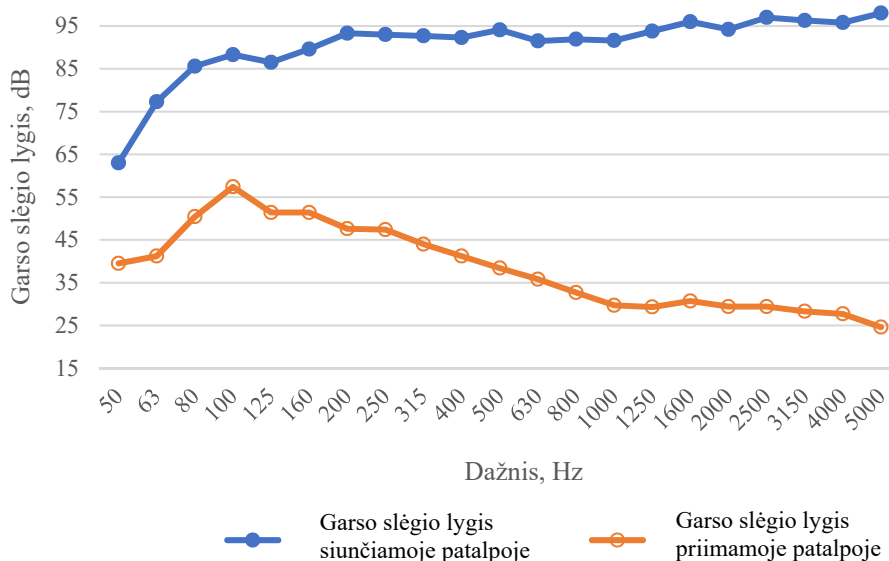
Vidurkio apskaičiavimo būdu gavus rezultatą, kuris lygus 62,1 dB, klasifikuojant atitvarą, nustatyta pagal 1 lentelėje pateiktą klasifikatrių, kad ji atitinka pagerintą B akustinio komforto sąlygų klasę, kurios ribinė vertė 58 dB.



1 paveikslas. Atitvaros, sudarytos iš 200 mm silikatinių plytų mūro, standartizuoto garso slėgio lygio skirtumo  $D_{nT,W}$  tyrimo rezultatai



2 paveikslas. Atitvaros, sudarytos iš 300 mm keramzitbartonio blokelių mūro, standartizuoto garso slėgio lygio skirtumo  $D_{nT,W}$  tyrimo rezultatai



3 paveikslas. Atitvaros, sudarytos iš 400 mm monolitinio betono, standartizuoto garso slėgio lygio skirtumo  $D_{nT,W}$  tyrimo rezultatai

1 lentelė. Gyvenamųjų pastatų vidinių atitvarų ore sklindančio garso klasifikatorius. Mažiausios tariamojo oro garso izoliavimo rodiklio vertės (STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“)

	Vidinių atitvarų garso klasė				
	A	B	C	D	E
Apsaugomos erdvės tipas	Rodiklis				
	$R'_w + C_{50-3150}$ arba $D_{nT,W} + C_{50-3150}$ (dB)	$R'_w + C_{50-3150}$ arba $D_{nT,W} + C_{50-3150}$ (dB)	$R'_w$ arba $D_{nT,W}$ (dB)	$R'_w$ arba $D_{nT,W}$ (dB)	$R'_w$ arba $D_{nT,W}$ (dB)
Kambariai nuo šalia esančių kitų šio pastato patalpų (butų arba bendrojo naudojimo patalpų)*	63	58	55	52	48

### Išvados

1. Atitvara, sudaryta iš silikatinų plytų, geriau izoluoja aukšto dažnio bangas, tačiau apskaičiavus vidurkį iš visų matavimų rezultatų, nustatyta, kad jis lygus 47,0 dB, todėl darytina išvada, kad ši atitvara neatitinka reikalaujamos C klasės kategorijos. Tokie rezultatai gauti dėl mažo plytos tankio ( $1450 \text{ kg/m}^3$ ), kuris silpnai sulaiko sklindantį garso slėgį. Vadinasi, gerinant akustinę komforto klasę iki priimtinos C, neužtenka sienos mūro iš 200 mm silikatinų plytų, todėl siūloma ne tik didinti blokelių sluoksnio skaičių, bet ir priklijuoti akmens vatos iš abiejų atitvaros pusių, pritvirtinant gipso kartoną, kad būtų pagerintos izoliacinės savybės.
2. Atitvara, sudaryta iš keramzitbetonio blokelių, pasižymi priimtina C akustine klase ir jos matavimo

rezultatas yra 55,1 dB. Vis dėlto pažymėtina, kad atitvara dėl mažo keramzitbetonio  $1700 \text{ kg/m}^3$  tankio sulaiko tik aukštesnio dažnio garso slėgio sklidimą. Siekiant pagerinti akustinę komforto klasę siūloma mūriui naudoti ne 300 mm, bet storesnius keramzitbetonio blokelių arba mūrą sudaryti iš kelių sluoksnių. Taip pat siūloma iš abiejų atitvaros pusių pritvirtinti izoliacines gumos plokštes.

3. Atitvara, sudaryta iš monolitinio betono, pasižymi pagerinta B akustine klase ir jos matavimo rezultatas yra 62,1 dB. Tokį rezultatą lėmė didelis betono tankis  $2600 \text{ g/m}^3$ , dėl to atitvara pasižymi geromis izoliacinėmis savybėmis ties vidutinio ir aukšto dažnio bangomis. Siekiant pagerinti akustinę komforto klasę siūloma prieš pritvirtinant gipso kartoną, priklijuoti akmens vatos iš abiejų atitvaros pusių, taip didinant porėtumą ir nuo jo priklausomą elemento absorbciją.

## Literatūra

- Butkus, D., & Grubliauskas, R. (2008). Investigation of noise level in Trakai city during day. In *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference Environmental Engineering* (pp. 85–92), May 22–23, 2008, Vilnius, Lithuania.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2003). *Aplinkos ministro įsakymas 2003 m. liepos 17 d. Nr. 387*. STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2018). *Aplinkos ministro įsakymas 2018 m. kovo 29 d. Nr. D1-186*. STR 2.04.01:2018 „Pastatų atitvaros. Sienos, stogai, langai ir išorinės įėjimo durys“.
- Mickaitis, M. (2011). *Mažaaukščių pastatų konstrukcijos: projektavimo metodikos nurodymai*. Technika. <https://doi.org/10.3846/1216-S>
- Tassia, R. D., Asmoro, W. A., & Arifianto, D. (2016). Airborne sound insulation evaluation and flanking path prediction of coupled room. *Journal of Physics: Conference Series*, 776. 8<sup>th</sup> International Conference on Physics and its Applications (ICOPIA) 23–24 August 2016, Denpasar, Indonesia. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/776/1/012076>

## SOUND PRESSURE INSULATION TESTS ON INTERNALS PARTITIONS

D. Sarpalius, T. Januševičius

### Summary

Partition is one of the main elements of the building. They distinguish between separate rooms and other spaces, so-called internal barriers, and they are connected to the foundations and the roof, thus forming a common carcass of the building, such a guard is called external. The characteristics of the partitioning depend on a number of different factors: economic, stylistic, protective, acoustic. One of the most important characteristics of the envelope is to isolate the sound pressure level or absorb it in residential buildings, short-term buildings, scientific and therapeutic buildings. The structure of the envelope is very important in terms of sound pressure isolation, since the purpose of a particular building changes and the structure of the fence. The envelope is usually made up of bricks or blocks of masonry and plaster, less often monolithic. The structure of the envelope determines the sound pressure insulation. For the improvement of the sound pressure insulation is used gypsum board, rock wool, styrofoam, rubber plates, etc. Knowing what kind of destination building is under construction, taking into account the requirements for the containment of sound pressure level, it is important to select suitable masonry and envelope structural elements when designing. In scientific work, I will look at several different partitioning structures and their sound pressure level isolation.

**Keywords:** pressure level insulation, inner compartment, silicic partitioning masonry, expanded clay partitioning masonry, monolithic wall.