



STIKLO VATOS PLOKŠTĖMIS PADENGŲ MEDINIŲ IR METALINIŲ KONSTRUKCIJŲ SU KINTAMA GARSO IZOLIACIJA EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI

Tomas VILNIŠKIS¹, Tomas JANUŠEVIČIUS²

VGTU AIF Aplinkos apsaugos katedra

El. paštas: ¹tomas.vilniskis@vgtu.lt; ²tomas.janusevicius@vgtu.lt

Anotacija. Tyrimų metu buvo ištirtos dvi skirtingos akustinių žaliuzių konstrukcijos. Viena konstrukcija sudaryta iš 7 medinių plokščių, įtvirtintų mediniame rėme, kurių ilgis 1 metras ir plotis 0,3 metro. Kita konstrukcija sudaryta iš tokių pačių parametrų metalinių plokščių įtvirtintų mediniame rėme. Atlikus matavimus buvo nustatyta, jog konstrukcijos su medinėmis plokštėmis garso lygio sumažėjimas yra didesnis visame dažnių diapazone. Žemų dažnių garsą ši konstrukcija slopina iki 5 dB geriau, vidutinių dažnių garsą slopina taip pat 5 dB geriau, o aukštų dažnių diapazone konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygi slopina 12–15 dB geriau. Lyginant abi konstrukcijas, nustatyta, jog ekvivalentinis garso lygio sumažėjimas naudojant konstrukciją su medinėmis plokštėmis yra nuo 2 dB iki 4,6 dB didesnis.

Reikšminiai žodžiai: garso slėgio lygio sumažėjimas, ekvivalentinio garso slėgio lygio sumažėjimas, vidutiniai geometriniai dažniai, triukšmą mažinanti konstrukcija.

Įvadas

Lietuvoje, kaip ir kitose šalyse, dedamos pastangos sumažinti aplinkos triukšmą ir išvengti poveikio žmogui ir aplinkai, tačiau ši sritis vis dar kelia daug diskusijų (Butkus *et al.* 2012; Bozkurt, Demirkale 2017). Triukšmas kenkia tiek žmogaus klausai, tiek visam organizmui (Pierrette *et al.* 2012; Zannin *et al.* 2013). Daugelyje miestų, vidutinis triukšmo padidėjimas yra 1–3 dB per metus (Baltrėnas *et al.* 2010). Aplinkoje triukšmą sukelia įvairūs triukšmo šaltiniai. Tai gali būti transporto priemonės, įvairūs inžineriniai įrenginiai (transformatoriai, generatoriai, vėdinimo įrenginiai) (Muralikrishna, Manickam 2017). Vienas pagrindinių triukšmo taršos šaltinių yra pramonės objektai. Pramonės objektuose veikia įvairūs mechanizmai ir procesai, kurie kelia triukšmą. Pagrindiniai įrenginiai – tai varikliai, konvejeriai, ventiliatoriai, generatoriai, vibruojančios plokštės, elektros varikliai, pneumatiniai įrankiai ir t. t. (Ahmadabadi *et al.* 2016; Gerges *et al.* 2011). Pramoninių įrenginių keliamas triukšmas priklauso nuo įrangos ir vykdomos operacijos.

Inžinerinių įrenginių keliamas garso slėgio lygis priklauso nuo triukšmo šaltinio tipo, atstumo nuo triukšmą skleidžiančio šaltinio iki jį priimančio objekto/subjekto ir natūralios darbo aplinkos (Ouis 2002). Pramoninio įrenginio

triukšmas priklauso nuo to, kokia dalis mechaninės ir elektros energijos yra paverčiama į akustinę energiją (Rama Krishna *et al.* 2011). Garso laukai yra sudėtiniai dėl daugelio dalyvaujančių triukšmo šaltinių: oru plintantis triukšmas, statiniais plintantis triukšmas, garso bangų difrakcija, garso bangų atspindys nuo grindų, sienų, lubų, įrenginių paviršių, garso sugertis.

Pagrindiniai triukšmo slopinimo būdai yra architektūrinis planavimas, triukšmo slopinimas šaltinyje, garso sugėrimas, izoliavimas (Valikonienė 2001). Visų pirma planuojant įrengti potencialų triukšmo šaltinį, reikia atsižvelgti į tai, kokioje vietoje jis bus įrengtas, kaip arti bus gyvenamųjų namų ir kokią įtaką darys žmonių sveikatai. Nustačius galimą įrenginio neigiamą poveikį turi būti suplanuotos triukšmo mažinimo priemonės (Rech *et al.* 2016). Jeigu įrenginiai yra pastate, gali būti panaudoti garsą sugėriantys paviršiai, skirti triukšmui, sklindančiam nuo šaltinio, absorbuoti. Įrenginiai gali būti statomi ant vibroizoliacinių tarpiklių, kurie padeda mažinti vibracijas ir triukšmą (Koch *et al.* 2017). Taip pat naudojami triukšmo slopintuvai. Triukšmo izoliavimui galima panaudoti akustinius gaubtus ir kabinas. Įrenginiams, esantiems lauke, dažniausiai yra naudojami specialūs ekranai, skirti garsui

izoliuoti ir neleisti jam sklirti tiesiai į gyvenamąsias teritorijas.

Planuojant triukšmo mažinimo konstrukcijas, dažnai susiduriama su problema, kai negalima visiškai uždengti įrenginių, nes jiems būtinas oro tiekimas, išmetimas bei gera ventiliacija. Šiuo atveju negalima naudoti gaubtų, kabinetų, nes jie yra sandarūs ir neleidžia laisvai orui judėti. Tokių įrenginių triukšmui mažinti gali būti panaudojamos specialios konstrukcijos – akustinės žaliuzės. Tokios žaliuzės leidžia cirkuliuoti orui ir apsaugo įrenginį nuo skirtingų oro sąlygų. Žaliuzių garso izoliacija nėra labai aukšta, ypač žemuose dažniuose (Viveiros *et al.* 2002). Komercinės žaliuzės yra standartinio dizaino, dažniausiai nurodomas jų plokščių plotis, pasvirimo kampas ir oro tarpas. Akustinės žaliuzės turi pasižymėti ne tik geromis akustinėmis savybėmis, bet ir būti aerodinamiškai efektyvios (Bibby, Hodgson 2013). Tradicinės žaliuzės susideda iš metalinio korpuso, kurio apatinioji dalis yra pripildyta garsą absorbuojančios medžiagos. Siekiant apsaugoti medžiagą nuo nepalankių oro sąlygų, apatinioji dalis dažnai yra perforuota. Akustinės žaliuzės gali būti naudojamos tiek lauke, tiek pastato viduje, siekiant sumažinti ventiliatorių, generatorių, transformatorių, vėdinimo įrenginių keliamą triukšmą.

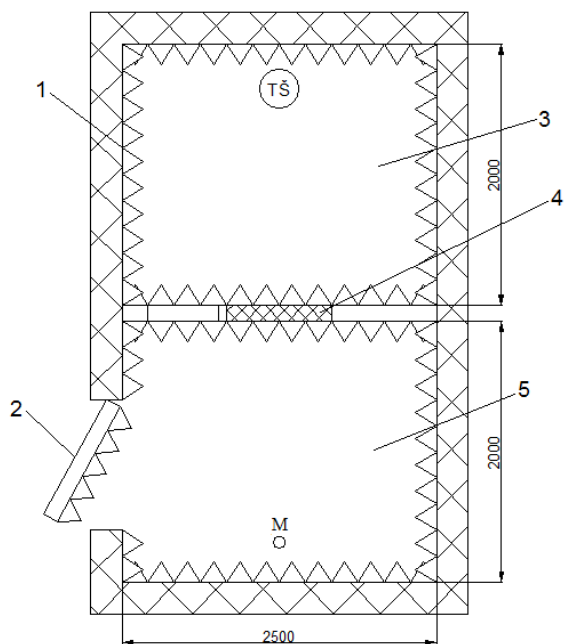
Darbo tikslas – sukonstravus du skirtingus žaliuzių prototipus, kurių vienas sudarytas iš metalinių plokščių, padengtų stiklo vatos plokštėmis, o kitas – iš medinių plokščių, padengtų stiklo vatos plokštėmis, nustatyti garso lygio sumažėjimo visoje dažnių juostoje bei ekvivalentinio garso lygio sumažėjimo vertes bei palyginti abiejų konstrukcijų efektyvumą.

Metodika

Triukšmo slopinimo kamera sukurta Vilniaus Gedimino technikos Aplinkos apsaugos katedroje. Ši kamera skirta įvairių medžiagų ir iš jų sudarytų konstrukcijų garso sugerties, atspindžių ir garso izoliacijos nustatymui. Kameroje tyrimai atliekami pagal ISO 10140-2:2010 standartą.

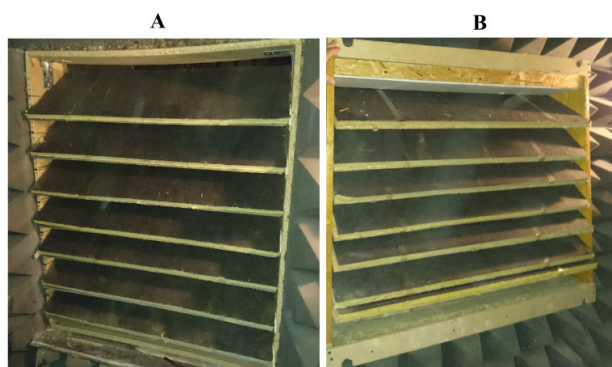
Bendras triukšmo slopinimo kameros vaizdas pateiktas 1 paveiksle. Triukšmo slopinimo kamera susideda iš dviejų patalpų, perskirtų dviguba siena, ir greta esančios patalpos, skirtos matavimo aparatūrai. Viena patalpa sąlygiškai vadinama siunčiamojo garso kamera, kita – priimamojo garso kamera.

Triukšmo slopinimo kameros patalpos tarpusavyje akustiškai izoliuotos akmens vatos plokštėmis. Tokia konstrukcija leidžia sumažinti netiesioginį garso pralaidumą tarp kameros patalpų, taip pat šios patalpos yra izoliuotos nuo išorinio triukšmo, norint iki minimalaus poveikio



1 pav. Triukšmo slopinimo kamera: 1 – sienos, padengtos paralonu; 2 – durys; 3 – siunčiamojo garso patalpa; 4 – konstrukcijos talpinimo vieta; 5 – priimamojo garso patalpa; M – mikrofono pozicija; TŠ – triukšmo šaltinis

sumažinti foninį triukšmą jose. Kameros patalpas skiriančioje sienoje yra įrengta 1 m² dydžio anga, kurioje standžiai įtvirtinamas 1,0×1,0 m matmenų tiriamasis bandinys. Tyrimams atlikti buvo naudojami du skirtingi tiriamieji bandiniai. Vienas bandinys sudarytas iš 7 vienodų matmenų metalinių plokščių, įtvirtintų mediniame rėme, kurių ilgis yra 1 m, o plotis – 0,3 metro. Kitas bandinys sudarytas iš 7 medinių plokščių, įtvirtintų mediniame rėme, kurių matmenys tokie patys kaip ir kito tiriamojo bandinio. Ant plokščių viršaus yra montuojama bandomoji medžiaga – 15 mm storio akustine medžiaga ISOTEC KVL (2 pav.).



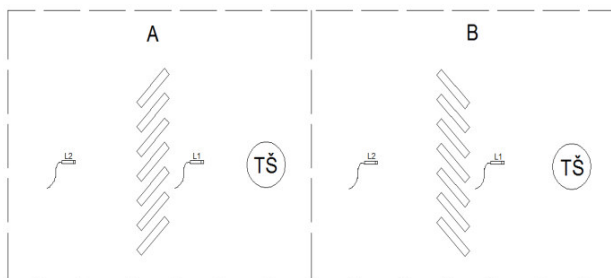
2 pav. Tiriamieji bandiniai: A – bandinys su metalinėmis plokštėmis; B – bandinys su medinėmis plokštėmis

Garso lygio matavimams naudojamas trečdalis oktavo pločio juostos filtras. Matavimo trukmė kiekvienoje atskiroje mikrofono vietoje ir kiekvienoje 1/3 oktavo

dažnių juostoje yra ne mažesnė kaip 60 s. Matavimai yra atliekami plokštes paverčiant skirtingais kampais.

Prieš atliekant tyrimus buvo išmatuotos garso slėgio lygio vertės, visoje dažnių juostoje kameros angoje nesumontavus jokio tiriamojo bandinio. Ištyrus bandomąsias konstrukcijas, gautosios vertės buvo palygintos su garso slėgio lygio vertėmis visoje dažnių juostoje. Nustačius skirtumą tarp garso slėgio lygio nesumontavus bandinio ir sumontavus bandinį, buvo nustatytas garso slėgio lygio sumažėjimas visoje dažnių juostoje. Taip pat buvo išmatuotos ekvivalentinės garso slėgio lygio vertės dB(A) sumontavus skirtingus bandinius.

Ekspimentinių tyrimų metu matuojamas garso slėgio lygio sumažėjimas visoje dažnių juostoje bei ekvivalentinis garso slėgio lygio sumažėjimas konstrukcijų plokštes pakreipus 0, 15, 30 ir 45 laipsnių kampų į triukšmo šaltinį ir nuo jo (3 pav.).



3 pav. A – plokštės, atsuktos nuo triukšmo šaltinio; B – plokštės, atsuktos į triukšmo šaltinį; TŠ – triukšmo šaltinis; L1 – vidutinis garso slėgio lygis priimamojo garso patalpoje; L2 – vidutinis garso slėgio lygis siunčiamojo garso patalpoje

Matavimams naudojama įranga: garso mikrofonų kalibratorius 4294, realaus laiko garso spektro analizatorius *Bruel&Kjaer mediator 2260D*, mikrofonas *Bruel&Kjaer 4189*, mikrofonas *Bruel&Kjaer 4189*, *Omnipower Omnidirectional* garso šaltinis 4292 (UA1690), galios stiprintuvas (300W) 2716, programinė įranga *Qualifier BZ 7210*, *Testo 452*.

Rezultatai ir jų analizė

Norint nustatyti skirtumą tarp skirtingų konstrukcijų garso lygio sumažėjimo, buvo ištirtos abi konstrukcijos, kurių plokštės buvo paverstos nuo 0° iki 45° kampais kas 15°. Plokščių viršutinioji dalis buvo nukreipta į triukšmo šaltinį arba nuo triukšmo šaltinio. Garso slėgio lygio sumažėjimas, abiejų konstrukcijų plokštes pavertus 0° ir 15° kampais į triukšmo šaltinį, pavaizduotas 4 paveiksle.

Atlikus tyrimus nustatyta, jog žemų dažnių juostoje nuo 100 iki 500 Hz garso lygį geriau slopina konstrukcija su medinėmis plokštėmis, kurios garso lygį sumažina iki



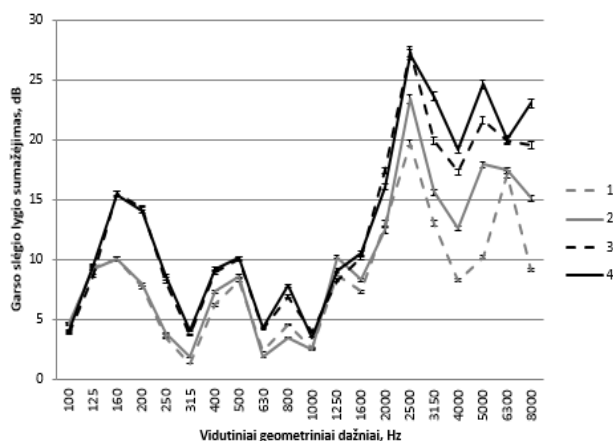
4 pav. Garso slėgio lygio sumažėjimas visoje dažnių juostoje, plokštes pakreipus į triukšmo šaltinį: 1 – metalinės plokštės, pakreiptos 0° kampų; 2 – metalinės plokštės, pakreiptos 15° kampų; 3 – medinės plokštės, pakreiptos 0° kampų; 4 – medinės plokštės, pakreiptos 15° kampų

15 dB esant 160 Hz dažniui, tuo tarpu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį sumažina tik 10 dB. Žymaus skirtumo tarp plokščių pasvirimo kampų nėra. Vidutinių dažnių juostoje nuo 500 iki 1000 Hz skirtumas tarp skirtingų konstrukcijų mažesnis, tačiau konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį slopina šiek tiek geriau ties 500 Hz iki 10 dB, tuo tarpu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį slopina iki 7 dB. Atlikus tyrimus nustatyta, jog geriausiai abi konstrukcijos slopina aukšto dažnio nuo 1000 iki 8000 Hz garso lygį. Didžiausias abiejų konstrukcijų garso lygio sumažėjimas nustatytas esant 2500 Hz dažniui. Konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį slopina iki 25 dB plokštes pavertus 15° kampų ir iki 22 dB esant 0° kampui. Tuo tarpu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį esant 2500 Hz dažniui sumažina iki 17 dB esant 15° kampui ir 16 dB esant 0° kampui.

Garso slėgio lygio sumažėjimas, abiejų konstrukcijų plokštes pavertus 30° ir 45° kampais į triukšmo šaltinį, pavaizduotas 5 paveiksle.

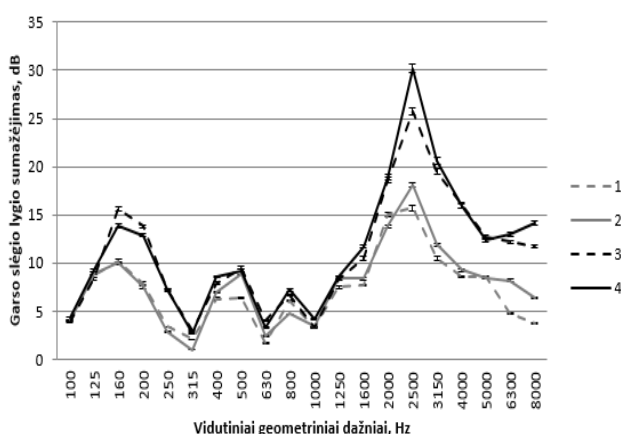
Atlikus tyrimus buvo nustatytos panašios tendencijos, kaip ir plokštes pakreipus mažesniais kampais. Žemų dažnių juostoje nuo 100 iki 500 Hz garso lygį geriau slopina konstrukcija su medinėmis plokštėmis, ši konstrukcija garso lygį sumažina iki 15 dB esant 160 Hz dažniui. Konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį sumažina tik iki 10 dB esant tam pačiam dažniui. Vidutinių dažnių juostoje nuo 500 iki 1000 Hz skirtumas tarp abiejų konstrukcijų garso lygio slopinimo sumažėja, tačiau konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį slopina šiek tiek geriau ties 500 Hz iki 10 dB, tuo tarpu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį slopina iki

8 dB. Geriausiai konstrukcijos slopina aukšto dažnio (nuo 1000 iki 8000 Hz) garso lygį. Geriausiai slopinamas 2500 Hz garso lygis. Konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį, esant 2500 Hz, slopina iki 27 dB plokštes pavertus 45° ir 30° kampu. Tuo tarpu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį prie 2500 Hz sumažina iki 23 dB esant 45° kampui ir 20 dB esant 30° kampui.



5 pav. Garso slėgio lygio sumažėjimas visoje dažnių juostoje, plokštes pakreipus į triukšmo šaltinį: 1 – metalinės plokštės, pakreiptos 30° kampu; 2 – metalinės plokštės, pakreiptos 45° kampu; 3 – medinės plokštės, pakreiptos 30° kampu; 4 – medinės plokštės, pakreiptos 45° kampu

Garso slėgio lygio sumažėjimas, abiejų konstrukcijų plokštes pavertus 0° ir 15° kampais nuo triukšmo šaltinio, pavaizduotas 6 paveiksle.

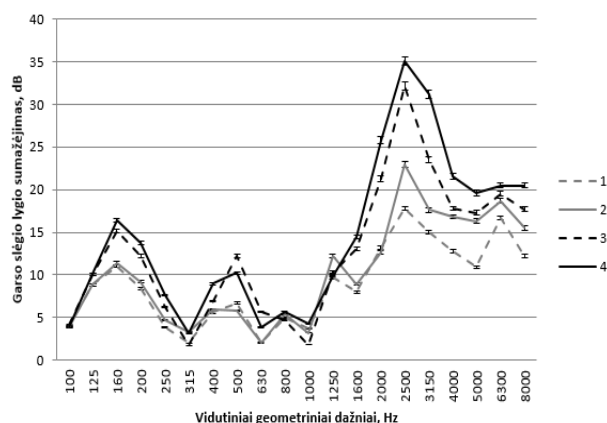


6 pav. Garso slėgio lygio sumažėjimas visoje dažnių juostoje, plokštes pakreipus nuo triukšmo šaltinio: 1 – metalinės plokštės, pakreiptos 0° kampu; 2 – metalinės plokštės, pakreiptos 15° kampu; 3 – medinės plokštės, pakreiptos 0° kampu; 4 – medinės plokštės, pakreiptos 15° kampu

Atlikus matavimus buvo nustatyta, jog konstrukcija su medinėmis plokštėmis geriau slopina žemų dažnių garso lygį nuo 100 iki 500 Hz. Ši konstrukcija garso lygį

sumažina iki 15 dB, esant 160 Hz dažniui. Konstrukcijos su metalinėmis plokštėmis garso lygio sumažėjimas, esant 160 Hz dažniui, siekia tik 10 dB. Esant vidutiniams dažniams nuo 500 iki 1000 Hz skirtumas tarp skirtingų konstrukcijų mažesnis. Konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį slopina ties 500 Hz iki 9 dB, konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį slopina iki 9 dB plokštes pakreipus 15° kampu ir iki 7 dB pakreipus 0° kampu. Atlikti tyrimai rodo, jog geriausiai abiejų konstrukcijų garso lygio sumažinimo efektyvumas pasiekiamas, kai aukštų dažnių diapazonas siekia nuo 1000 iki 8000 Hz. Didžiausias abiejų konstrukcijų garso lygio sumažėjimas nustatytas, esant 2500 Hz dažniui. Konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį esant 2500 Hz sumažina iki 17 dB esant 15° kampui ir 15 dB esant 0° kampui. Konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį slopina iki 30 dB plokštes pavertus 15° kampu ir iki 25 dB esant 0° kampui.

Garso slėgio lygio sumažėjimas, abiejų konstrukcijų plokštes pavertus 30° ir 45° kampais nuo triukšmo šaltinio, pavaizduotas 7 paveiksle.

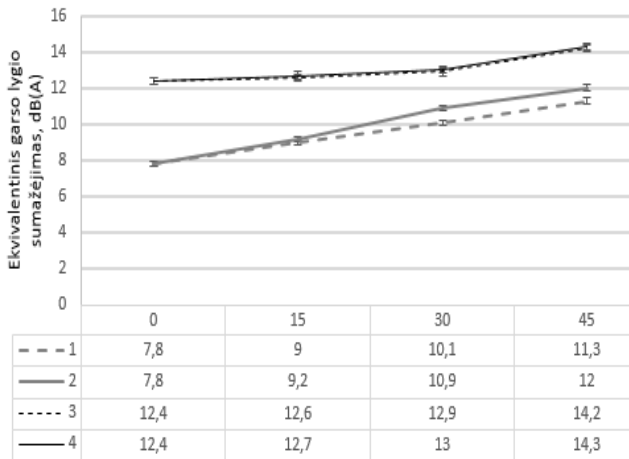


7 pav. Garso slėgio lygio sumažėjimas visoje dažnių juostoje, plokštes pakreipus nuo triukšmo šaltinio: 1 – metalinės plokštės, pakreiptos 30° kampu; 2 – metalinės plokštės, pakreiptos 45° kampu; 3 – medinės plokštės, pakreiptos 30° kampu; 4 – medinės plokštės, pakreiptos 45° kampu

Panašios tendencijos kaip ir plokštes pakreipus mažesniais kampais buvo nustatytos plokštes parkreipus 30° ir 45° kampais. Esant žemų dažnių garso lygiui nuo 100 iki 500 Hz konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį sumažina geriau negu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis, t. y. esant 160 Hz dažniui garso lygio sumažėjimas siekia 15 dB. Konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį sumažina iki 10 dB esant 160 Hz dažniui. Vidutinių dažnių juostoje nuo 500 iki 1000 Hz konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį ties 500 Hz sumažina 12 dB pakreipus plokštes 45° kampu, o pakreipus 30° kampu iki 10 dB, tuo tarpu konstrukcija su metalinėmis

plokštėmis garso lygį ties 500 Hz dažniu slopina iki 6 dB. Didžiausias abiejų konstrukcijų efektyvumas nustatytas aukštų dažnių juostoje nuo 1000 iki 8000 Hz. Konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį esant 2500 Hz slopina iki 35 dB plokštes pavertus 45° ir iki 32 dB pavertus plokštes 30° kampu. Tuo tarpu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis garso lygį prie 2500 Hz sumažina iki 23 dB esant 45° kampui ir 17 dB esant 30° kampui.

Ekvivalentinio garso slėgio lygio sumažėjimo rezultatai pateikti 8 paveiksle.



8 pav. Ekvivalentinis garso slėgio lygio sumažėjimas dB(A):

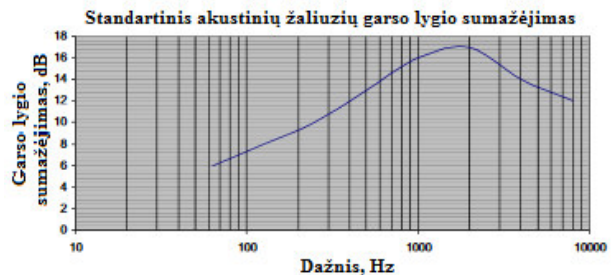
- 1 – konstrukcija su metalinėmis plokštėmis, pakreiptomis į triukšmo šaltinį; 2 – konstrukcija su metalinėmis plokštėmis, pakreiptomis į triukšmo šaltinį; 3 – konstrukcija su medinėmis plokštėmis, pakreiptomis į triukšmo šaltinį; 4 – konstrukcija su medinėmis plokštėmis, pakreiptomis į triukšmo šaltinį

Išmatavus ekvivalentinį garso lygio sumažėjimą nustatyta, jog konstrukcija su medinėmis plokštėmis ekvivalentinį garso lygį slopina geriau. Plokštes pakreipus tiek į triukšmo šaltinį, tiek nuo jo, ekvivalentinio garso lygio sumažėjimo vertės yra labai panašios, taip pat nustatyta, jog didinant plokščių pasvirimo kampą, konstrukcijos efektyvumas didėja. Išanalizavus konstrukcijos su metalinėmis plokštėmis rezultatus nustatyta, jog plokštes pakreipus nuo triukšmo šaltinio jų efektyvumas yra šiek tiek didesnis negu plokštes pakreipus nuo triukšmo šaltinio. Taip pat nustatyta, jog didinant plokščių pasvirimo kampą, konstrukcijos efektyvumas didėja. Lyginant abi konstrukcijas, nustatyta, jog ekvivalentinis garso lygio sumažėjimas naudojant konstrukciją su medinėmis plokštėmis yra nuo 2 dB iki 4,6 dB didesnis.

Atlikus tyrimus abiejų konstrukcijų plokštes pavertus 0°, 15°, 30° ir 45° į triukšmo šaltinį ir nuo jo nustatyta, jog abiejų konstrukcijų didžiausias garso slėgio lygio sumažėjimas pasiekiamas esant aukštų dažnių diapazonui plokštes pakreipus 45°. Tai daugiausia lemia tai, jog aukšto dažnio

bangos ilgis tampa trumpesnis už plokščių plotį, todėl yra geriau sugeriamos, taip pat aukštų dažnių juostoje nebepasireiškia bangų rezonansas. Plokštes pakreipus 45° kampu, garso lygis yra slopinamas geriausiai, nes plokštes sudaro didžiausią kliūtį garso bangai, kadangi yra didžiausias plotas, į kurį atsimuša banga ir yra sugeriamas. Esant žemų ir vidutinių dažnių diapazonui garso lygio sumažėjimas yra mažesnis, kadangi šiuose dažniuose plokštes rezonuoja, dėl to padidėja jų savieji svyravimai, taip pat bangos ilgis yra didesnis negu plokščių plotis, todėl sklindanti banga apeina kliūtį ir yra sugeriamas prasčiau. Lyginant abi konstrukcijas buvo nustatyta, jog konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį slopina geriau, negu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis, nes medis pasižymi geresnėmis absorbcinėmis savybėmis, taip pat medinių plokščių savieji dažniai yra mažesni, dėl to jos geriau slopina sklindantį garsą.

Lyginant gautus rezultatus su kitų mokslininkų patirtimi, galima teigti, jog konstrukcijos efektyvumas yra panašus. Pasak mokslininko Keno Marrioto, didžiausias garso lygio sumažėjimas pasiekiamas esant 1000–3000 Hz dažniui (9 pav.).



9 pav. Akustinių žaliuzių garso lygio sumažėjimas (Marriott 2012)

Tirtųjų konstrukcijų efektyvumo maksimumas taip pat pasiekiamas esant aukštam 1000–3000 Hz dažniui, tačiau nustatytas didesnis garso lygio sumažėjimas išryškėja žemesniuose dažniuose.

Išvados

1. Abiejų konstrukcijų plokštes pakreipus skirtingais kampais į triukšmo šaltinį nustatyta, jog konstrukcija su medinėmis plokštėmis geriau slopina garso lygį visoje dažnių juostoje negu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis. Žemų dažnių juostoje konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį slopina vidutiniškai 5 dB geriau. Vidutinių dažnių juostoje garso lygio sumažėjimas yra labai panašus. Didžiausi skirtumai nustatyti aukštų dažnių juostoje, kur konstrukcija su medinėmis plokštėmis,

priklausomai nuo pasvirimo kampo ir dažnio garso slėgio, lygį slopina 4–8 dB geriau.

2. Konstrukcijų plokštes pakreipus skirtingais kampais nuo triukšmo šaltinio buvo nustatyta, jog konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį visoje dažnių juostoje slopina efektyviau negu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis. Žemų dažnių garsą konstrukcija su medinėmis plokštėmis slopina iki 5 dB geriau. Vidutinių dažnių juostoje konstrukcija su medinėmis plokštėmis garso lygį sumažina 5 dB geriau negu konstrukcija su metalinėmis plokštėmis. Didžiausi skirtumai nustatyti aukštų dažnių juostoje, kur konstrukcija su medinėmis plokštėmis, priklausomai nuo pasvirimo kampo ir dažnio, garso slėgio lygį slopina 12–15 dB geriau.

3. Iš išmatuotų ekvivalentinio garso lygio sumažėjimo verčių buvo nustatyta, jog didinant abiejų konstrukcijų plokščių pasvirimo kampą ekvivalentinis garso lygio sumažėjimas didėja. Lyginant abi konstrukcijas, nustatyta, jog ekvivalentinis garso lygio sumažėjimas naudojant konstrukciją su medinėmis plokštėmis yra nuo 2 dB iki 4,6 dB didesnis.

Literatūra

- Ahmadabadi, Z. N.; Laville, F.; Guilbault, R. 2016. Time domain identification and ranking of noise sources in a pneumatic nail gun, *Applied Acoustics* 114: 191–202. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.07.030>
- Baltrėnas, P.; Petraitis, E.; Januševičius, T. 2010. Noise level study and assessment in the southern part of Panevėžys, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 18(4): 271–280. <https://doi.org/10.3846/jeelm.2010.31>
- Bibby, C.; Hodgson, M. 2013. Laboratory measurement of the acoustical and airflow performance of interior natural-ventilation openings and silencers, *Applied acoustics* 82(2014): 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.02.015>
- Bozkurt, T. S.; Demirkale, S. Y. 2017. The field study and numerical simulation of industrial noise mapping, *Journal of Building Engineering* 9(January 2017): 60–75. <https://doi.org/10.1016/j.job.2016.11.007>
- Butkus, D.; Grubliauskas, R.; Mažuolis, J. 2012. Research of equivalent and maximum value of noise generated by wind power plants, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 20(1): 27–34. <https://doi.org/10.3846/16486897.2011.633337>
- Gerges, N. Y.; Sehrndt, G.; Partney, W. 2011. *Noise sources*, 103–124.
- Koch, S.; Duvigneau, F.; Orszulik, R.; Gabbert, U.; Woschke, E. 2017. Partial filling of a honeycomb structure by granular materials for vibration and noise reduction, *Journal of Sound and Vibration* 393(14): 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2016.11.024>
- ISO 10140-2:2010. *Akustika. Laboratorinis pastato elementų garso izoliacijos matavimas. 2 dalis. Ore sklindančio garso izoliacijos matavimas*. Vilnius, 2014. 19 p.
- Marriott, K. 2012. *An update on acoustics designs for HVAC (Engineering)*. Societe Francaise d'Acoustique. Acoustics 2012, April 2012, Nantes, France.
- Muralikrishna, I. V.; Manickam, V. 2017. Chapter Fifteen – Noise pollution and its control, *Environmental Management Science and Engineering for Industry*, 399–442.
- Ouis, D. 2002. Annoyance caused by exposure to road traffic noise: an update, *Noise&Health* 4(15): 69–79.
- Pierrette, M.; Marquis-Favre, C.; Morel, J.; Rioux, L.; Vallet, M.; Viollon, S.; Moch, A. 2012. Noise annoyance from industrial and road traffic combined noises: a survey and a total annoyance model comparison, *Journal of Environmental Psychology* 32(2): 178–186. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.01.006>
- Rama Krishna, S.; Rama Krishna, A.; Ramji, K. 2011. Reduction of motor fan noise using CFD and CAA simulations, *Applied Acoustics* 72(12): 982–999. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.06.008>
- Rech, J.; Dumont, F.; Le Bot, A.; Arrazola, P. J. 2016. Reduction of noise during milling operations *CIRP, Journal of Manufacturing Science and Technology* 15: 1–94.
- Valikonienė, V. 2001. *Akustika*. Vilniaus aukštesniosios statybos mokyklos, Statybos katedros, Pastatų konstrukcijos kabinetas. 40 p.
- Viveiros, E. B.; Gibbs, B. M.; Gerges, S. N. Y. 2002. Measurement of sound insulation of acoustic louvers by an impulse method, *Applied acoustics* 63(2002): 1301–1313. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(02\)00049-X](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(02)00049-X)
- Zannin, P. H. T.; Engel, M. S.; Fiedler, P. E. K.; Bunn, F. 2013. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: a case study at a university campus in Brazil Cities, *Cities* 31(April 2013): 317–327. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.09.008>

EXPERIMENTAL RESEARCH OF WOODEN AND METAL GLASS WOOL COVERED CONSTRUCTIONS WITH VARIABLE NOISE ISOLATION

T. Vilniškis, T. Januševičius

Summary

In this research, two different constructions of acoustical louvers were tested. One construction was made from 7 wooden plates of 1 m length and 0.3 m width; plates were fixed to the wooden frame. Another construction was made from steel plates of the same parameters and also fixed to the wooden frame. The test results show that noise reduction was better in the construction with wooden plates. Compared to constructions with steel plates, in those with wooden plates the noise reduction both at low and medium frequency was 5 dB better, at high frequency – 12–15 dB better. The equivalent noise reduction in constructions with wooden plates was from 2 dB to 4.6 dB better.

Keywords: noise level, equivalent noise level, frequency, noise level reduction.