

AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ACOUSTIC PARAMETERS OF THE LABORATORY FOR MEASURING SOUND INSULATION OF BUILDING ELEMENTS

V. Dikavičius & R. Bliūdžius

To cite this article: V. Dikavičius & R. Bliūdžius (2001) AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ACOUSTIC PARAMETERS OF THE LABORATORY FOR MEASURING SOUND INSULATION OF BUILDING ELEMENTS, *Statyba*, 7:2, 166-173, DOI: [10.1080/13921525.2001.10531718](https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531718)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531718>



Published online: 30 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 56

STATINIO ELEMENTŲ GARSO IZOLIACIJAI MATUOTI SPECIALIAI ĮRENGTOS LABORATORIJOS AKUSTINIŲ PARAMETRŲ TYRIMAS IR DERINIMAS

V. Dikavičius, R. Bliūdžius

Architektūros ir statybos institutas

1. Įvadas

Į pastato vidų triukšmą labiausiai praleidžia langai ir durys. Kad triukšmo lygis patalpoje būtų mažesnis už leistiną, reikia įvertinti aplinkos triukšmo lygį jau projektuojant statinį tam, kad būtų galima parinkti langus ir duris. Taigi akivaizdu, kaip svarbu tiksliai išmatuoti šių statinio elementų oro garso izoliacijos koeficientą. Architektūros ir statybos institute Statybinės šiluminės fizikos laboratorijoje buvo suprojektuota ir įrengta laboratorija, skirta pastatų elementų oro garso izoliacijai matuoti.

Svarbiausi reikalavimai, keliami laboratorijos fiziniams matmenims, akustiniams parametrams, matavimo tikslumui, suformuluoti standartuose [1–3]. Pagrindinis šio darbo tikslas buvo eksperimentais nustatyti, kaip akustiniai parametrai bei matavimo tikslumas atitinka standartų reikalavimus, o neatitikties atveju – juos koreguoti, kad atitiktų šiuos reikalavimus.

2. Tyrimai ir rezultatų aptarimas

2.1. Tyrimo objektas

Bendras laboratorijos vaizdas (du pjūviai ir skiriamosios sienos konstrukcija) pateiktas 1, 2 pav. Kaip matome iš brėžinio, laboratorija susideda iš dviejų patalpų, perskirtų dviguba betonine siena, ir patalpos, skirtos matavimo aparatūrai. Laboratorija įrengta rekonstruotoje jau pastatyto statinio dalyje. Kadangi netaisyklingos formos patalpų statybai būtų prirėkę daug daugiau lėšų, buvo pasirinkta pusiau netaisyklingų patalpų forma: abiejų patalpų lubos pakopomis leidžiasi žemyn nuo kraštinių sienų dvigubos skiriančiosios sienos link. Šios dvi gretimos patalpos (aidinčios kameros) pastatytos ant atskirų pamatų ir yra apgaubtos išorinio statinio, taip pat pastatyto ant atskirų pamatų. Aidinčios kameros tarpusavyje ir išorinio statinio atžvilgiu akustiškai

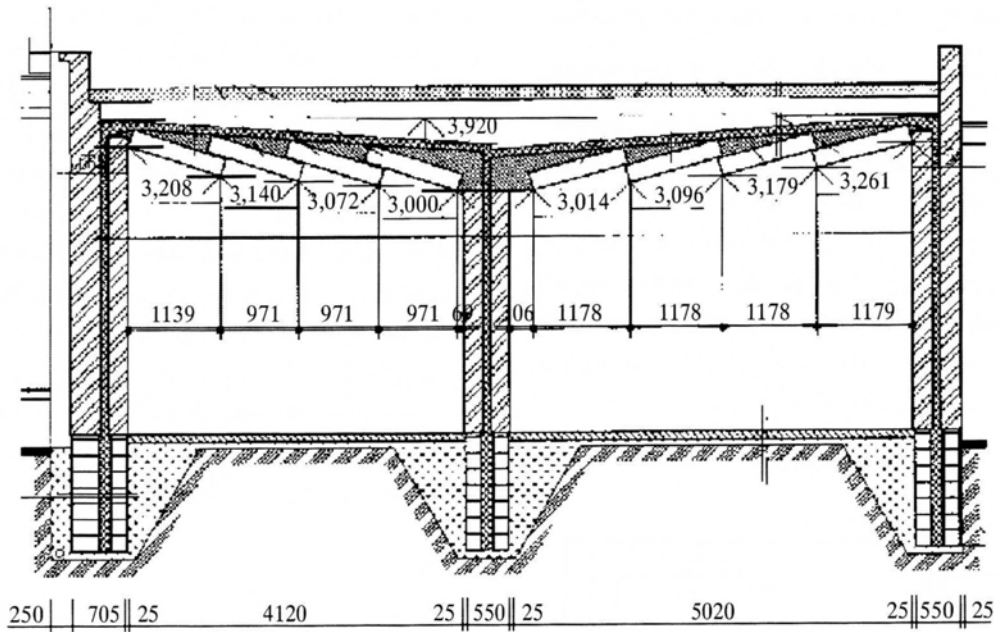
izoliuotos 7 cm storio akmens vatos plokštėmis. Tokia konstrukcija leidžia sumažinti netiesioginį garso pralaidumą tarp aidinčių kamerų, be to, šios kameros izoliuojamos nuo išorinio triukšmo ir tai minimizuoja foninį triukšmą jose. Kameras skiriančioje dviguboje sienoje, kurios storis 200 mm, yra dvi angos – viena langui įstatyti (1510 mm × 1258 mm), kita – durims (910 mm × 2100 mm). Bandant vieną iš šių bandinių, kita anga būna uždengta izoliacine medžiaga, kurios garso izoliacija artima skiriamosios sienos izoliacijai.

Norint išmatuoti sienos garso izoliaciją, būtina išardyti aidinčias kameras skiriančias sienas ir ant vienos iš jų pamatų pastatyti norimą ištirti sieną. Kairiąją (mažesnę) patalpą sąlygiškai pavadinsime priimamojo garso kamera, o dešiniąją (didesnę) – siunčiamojo garso kamera; jų tūriai atitinkamai yra $V_i = 68,5 \text{ m}^3$ ir $V_s = 79,9 \text{ m}^3$, nors reikalaujami minimalūs tūriai [1] turi būti ne mažesni kaip 50 m^3 . Siunčiamojo garso kameros tūris V_s 14% didesnis už priimamojo garso kameros tūrį, nors rekomenduojamas [1] bent 10% skirtumas.

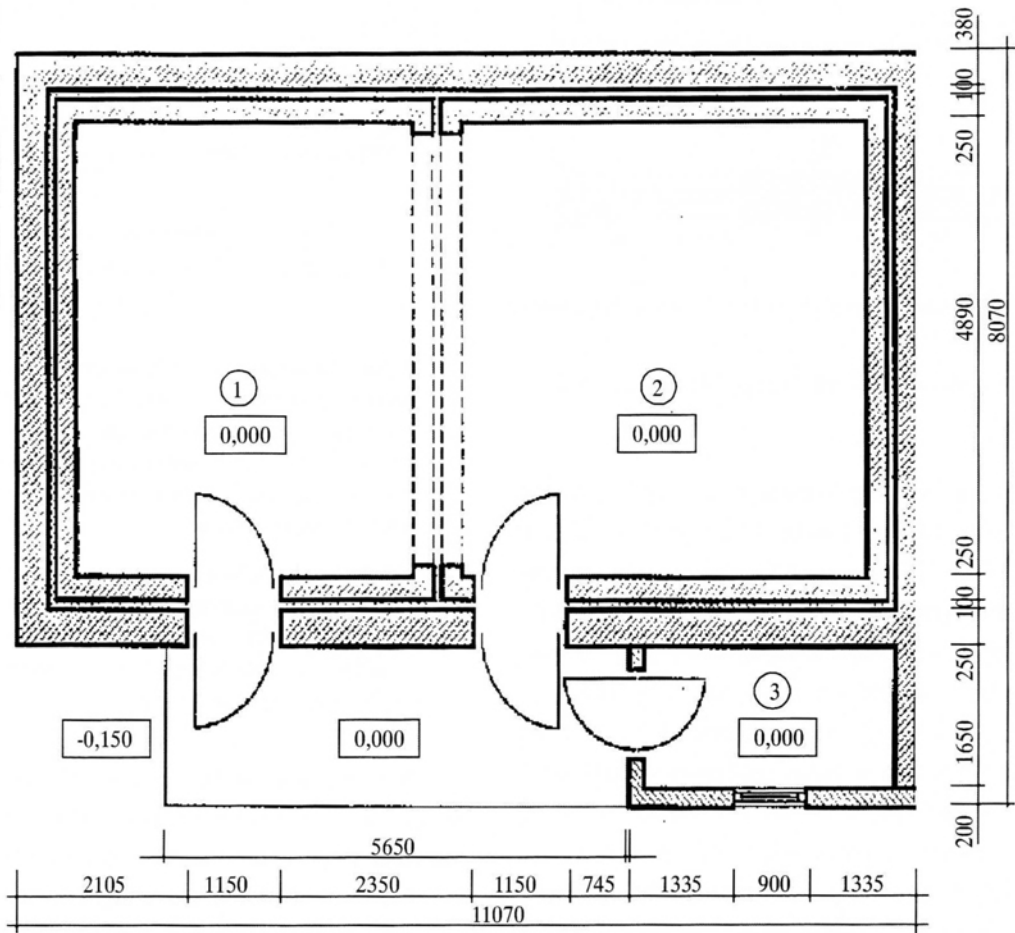
2.2. Matavimo įranga

Realaus laiko garso spektro analizatorius 2800 B – *Larson&Davis*;
 mikrofonas 2560 – *Larson&Davis*;
 mikrofoninis pradinis stiprintuvas PRM 900 C – *Larson&Davis*;
 mikrofono pasukimo įrenginys (pagamintas vietoje);
 galios stiprintuvas su 20 reguliuojamų filtrų (pagamintas vietoje);
 mikrofono kalibratorius CAL 200 – *Larson&Davis*;
 visakryptis dvylikasienis garsiakalbis (gamintas vietoje).

1



2



1 pav. Bendras laboratorijos konstrukcijos vaizdas: 1 – vertikalusis išilginis pjūvis; 2 – horizontalusis pjūvis

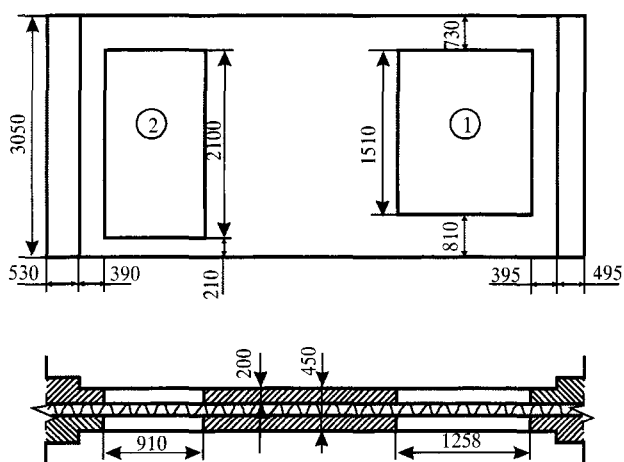
Fig 1. The general view of the laboratory: 1 – vertical and longitudinal cross-section; 2 – horizontal cross-section

3. Eksperimentinis tyrimas ir rezultatų aptarimas

3.1. Aidėjimo laiko matavimas ir korekcijos paieškos

Vienas iš aidinčias kameras apibūdinančių akustinių parametru yra aidėjimo laikas T_r , kuris yra apibrėžiamas kaip laikas, per kurį garso lygis kameroje, išjungus garso šaltinį, sumažėja 10^6 karto. Aidėjimo laikas buvo skaičiuojamas pagal Sabine pasiūlytą išraišką [4]. Kaip reikalaujama standarte [1], jis neturi būti pernelyg ilgas ar trumpas. Leistinos T_r ribos žemesiems dažniams nustatomos nelygybe:

$$1s \leq T_r \leq 2 \cdot (V/50)^{2/3} s. \quad (1)$$

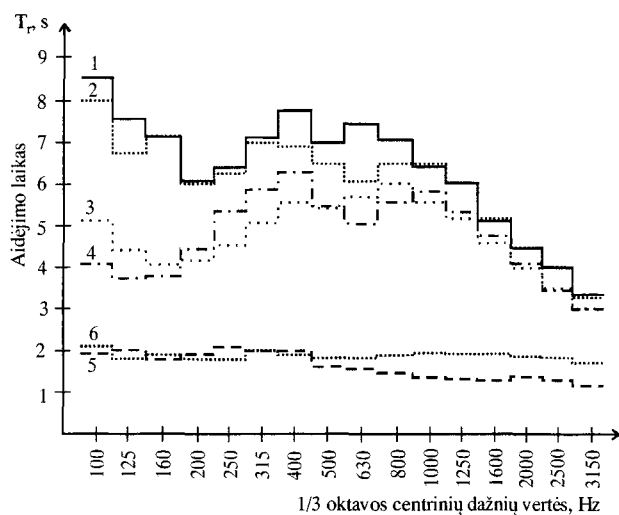


2 pav. Patalpas skiriančios sienos ir angų bandiniams įstatyti schema

Fig 2. Construction of the filling wall and openings for specimens

Į šią nelygybę įrašę kamerų tūrių vertes gausime, kad aidėjimo laikas turėtų būti $1s \leq T_r \leq 2,4s$ ir $1s \leq T_r \leq 2,734s$ atitinkamai priimamojo garso ir siunčiamojo garso kameroje. Norint aidėjimo laiką išmatuoti kiekvienoje kameroje, jas skiriančioje sienoje esančios angos buvo užpildytos izoliacine medžiaga (medžio drožlių plokštės pakaitomis su akmens vatos plokštėmis). Aidėjimo laikas buvo nustatomas kiekvienoje 1/3 oktavos dažnių juostoje nuo 100 Hz iki 3150 Hz, naudojant užrašymo režimą, leidžiantį vienu metu įrašyti garso lygio kritimo kreives visose dažnio juostose. Aidėjimo laikas buvo matuojamas, sužadinant garsiaikalbį per galios stiprintuvą „rožiniu“ triukšmu tam, kad būtų užtikrinta vienoda garso energija, tenkanti 1/3 oktavos dažnio juostai visu tiriamu dažnių diapazonu (100 Hz ÷ 3150 Hz), analizei naudojant vienodos pro-

centinės dažnio juostos 1/3 oktavos filtrus. Vidutinė erdvinė aidėjimo laiko reikšmė buvo apskaičiuojama naudojant spektro analizatoriaus vidutinės reikšmės radimo funkciją iš skirtinguose kameros taškuose užrašytų garso kritimo kreivių. Išmatuotos aidėjimo laiko reikšmės tuščiose kameroje (3 pav. 1, 2 kreivės) labai viršijo leistinas ribas. Tam, kad būtų sumažintas aidėjimo laikas esant žemesiems dažniams, ant abiejų kamerų sienų atsitiktine tvarka buvo pritvirtinti keturi žemųjų dažnių sugėrikliai. Šie sugėrikliai susideda iš medinio rėmo (950×650×50) mm su pritvirtinta 4 mm storio fanera, o vidinis jo tūris tarp sienos ir faneros užpildytas stiklo vata (3 pav. 3, 4 kreivės).



3 pav. Aidėjimo laiko priklausomybė nuo dažnio: 1, 2 – tuščiose priimamojo ir siunčiamojo garso kameroje; 3, 4 – priimamojo ir siunčiamojo garso kameroje su keturiais žemojo dažnio rezonansiniais sugėrikliais; 5, 6 – priimamojo ir siunčiamojo garso kameroje po galutinio suderinimo aidėjimo laiko

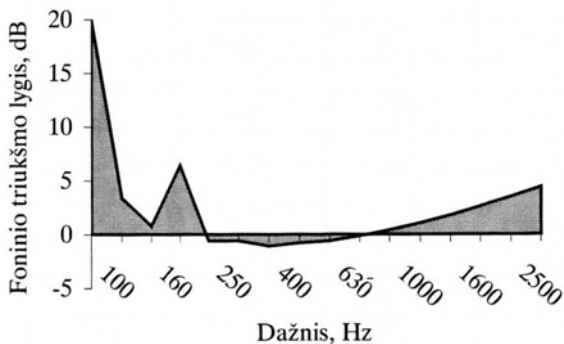
Fig 3. The reverberation time frequency dependence: 1, 2 – in empty receiving and source room; 3, 4 – receiving and source room with four resonance absorbers installed in each room; 5, 6 – receiving and source room after final adjustment

Iš 3 ir 4 kreivių matyti, kad aidėjimo laikas žemųjų dažnių 1/3 oktavos juostose labai sumažėjo, tačiau nepakankamai, kad tenkintų nelygybę (1) nustatytas ribas. Norint gauti reikiamas aidėjimo laiko reikšmes visose dažnių juostose, garsą priimančioje kameroje teko pritvirtinti iš viso 8 žemojo dažnio rezonatorius, o siunčiamojo garso kameroje – 5. Be to, norint padidinti akustinio lauko difuziškumą, kamerų erdvėje atsitiktine tvarka buvo pakabinta po tris difuzorius. Norint mini-

mizuoti stovinčias bangas, abiejose kameroje prie dviejų šoninių sienų tam tikru kampu buvo atremti gipso kartono lakštai (2500×1200) mm. Siekiant sumažinti aidėjimo laiką esant vidutiniams ir aukštesniesiems dažniams ant grindų ir kamerų kampuose dėtos stiklo vatos plokštės (1000×500×50) mm. Aidėjimo laiko reikšmės, gautos naudojant korekcines priemones, pateiktos 2 pav. (5, 6 kreivės).

3.2. Foninio triukšmo lygis

Foninio triukšmo lygis priimamojo garso kameroje – vienas iš svarbesnių akustinių parametru, kuris leidžia išmatuoti didelę garso izoliaciją pasižyminčių statinio elementų (sienos) garso izoliacijos indeksą. Kaip yra reikalaujama standarte [3], foninis triukšmo lygis turėtų būti bent 6 dB (pageidautina daugiau nei 15 dB) mažesnis už priimamojo garso ir foninio triukšmo kombinaciją. Foninio triukšmo lygis priimamojo garso kameroje buvo matuotas šešiuose erdvės taškuose keičiant mikrofono padėtį distanciškai valdoma mikrofono pasukimo sistema, leidžiančia pasukti mikrofoną 30° diskretiškumu. Mikrofono svirties sukimosi plokštuma su grindų plokštuma sudarė 30°. Mikrofono svirties lygis, skaičiuojant nuo ašies, sudarė 1200 mm. Išmatuoto foninio triukšmo lygio priklausomybė nuo dažnio parodyta 4 pav.



4 pav. Foninio triukšmo lygis priimamojo garso kameroje

Fig 4. Background noise level in the receiving room

Foninio triukšmo lygio priklausomybės nuo dažnio grafike galima matyti du pikus 100 Hz ir 200 Hz 1/3 oktavos pločio dažnių juostose. Šio triukšmo šaltinis yra elektros transformatorius, stovintis transformatorinėje, esančioje šalia akustinės laboratorijos. Tai elektros tinklo dažnio mechaninių virpesių 100 Hz ir 200 Hz harmonikos, patenkančios į kamara per žemę ir pama-

tus, kadangi tarp laboratorijos ir transformatorinės kitų konstrukcinių ryšių nėra. Tačiau šie triukšmo pikai gali būti toleruojami, kadangi egzistuoja nemažas sistemos galios stiprintuvas – garsiakalbis garso signalo generavimo rezervas (tiriamu dažnių diapazonu bendras garso lygis gali viršyti 100 dB). Likusiose dažnių juostose foninio triukšmo lygis labai mažas ir tai potencialiai galėtų užtikrinti reikiamą matavimų tikslumą.

3.3. Optimalių garsiakalbio padėčių nustatymas

Siekiant minimizuoti sisteminės matavimo paklaidas reikia sukurti kiek galima difuziškesnį akustinį lauką, kuris veikia bandomąjį objektą. Lauko difuziškumas priklauso nuo kameros geometrijos, garsiakalbio kryptingumo difuzorių skaičiaus bei jų orientacijos erdvėje. Egzistuoja tam tikras metodinis neapibrėžtumas, t. y. ne visai aišku, koku eiliškumu derinimo procedūra turėtų būti atliekama. Kaip rekomenduojama standarte [1], reikiamas atsitiktiniu būdu kameros erdvėje orientuotų difuzorių skaičius yra nustatomas bandymu. Reikia vis didinti difuzorių kiekį, lygiagrečiai matuojant garso izoliacijos indeksą, kol pasiekiami minimali ir nekintama indekso vertė nepriklausomai nuo tolesnio difuzorių skaičiaus didinimo. Laikoma, kad nuo to momento, kai garso izoliacijos koeficientas daugiau nemažėja, difuzorių skaičius yra pakankamas. Kitas būdas siunčiamojo garso kameroje pasiekti maksimalų difuziškumą remiasi optimalių garsiakalbio padėčių pasirinkimu, keičiant jo padėtį atsitiktine tvarka orientuotų difuzorių atžvilgiu. Tai turėtų būti atliekama tokia tvarka: 1 – į kamara įtraukiamas tam tikras difuzorių skaičius; 2 – ieškamos optimalios garsiakalbio pozicijos siunčiamojo garso kameroje; 3 – išmatuojamas garso izoliacijos indeksas; 4 – įtraukiamas papildomas difuzorių skaičius; 5 – kartojami 2, 3 žingsniai; 6 – stebima, ar sumažėjo garso izoliacijos indekso reikšmė. Jei taip, ciklai kartojami, jei ne – atliekamas 2 žingsnis. Toks akustinio lauko difuziškumo maksimizavimo nuoseklumas būtų optimalus. Mes pasirinkome paprastesnį kelią tardami, kad iš dalies netaisyklinga kamara forma ir 5-ių difuzorių, įtrauktų į kiekvieną kamara, skaičius, potencialiai turėtų užtikrinti lauko difuziškumą, jo minimizavimui paliekant tik dalį pateiktos veiksmų sekos, t. y. garsiakalbio optimalių padėčių suradimo procedūra, kurią mes eksperimentiškai atlikome vadovaudamiesi standarte [3] pateikta metodika. Prieš tai

Kauno Mikrosistemų ir natotechnologijų mokslinio centro beaidėje akustinėje kameroje buvo nustatyta garsiakalbio kryptingumą apibūdinančio kryptingumo indekso priklausomybė nuo garsiakalbio pasukimo kampo. Gauti rezultatai patvirtino, jog garsiakalbį galima laikyti spinduliuojančiu nagrinėjamu dažnių diapazonu tolygiai visomis kryptimis. Tai irgi reikia priskirti prie sąlygų, didinančių lauko difuziškumą. Garsiakalbio padėčių skaičius, kuris turėtų būti ištirtas, apibrėžiamas išraiška [3]:

$$m = 152V_s^{2/3}. \quad (2)$$

Mūsų atveju $m = 8$. Remiantis optimalių garsiakalbio padėčių atrinkimo metodika [3] buvo pasirinktos aštuonios garsiakalbio pozicijos. Kiekvienoje jų buvo nustatomas skirtumas D tarp laike ir erdvėje suvidurkintų garso slėgio lygių siunčiamojo garso ir priimamojo garso kameroje šešiose 1/3 oktavos dažnių juostose su centriniais dažniais nuo 100 Hz iki 315 Hz. Šių skirtumų standartinis nuokrypis minėtose šešiose dažnių juostose skaičiuojamas taip:

$$S_i = \left[\frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (D_{j,i} - \mu_i)^2 \right]^{1/2}, \quad (3)$$

D_{ij} – lygių skirtumas j -ajai garsiakalbio padėčiai i -tojoje 1/3 oktavos dažnio juostoje; μ_i – lygių skirtumo aritmetinis vidurkis i -ojoje 1/3 oktavos dažnio juostoje.

Praktikoje naudotinių garsiakalbio pozicijų skaičius N yra nustatomas iš nelygybių [3] $N \geq 2$,

$$N \geq (s_i / \sigma_i)^2, \quad N \geq \left(\sum_i s_i / 4,8dB \right)^2, \quad \sigma_i - \text{priskirtas}$$

maksimalus standartinis vidutinės reikšmės nuokrypis esant N garsiakalbio padėčių, kurių reikšmės šešiose 1/3 oktavos dažnių juostose (100 Hz + 315 Hz) pateiktos lentelėje [3]. Reikalaujama, kad tuo atveju, kai $2N > m$, garsiakalbio tiriamų vietų skaičius turi būti padidintas nuo m iki $2N$. Apskaičiavus gauta, kad $N = 8$, taigi tiriamų garsiakalbio vietų skaičius turėtų būti padidintas iki 16. Buvo parinkta septyniolika galimų garsiakalbio padėčių ir atlikti garso lygio matavimai.

1 lentelė. Garso lygių skirtumai D_{ij} , dB ir statistinių dydžių vertės

Table 1. Differences in levels D_{ij} , dB and statistical values

$j \backslash i$	1	2	3	4	5	6	S_j
	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	
1	30,8	27,2	28,4	23,2	23,8	28,8	5,4
2	33,4	29,8	27,6	23,8	24,3	29,4	21,5
3	32,1	30,1	27,2	22,8	23,8	27,6	14,3
4	31,3	27,4	28,8	23,8	26,2	29,6	13,5
5	30,2	28,6	27,2	20,1	24,3	26,5	11,2
6	34,5	27,5	30,2	22,4	23,3	29,6	24,6
7	31,1	28,9	27,9	20,2	22,3	28,3	7,7
8	28,6	29,2	31,6	22,6	24,8	28,7	11,2
9	30,2	28,3	28,1	20,9	24,7	30,5	4,3
10	25,3	26,5	33,0	18,4	24,2	29,6	51,2
11	31,7	27,2	29,6	20,0	25,5	27,5	11,3
12	30,1	28,9	28,0	22,7	24,6	30,6	6,0
13	28,8	30,7	28,3	21,8	24,0	30,2	9,1
14	26,7	28,3	31,4	20,9	23,1	27,9	18,5
15	27,4	30,4	29,4	21,6	21,3	28,6	18,1
16	26,4	25	28,0	19,6	22,7	28,7	30,3
17	30,6	28,2	28,4	20,7	24,8	29,3	2,3
μ_i	29,95	28,36	29,01	21,5	23,98	28,9	
S_i	2,49	1,48	1,66	1,56	1,19	1,12	

Kiekvienai garsiakalbio padėčiai buvo apskaičiuota D_{ij} nuokrypių nuo vidurkių μ_i kvadratų suma S_j šešioms minėtoms 1/3 oktavos dažnių juostoms pagal išraišką:

$$S_j = \sum_{i=1}^6 (D_{ji} - \mu_i)^2. \quad (4)$$

Išmatuotos garso lygių skirtumų D_{ij} vertės ir apskaičiuotų statistinių dydžių vertės pateiktos 1 lentelėje.

Remiantis 1 lentelės duomenimis, iš visų tirtų garsiakalbio vietų buvo pasirinktos keturios su mažiausiomis S_j vertėmis, t. y. 1, 9, 12, 17. Toliau, kaip rei-

kalaujama standarte [3], iš šių pasirinktų pozicijų buvo sudaromos q pozicijų kombinacijos, kiekvienai iš kurių turi būti apskaičiuojamos nuokrypių nuo vidurkių kvadratų sumos S_{jq} šešioms 1/3 oktavos dažnio juostoms.

Šiuo atveju standarte egzistuoja neapibrėžtumas, kadangi neakcentuojama, kokių vidurkių atžvilgiu turėtų būti skaičiuojami nuokrypiai. Ar tai yra generalinės aiškos vidurkiai μ_i , ar vidurkiai, apskaičiuoti kombinacijai? Taigi esant šiam neapibrėžtumui skaičiavime kiekvienos kombinacijos vidurkius ir tų vidurkių atžvilgiu skaičiavime nuokrypius, kadangi logiškiausia būtų manyti, jog kombinacijų vidurkiai būtų mažiausiai paveik-

2 lentelė. D_{ij} , S_{jg} reikšmės A, B, C, D garsiakalbio padėčių kombinacijoms

Table 2. D_{ij} , S_{jg} values from A, B, C, D combinations of loudspeaker positions

		i						S_j
		1	2	3	4	5	6	
j		100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	
A	1	30,8	27,2	28,4	23,2	23,8	28,8	4,06
	17	30,6	28,2	28,4	20,7	24,8	29,3	1,11
	9	30,2	28,3	28,1	20,9	24,7	30,5	1,81
	$\mu_{i,A}$	30,53	27,90	28,30	21,60	24,43	29,53	
	$S_j = \sum_{i=1}^6 (D_{j,i} - \mu_{i,A})^2$ $S_{j,A} = \sum_{j=1}^3 S_j =$							6,98
B	1	30,8	27,2	28,4	23,2	23,8	28,8	3,66
	12	30,1	28,9	28,0	22,7	24,6	30,6	1,32
	9	30,2	28,3	28,1	20,9	24,7	30,5	2,33
	$\mu_{i,B}$	30,37	28,13	28,16	22,27	24,37	29,97	
	$S_j = \sum_{i=1}^6 (D_{j,i} - \mu_{i,B})^2$ $S_{j,B} = \sum_{j=1}^3 S_j =$							7,31
C	9	30,2	28,3	28,1	20,9	24,7	30,5	0,46
	12	30,1	28,9	28,0	22,7	24,6	30,6	2,55
	17	30,6	28,2	28,4	20,7	24,8	29,3	1,45
	$\mu_{i,C}$	30,3	28,47	28,17	21,43	24,7	30,13	
	$S_j = \sum_{i=1}^6 (D_{j,i} - \mu_{i,C})^2$ $S_{j,C} = \sum_{j=1}^3 S_j =$							4,47
D	1	30,8	27,2	28,4	23,2	23,8	28,8	2,85
	17	30,6	28,2	28,4	20,7	24,8	29,3	5,37
	12	30,1	28,9	28,0	22,7	24,6	30,6	2,24
	$\mu_{i,D}$	30,50	28,10	28,26	22,20	24,40	29,56	
	$S_j = \sum_{i=1}^6 (D_{j,i} - \mu_{i,D})^2$ $S_{j,D} = \sum_{j=1}^3 S_j =$							10,46

ti „nevykusių“ garsiakalbio padėčių lauko difuziškumo atžvilgiu, kurios tam tikru laipsniu lėmė generalinės aišbės vidurkius μ_i . Taigi naujai apskaičiuoti kombinacijų vidurkiai turėtų geriau atspindėti maksimalų difuziškumą. Analizei buvo pasirinktos keturios kombinacijos, susidedančios iš trijų garsiakalbio padėčių. Jas sąlygiškai pažymėkime taip:

- A) 1, 17, 9;
- B) 1, 9, 12;
- C) 9, 12, 17;
- D) 1, 17, 12.

Skaičiavimų rezultatai pateikti 2 lentelėje.

$\mu_{i,A}$, $\mu_{i,B}$, $\mu_{i,C}$, $\mu_{i,D}$ – D_{ij} vidurkiai, apskaičiuoti i -ajai 1/3 oktavos dažnio juostai atitinkamai A, B, C, D garsiakalbio pozicijų kombinacijoms; $S_{j,A}$, $S_{j,B}$, $S_{j,C}$, $S_{j,D}$ – D_{ij} reikšmių nuokrypių nuo $\mu_{i,A}$, $\mu_{i,B}$, $\mu_{i,C}$, $\mu_{i,D}$ vidurkių kvadratų sumos atitinkamai A, B, C, D garsiakalbio padėčių kombinacijoms.

Kaip matome iš 2 lentelės, garsiakalbio pozicijų kombinacija C priimtinausia, kadangi $S_{j,C}$ vertė yra mažiausia.

3.4. Garso izoliacijos indekso kartojimosi vertės r patikra

Vienas iš matavimų preciziškumo rodiklių yra kartojimosi vertė r . Remiantis standarto [2] 5.1 punkto rekomendacijomis, buvo atlikti šeši bandymai matuojant to paties bandinio (plastikinio lango) garso izoliacijos indeksą šešiolikoje 1/3 oktavos dažnių juostų kartojimosi sąlygomis [2], naudojant C garsiakalbio pozicijų kombinaciją, nustatytą 3.3 poskyryje. Kartojimosi vertė r visoms dažnio juostoms buvo apskaičiuota pagal formulę [2]:

$$r = 3,6\sqrt{s_r^2}, \quad (5)$$

s_r – kartojimosi standartinis nuokrypis, apskaičiuotas iš eksperimentinių duomenų. Šios pasikartojimo vertės laikomos patenkinamomis, jeigu s_r vertės visose 16-oje 1/3 oktavos dažnių juostų tenkina nelygybę $s_r \leq mr_{inter}$, kur $m = 0,68$, atlikus šešis bandymus [2]; r_{inter} yra kartojimosi vertės, nustatytos tarplaboratori-

3 lentelė. Statistiniai duomenys kartojimosi vertės r patikrai

Table 3. Statistical data for verifying the repeatability value r

f , Hz	s_r	mr_{inter}	r_{inter}	r
100	0,16	3,06	4,5	0,58
125	0,12	2,72	4	0,43
160	0,24	2,38	3,5	0,86
200	0,27	2,38	3,5	0,97
250	0,30	1,70	2,5	1,08
315	0,25	1,70	2,5	0,90
400	0,34	1,36	2	1,22
500	0,19	1,36	2	0,68
630	0,22	1,02	1,5	0,78
800	0,17	1,02	1,5	0,61
1000	0,23	1,02	1,5	0,83
1250	0,32	1,02	1,5	1,15
1600	0,19	1,02	1,5	0,68
2000	0,16	1,02	1,5	0,58
2500	0,17	1,02	1,5	0,61
3150	0,09	1,02	1,5	0,32

niais bandymais su panašiu bandiniu, pateiktos A.1 lentelėje [2]. Visi apskaičiuoti statistiniai duomenys pateikti 3 lentelėje. Remiantis šiais duomenimis galima teigti, kad nelygybė $s_r \leq mr_{inter}$ visose 1/3 oktavos dažnių juostose yra tenkinama, taigi kartojimosi vertė r gali būti laikoma patenkinama ir tai rodo, kad matavimai atlikti kokybiškai.

4. Išvados

1. Aidinčių kamerų akustinių parametrų parinkimo tvarka nėra reglamentuota, todėl buvo atliktas šis eksperimentinis darbas.

2. Derinant kamerų akustinius parametrus naudotos šios priemonės:

- garso sugėrikliai leido pasiekti reikiamas aidėjimo laiko reikšmes esant žemesiems dažniams;
- difuzoriai, pakabinti kamerų erdvėje, leido gauti reikiamą lauko difuziškumą aukštesnių dažnių diapazonu;
- didelių matmenų difuzorių įvertinimas leido sumažinti normalines žemųjų dažnių modas ir padidinti lauko difuziškumą esant žemesiems dažniams.

Literatūra

1. LST EN ISO 140-1. Akustika – Statinių atitvarų ir statinio dalių garso izoliavimo matavimas. 1-oji dalis. Laboratorinės bandymų įrangos, kurioje numalšintas garso perdavimas aplinkiniais keliais, reikalavimai (ISO 140-1:1997), 1999.
2. LST EN 20140-2. Akustika – Statinių atitvarų ir statinio dalių garso izoliavimo matavimas. 2-oji dalis. Duomenų tikslumo nustatymas ir tikrinimas (ISO 140-2:1991), 1999.
3. LST EN ISO 140-3. Akustika – Statinių atitvarų ir statinio dalių garso izoliavimo matavimas. 3-ioji dalis. Laboratoriniai statinio dalių oro garso izoliavimo matavimai (ISO 140-3:1995), 1999.
4. L. E. Kinsler, A. R. Frey, A. B. Coppens, J. V. Snaders. Fundamentals of Acoustic, New York: John Wiley&Sons, 1982.

Įteikta 2000 06 29

AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ACOUSTIC PARAMETERS OF THE LABORATORY FOR MEASURING SOUND INSULATION OF BUILDING ELEMENTS

V. Dikavičius, R. Bliūdžius

Summary

The report deals with a task of investigating and adjusting acoustic parameters of the reverberant chambers of recently built laboratory for measuring sound insulation properties of building elements (windows, doors).

The reverberation time values in the source and receiving empty rooms were measured at 16 one-third-octave frequency bands. It was determined that they significantly exceeded the recommended ones. After a number of measurements the reverberation time was adjusted to the allowable limits.

An optimum combination of loudspeaker positions in the source room with respect to the best acoustic field diffusivity has been experimentally found.

Repeatability values r were calculated from the measurements of sound reduction index of plastic window conducted under repeatability conditions. At the 16 one-third-octave frequency bands they show a good precision of the test equipment.

.....
Vidmantas DIKAVIČIUS. Doctor. Research fellow of the building thermal physics laboratory at the Institute of Architecture and Construction, Tunelio g. 60, LT-3035 Kaunas, Lithuania. E-mail: silfiz@asi.lt

Kaunas polytechnical institute (1971, radio engineer). Doctor (1987, thesis about ultrasonic methods of high temperature gas flow). Co-author of 20 papers. Research interests: architectural acoustics, sound insulation measurements.

.....
Raimondas BLIŪDŽIUS. Doctor. Senior research fellow. Laboratory of building thermal physics of the Institute of Architecture and Construction, Tunelio g. 60, LT-3035 Kaunas, Lithuania. E-mail: silfiz@asi.lt

A graduate of Vilnius Civil Engineering Institute (1989). Doctor (1995). Research interests: physical properties of building materials, research of physical-technical processes in building envelopes.